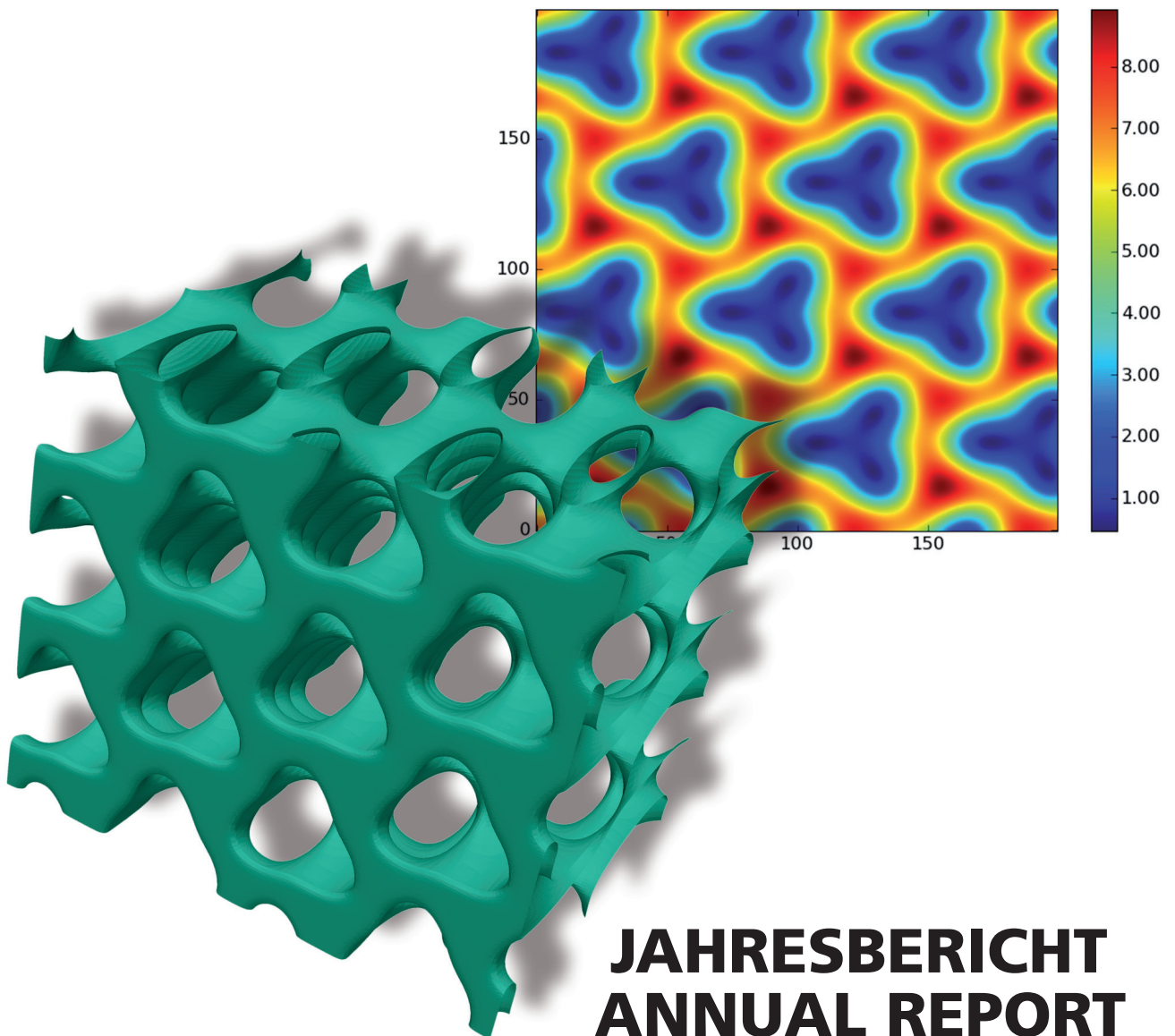




Fraunhofer

IISB

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR INTEGRIERTE SYSTEME UND BAUELEMENTE TECHNOLOGIE IISB



**JAHRESBERICHT
ANNUAL REPORT**

2008

IMPRESSUM / IMPRINT

Herausgeber / Published by:

Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme
und Bauelementetechnologie IISB
Schottkystraße 10
91058 Erlangen

Redaktion

Richard Öchsner
Lothar Frey

Gestaltung und Realisierung / Layout and Setting:

Richard Öchsner
Maximilian Jung
Markus Pfeffer
Thomas Richter
Felicitas Coenen

Druck / Printed by:

druckunddigital, Erlangen

Titelbild / Cover Photo:

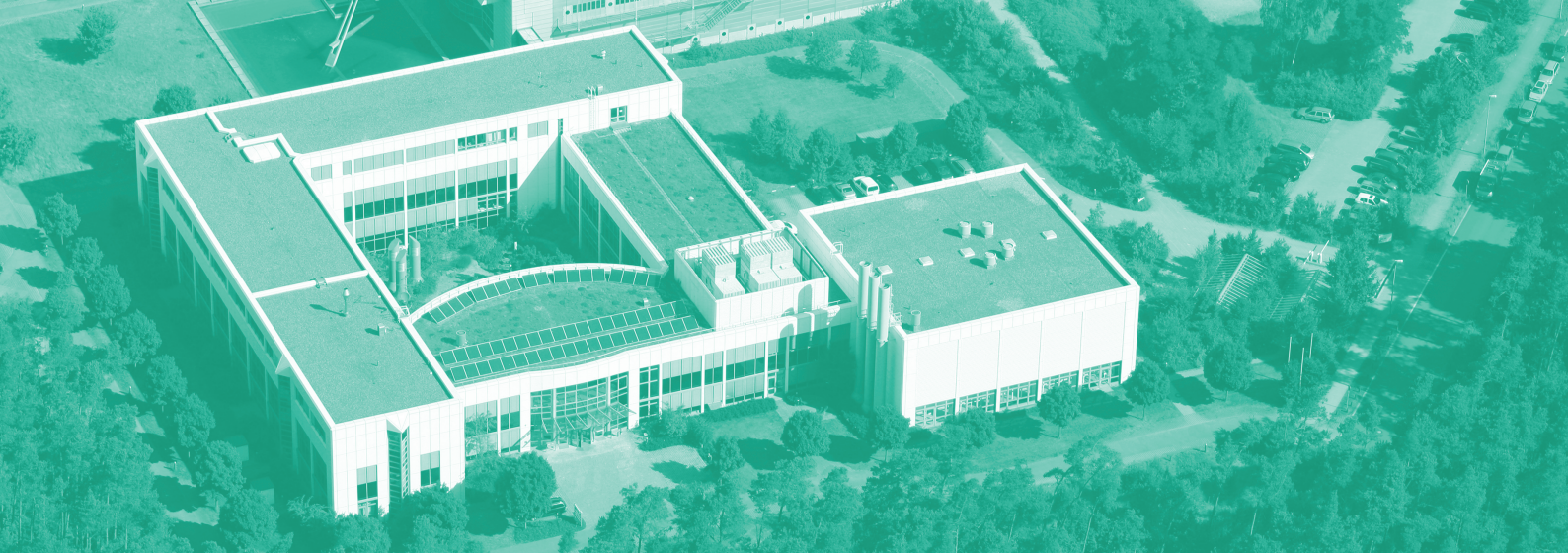
Interferenzbelichtung zur Herstellung eines photonischen Kristalls. Das Bild zeigt ein simuliertes Photolackprofil nach der Belichtung mit vier interferierenden ebenen Wellen. Die Simulation wurde mit dem Fraunhofer IISB Lithographiesimulator Dr.LiTHO durchgeführt.

Interference exposure for the fabrication of photonic crystals. The figure shows a simulated photo resist profile resulting from the interference of four plane waves. The simulation was carried out with the Fraunhofer IISB lithography simulator Dr.LiTHO.

© Fraunhofer-Institut für
Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie,
Erlangen 2009

Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck nur mit Genehmigung des Instituts.

All rights reserved.
Reproduction only with express written authorization.



LEISTUNGEN UND ERGEBNISSE JAHRESBERICHT 2008

ACHIEVEMENTS AND RESULTS ANNUAL REPORT 2008

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR
INTEGRIERTE SYSTEME UND
BAUELEMENTE TECHNOLOGIE IISB**

**FRAUNHOFER INSTITUTES FOR
INTEGRATED SYSTEMS AND
DEVICE TECHNOLOGY IISB**

Institutsleitung / Director:

Prof. Lothar Frey

Schottkystrasse 10
91058 Erlangen

Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-0
Fax: +49 (0) 9131 761-390

info@iisb.fraunhofer.de
www.iisb.fraunhofer.de

VORWORT

PROF. LOTHAR FREY

2008 war in vielerlei Hinsicht ein besonderes Jahr, nicht nur für das Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB. Zum einen ist ein Wechsel in der Institutsleitung zu verzeichnen. Mit Stolz und großer Freude über das in mich gesetzte Vertrauen durfte ich im Herbst 2008 die Leitung des IISB übernehmen. Dabei wurde ein gut bestelltes Feld in meine Verantwortung übergeben. Mein Vorgänger Prof. Dr. Heiner Ryssel hat das Institut seit seiner Gründung über mehr als 23 Jahre höchst erfolgreich geführt und zu dem gemacht, was es heute ist. So ist das IISB auch im Jahr 2008 an seinen drei Standorten in Erlangen, Nürnberg und Freiberg erneut deutlich gewachsen. Für diese Leistung gebührt Heiner Ryssel im Namen aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mein herzlicher Dank und tiefer Respekt.

Eine Besonderheit sind aber auch die Herausforderungen, mit denen wir uns alle im Jahr 2008 konfrontiert sahen. So wurde erst durch den starken Anstieg der Energiekosten und dann die weltweite wirtschaftliche Talfahrt die Notwendigkeit neuer, energiesparender und klimaschonender Technologien und Produkte deutlich wie nie zuvor. Bei der Bewältigung dieser Herausforderungen – ökologisch wie ökonomisch – spielt Forschung und Entwicklung eine bedeutende Rolle. Das IISB ist sich dieser Verantwortung bewusst.

Führendes Know-how ist lebenswichtig, um gestärkt aus der Krise hervorzugehen. Und hier ist das IISB ein offener, kompetenter und verlässlicher Partner für die Industrie und öffentliche Fördergeber: Das Institut entwickelt neue Materialien, Bauelemente, Prozesse und Geräte für die Halbleitertechnologie der Mikro- und Nanoelektronik, einschließlich Kristallzüchtung und Simulation. Zweiter großer Arbeitsbereich sind Leistungselektronik und Mechatronik, speziell in den Bereichen Leistungswandlung und Automobilelektronik. Von dieser Breite und unserer Flexibilität profitieren vor allem auch unsere mittelständischen Kunden.

Mit führenden Entwicklungen in der Antriebselektronik für Hybrid- und Elektroautomobile, mit Leistungselektronik für effiziente Energiewandlung, verbesserten Grundmaterialien für die Photovoltaik oder Ressourcenschonung durch optimierte Prozessführung und Geräte bei der Halbleiterfertigung trägt das Institut mit seinen Stärken zur Reduzierung des Energieverbrauchs bei.

Ein wichtiger Faktor für das erfolgreiche Arbeiten des IISB ist wie bisher die enge Partnerschaft mit der Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), die wir weiter pflegen und ausbauen werden. Mit dem synergetischen Betrieb von insgesamt 1500 m² Reinraumfläche an Universität und IISB, der Beteiligung an Forschungsaktivitäten der Universität, der festen Einbindung des

IISB in die Lehre für zahlreiche Studiengänge sowie der gemeinsamen Ausbildung von Mikrotechnologien seien hier nur einige Aspekte dieses erfolgreichen Kooperationsmodells genannt.

Ich freue mich darauf, zusammen mit meinen Kolleginnen und Kollegen die Zukunft des IISB zu gestalten, und so wird es natürlich neue Themen am Institut geben. Wir werden unsere Aktivitäten zur Elektromobilität und zur Elektronik für nachhaltige Energienutzung noch einmal deutlich ausweiten. Die Nanoelektronik bietet mit alternativen Technologien viel Raum für Forschung. Als ein spannendes Thema für das Institut, das wir gemeinsam mit mehreren Lehrstühlen der FAU verfolgen, sei hier die druckbare anorganische Elektronik genannt.

In Kontinuität unserer bewährten Grundausrichtung wird das IISB weiterhin für starke Forschung in der Mikro-, Nano- und Leistungselektronik stehen, für internationale Präsenz in einem weltweiten Kooperationsnetzwerk bei gleichzeitig enger regionaler Verbundenheit. Das Institut wird auch in Zukunft seiner Verantwortung gerecht werden durch Engagement in der Nachwuchsförderung, Lehre, Aus- und Weiterbildung.

Abschließend gilt mein herzlicher Dank unseren öffentlichen Fördergebern, unseren Auftraggebern aus der Industrie sowie allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die durch Ihren unermüdlichen Einsatz den Erfolg des Instituts erst möglich machen.

Erlangen, Mai 2009



Prof. Dr. rer. nat. Lothar Frey

PREFACE

2008 was a special year in many respects – not only for the Fraunhofer Institute for Integrated Systems and Device Technology IISB. The institute has got a new director. With pride and happiness about the trust put in me, I assumed the office of director of the IISB in fall 2008. A well-established research institution was handed over into my responsibility. My predecessor Prof. Dr. Heiner Ryssel directed the IISB since its foundation more than 23 years ago and has turned it into an extremely successful research institution. In the past year, the institute, which has three locations in Erlangen, Nuremberg, and Freiberg, again could realize a growth. For this achievement and on behalf of the whole IISB staff, I would like to express my deep gratitude and respect to Heiner Ryssel.

Another special situation to mention are the challenges we all faced in 2008. The need for new energy saving and climate saving technologies and products became as clear as never before – first by the extreme increase of energy costs and subsequently by the global economic crisis. Research and development play an important role for coping with these challenges, both in the ecologic and in the economic sense. The IISB is well aware of this responsibility.

Leading-edge know-how is essential to emerge from the crisis with new strength. In that respect, the IISB is an open, competent, and reliable partner for industry and public authorities. The institute develops new materials, devices, processes, and equipment for semiconductor technology in micro and nanoelectronics, including crystal growth and technology simulation. Power electronics and mechatronics constitute the second big field of activity, especially with respect to power conversion and automotive electronics. Especially our SME customers benefit from this scope and flexibility.

With its own specific strengths, the institute contributes to the reduction of energy consumption by innovations in the fields of drive technology for hybrid and electric cars, power electronics for efficient energy conversion, optimized basic materials for photovoltaics, or preservation of resources by optimized processing and equipment in semiconductor manufacturing.

As hitherto, the close partnership with the University of Erlangen-Nuremberg (FAU) is a key factor for the successful work of the IISB, which will be further cultivated and extended. The joint operation of 1500 m² of cleanroom area at FAU and IISB, the involvement in research activities at the university, the consolidated integration of the IISB in university teaching, as well as the joint training of trainees in microtechnology are only a few examples for this successful cooperation.

I am looking forward to creating the future of the IISB together with my colleagues. Therefore, of course, new research topics for the institute will arise. We will significantly extend our activities in electric vehicles and electronics for sustainable use of energy. Alternative technologies of nanoelectronics offer many possibilities for research. Printable inorganic electronics is one of these exciting topics for the institute, which we pursue in cooperation with several chairs of the FAU.

Continuing our well-proven strategic direction, the IISB will furthermore stand for excellent research in microelectronics, nanoelectronics, and power electronics, for international presence in a global network of cooperation, and strong regional ties as well. The institute will fulfil its responsibility in the promotion, teaching, and training of young researchers.

Finally, I would like to express my gratitude to the public authorities and our partners from industry for their support. I thank all my colleagues at IISB for contributing to the success of the institute by their dedicated efforts.

Erlangen, May 2009



Prof. Dr. Lothar Frey

VORWORT

PROF. HEINER RYSSEL

In diesem Jahresbericht des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB für das Jahr 2008 darf ich mich – rückwirkend – zum letzten Mal als Leiter des Instituts an Sie wenden. Seit Herbst 2008 befinde ich mich im wohlverdienten Ruhestand und habe die Verantwortung für das IISB in die Hände meines Kollegen Prof. Dr. Lothar Frey übergeben.

Auch wenn ich dem Institut weiterhin aktiv und eng verbunden bin, so endet doch ein Lebensabschnitt, der mich vor fast einem Vierteljahrhundert nach Erlangen geführt hat. In einer solchen Situation liegt immer ein Rückblick nahe, jedoch würde eine umfassende Betrachtung den Rahmen dieses Vorworts bei weitem sprengen. So will ich mich auf ein kurzes Fazit beschränken.

Ich kann ein bisschen Stolz nicht verhehlen, dass ich die Geschichte eines solchen Instituts seit seiner Gründung miterleben und zusammen mit allen Kolleginnen und Kollegen gestalten durfte. Es freut mich zu sehen, dass gegebene Impulse Früchte tragen. Exemplarisch möchte ich hier die Ausweitung der Geschäftsfelder des IISB auf die Kristallzüchtung und die Leistungselektronik nennen, die unsere Aktivitäten im Bereich der Halbleitertechnologie hervorragend ergänzen, ein wichtiger Bestandteil der bewährt breiten und flexiblen Ausrichtung des Instituts sind und auch ihre eigene Erfolgsgeschichte vorzuweisen haben. So war dieser Schritt letztendlich ausschlaggebend für die Gründung unserer beiden Außenstellen in den Jahren 2004/2005 – das Zentrum für Kfz-Leistungselektronik und Mechatronik (ZKLM) in Nürnberg sowie das Technologiezentrum Halbleitermaterialien (THM) in Freiberg, das wir gemeinsam mit dem Fraunhofer ISE betreiben.

Aber nicht nur Forschung und wirtschaftliche Aspekte fallen mir hier ein, sondern auch die Ausbildung und Lehre, die im Sinne der Nachwuchsförderung ebenfalls zur Verantwortlichkeit eines Fraunhofer-Instituts gehören. Dies führt mich zu unserer engen Verbundenheit mit der Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), an der ich – wie jetzt auch Herr Kollege Frey – parallel zum IISB den Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente (LEB) innehatte. Neben meinen Vorlesungen im Grund- und Hauptstudium bzw. Bachelor- und Masterstudiengängen – übrigens stets über die Vorlesungsverpflichtung hinausgehend – werden von IISB-Mitarbeitern weitere Vorlesungen im Hauptstudium gehalten. Der sehr erfolgreiche Studiengang Mechatronik wurde im Jahr 2001 als gemeinschaftliche Initiative von Maschinenbau und Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (EEl) durch Herrn Kollegen Feldmann und mich ins Leben gerufen. Auch bei der Berufsausbildung zum Mikrotechnologien wurde durch die Kooperation zwischen

Universität und Fraunhofer-Institut viel erreicht.

Mein herzlicher Dank gilt allen Unterstützern und Auftraggebern des IISB, allen Wegbegleitern und Kooperationspartnern aus Industrie, Forschung und öffentlichen Fördergebern, mit denen wir ein weit gespanntes Netzwerk pflegen.

Das Institut hat sein Profil eindrucksvoll geschärft – international und regional. Lothar Frey und die Mannschaft des IISB genießen mein vollstes Vertrauen, die Erfolgsgeschichte als Kompetenzzentrum und enger Partner der Industrie weiterzuschreiben.

Ich wünsche dem IISB und seinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für die Zukunft alles erdenklich Gute, viel Glück und Erfolg. Ihnen gilt mein tiefer Dank für die zurückliegenden Jahre.

Erlangen, Mai 2009



Prof. Dr.-Ing. Heiner Rysel

PREFACE

This 2008 annual report of the Fraunhofer Institute for Integrated Systems and Device Technology IISB is the last one for me to address you – retroactively – as director of the institute. In fall 2008, I retired and handed over the responsibility for the IISB to my colleague Prof. Dr. Lothar Frey.

I am still active for and associated with the institute. Nevertheless, for me this constitutes the end of a period of life, which led me to Erlangen almost a quarter of a century ago. In such a situation, a retrospect seems to be inevitable. However, an extensive and complete review would exceed the limits of this foreword by far. Therefore, I will confine myself to a short conclusion.

I cannot deny a little pride in having witnessed and created the history of such an institute since its foundation together with all my colleagues. I am happy to see that impulses that were given have borne fruit. As an example, I would like to mention the extension of the business fields of the IISB by crystal growth and power electronics, which perfectly supplement our activities in semiconductor processing technology, which are important factors in the well-proven broad and flexible concept of the institute, and which can look back on their own success stories. After all, these steps of extension were the triggers for the foundation of our branch labs in the years of 2004 and 2005 – the Center for Automotive Power Electronics and Mechatronics (ZKLM) in Nuremberg, and the Technology Center for Semiconductor Materials (THM) in Freiberg, which we operate together with Fraunhofer ISE.

But not only research and economic success come to my mind but also teaching and training, which in the sense of the promotion of young scientists also are a part of the responsibility of a Fraunhofer institute. This leads me to our close bonds to the University of Erlangen-Nuremberg, where I – as my colleague Lothar Frey does now – held the Chair of Electron Devices (LEB). In addition to the lectures for diploma, bachelor, and master study courses given by myself, which, by the way, always exceeded the obligatory amount of teaching, advanced study lectures are contributed by IISB staff members. In 2001, the very successful study course of Mechatronics was introduced as a joint initiative of the Departments of Mechanical and Electrical Engineering by my colleague Prof. Feldmann and myself. Also for the training of microtechnology trainees the cooperation of university and Fraunhofer institute has proven to be very beneficial.

I cordially thank all supporters and customers of the IISB, and all companions and cooperation partners from industry, research, and public authorities, with which we cultivate a wide-spread network.

The institute has impressively raised its international and regional profile. Lothar Frey and the IISB team possess my full confidence to continue the success story as competence center and reliable partner of industry.

I want to convey my gratitude and best wishes for happiness and success to the IISB and its staff. I am deeply indebted to them for the past years.

Erlangen, May 2009



Prof. Dr. Heiner Ryssel

INHALT

Das Institut im Profil

Ziele	10
Kurzportrait	10
Arbeitsschwerpunkte	12
Kooperation mit dem Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente	14
Außenstellen	16
Kuratorium	18

Das Forschungs- und Dienstleistungsangebot

Institutsspezifische Angebote zur Vertragsforschung	20
Apparative Ausstattung	22
Kontakt und weitere Informationen	26

Das Institut in Zahlen

Mitarbeiterentwicklung	28
Betriebshaushalt	29

Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick

Die Fraunhofer-Gesellschaft	30
Die Forschungsgebiete	30
Die Zielgruppen	30
Das Leistungsangebot	32
Der Weg zur Zusammenarbeit mit der Fraunhofer-Gesellschaft	32
Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik	34
Die Standorte der Forschungseinrichtungen	35

Technologiesimulation

Schwerpunkte, Trends und Potentiale der Abteilung.	36
Erweiterung rigoroser Lithographiesimulation auf größere Gebiete.	38
Germanium als Material der Zukunft?	40
Simulation von CMOS-Transistoren und ihrer technologiebedingten Schwankungen	42

CONTENT

Profile of the Institute

Objectives	11
Brief Portrait	11
Major Fields of Activity	13
Cooperation with the Chair of Electron Devices	15
Branch Labs	17
Advisory Board	19

Research and Services

Contract Research Services	21
Facilities	23
Contact and Further Information	27

Representative Figures

Staff Development	28
Budget	29

The Fraunhofer-Gesellschaft at a Glance

The Fraunhofer-Gesellschaft	31
The Research Fields	31
The Research Clients	31
The Range of Services	33
Working Together with the Fraunhofer-Gesellschaft	33
Fraunhofer Alliance Microelektronics	34
Locations of the Research Facilities	35

Technology Simulation

Focal Areas of Research and Development, Trends and Potentials of the Department	37
Extension of Rigorous Lithography Simulation to Larger Areas	39
Germanium as Material of the Future?	41
Simulation of CMOS Transistors and their Technology-Induced Variations	43

FORTSETZUNG

Halbleiterfertigungsgeräte und -methoden

Schwerpunkte, Trends und Potentiale der Abteilung.	44
Vergleich verschiedener Methoden zur Schichtwiderstandsmessung bei CMOS-Strukturen kleiner 32 nm	46
Entwicklung eines Mini-Batch-Vertikalofens für die plasmaunterstützte Herstellung dünner Schichten	48
Ebenheitsmessung auf Waferoberflächen mit Wellenfrontsensorik	50

Technologie

Schwerpunkte, Trends und Potentiale der Abteilung.	52
Tintenentwicklung für gedruckte Elektronik	54
Elektrische AFM-Techniken für die Charakterisierung von Hoch- ϵ -Dielektrika im Nanometerbereich	56
Piezoelektrische Transformatoren für die Übertragung von Energie und Information	58

Kristallzüchtung

Schwerpunkte, Trends und Potentiale der Abteilung.	60
Reduktion der SiC- und Si ₃ N ₄ -Bildung bei der Herstellung von Multikristallinem Photovoltaik-Silicium.	62
Ursache und Vermeidung von Makrodefekten bei der Flüssigphasenepitaxie von GaN	64
Korrelation von Kristalldefekten mit den Eigenschaften von 4H-SiC-Leistungsbau-elementen	66

Leistungselektronische Systeme

Schwerpunkte, Trends und Potentiale der Abteilung.	68
Hybrid-Technologieplattform	70
Montageoptimierte Entwärmungslösungen für die Leistungselektronik	72
Aufbau- und Verbindungstechnologien für Hochtemperatur-Leistungselektronik	74

Namen, Daten, Ereignisse

Ereignisse.	76
Förderkreis für die Mikroelektronik e.V.	88
Gastwissenschaftler	90
Patenterteilungen	92
Mitarbeit in Fachgremien, Fachverbänden und Komitees	92
Konferenzen und Workshops.	95
Messebeteiligungen	96

Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Publikationen	98
Vorträge	103
Doktorarbeiten	119
Diplomarbeiten	119
Studienarbeiten	119
Projektarbeiten	119

CONTENT

CONTINUATION

Semiconductor Manufacturing Equipment and Methods

Focal Areas of Research and Development, Trends and Potentials of the Department	45
Comparison of Sheet Resistance Measurement Methods for CMOS Structures below 32 nm	47
Development of a Mini-Batch Vertical Furnace for Plasma-Assisted Fabrication of Thin Films	49
Measurement of Flatness on Wafer Surfaces with Wavefront Sensing	51

Technology

Focal Areas of Research and Development, Trends and Potentials of the Department	53
Development of Inks for Printable Electronics	55
Electrical AFM techniques for nano-scale characterization of high-k dielectrics	57
Piezoelectric Transformer for Energy and Information Transfer	59

Crystal Growth

Focal Areas of Research and Development, Trends and Potentials of the Department	61
Reduction of the SiC und Si ₃ N ₄ formation during the growth of multi-crystalline Photovoltaic silicon	63
Origin and Avoidance of Extended Defects in Liquid Phase Epitaxy of GaN.	65
Correlation of Crystal Defects with Properties of 4H-SiC High Power Devices	67

Power Electronic Systems

Focal Areas of Research and Development, Trends and Potentials of the Department	69
Hybrid Technology Platform	71
Innovative Heatsink Solutions for Power Electronics	73
Substrate and Joining Technologies for High Temperature Power Electronics	75

Important Names, Data, Events

Events	77
Förderkreis für die Mikroelektronik e.V.	89
Guest Scientists	90
Patents	92
Participation in Committees	92
Conferences and Workshops	95
Fairs and Exhibitions.	96

Scientific Publications

Publications	98
Presentations	103
PhD Theses	119
Diploma Theses	119
Theses	119
Project Theses	119

DAS INSTITUT IM PROFIL

Ziele

Das Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB hat die Aufgabe, gemeinsam mit der Industrie neue Geräte und Verfahren zur Halbleiterfertigung zu entwickeln und Simulationswerkzeuge zur Beschreibung moderner mikroelektronischer Fertigungsschritte bereitzustellen. Als Kompetenzzentrum für Leistungselektronik entwickelt das IISB darüber hinaus leistungselektronische Bauelemente und Systeme - von Einzeldioden bis hin zu kompletten Prototypen für Schaltnetzteile, Frequenzumrichter u.v.a.m.

Kurzportrait

Das IISB gliedert sich in fünf Abteilungen und arbeitet auf den meisten Gebieten eng mit dem Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente sowie bei der Kristallzüchtung mit dem Lehrstuhl für Werkstoffe der Elektrotechnik der Universität Erlangen-Nürnberg zusammen. Die Struktur zeigt das Organigramm in Fig. 1.

Die Institutsleitung des IISB wird durch ein Kuratorium, das Direktorium, den Institutsleitungsausschuss und den Arbeitschutzausschuss beraten. Dem Institutsleitungsausschuss gehören neben den Abteilungs- und stellvertretenden Abteilungsleitern die Infrastrukturleitung, die Verwaltungsleitung und der gewählte Vertreter des wissenschaftlich-technischen Rates an. Das Direktorium besteht aus der Institutsleitung und allen Abteilungsleitern. Seit 1994 gibt es einen Betriebsrat, der entsprechend dem Betriebsverfassungsgesetz an den Entscheidungen beteiligt wird.

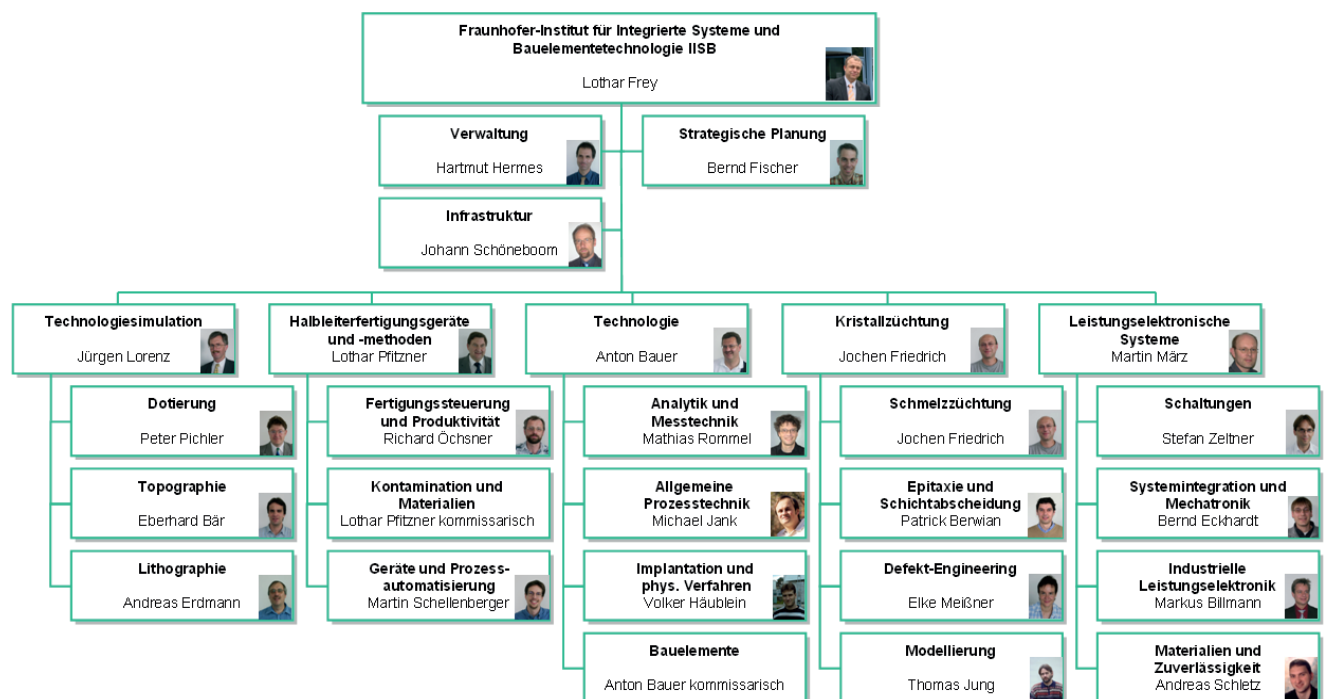


Fig. 1: Organigramm des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie.

PROFILE OF THE INSTITUTE

Objectives

Together with its industrial partners, the Fraunhofer Institute for Integrated Systems and Device Technology IISB is responsible for developing new equipment and processes in semiconductor manufacturing as well as for providing simulation tools to characterize the process steps involved in modern microelectronics manufacturing. As a center of excellence for power electronics, the IISB develops power electronic devices and systems - from discrete diodes up to complex prototypes for switch-mode power supplies, drives etc.

Brief Portrait

The IISB consists of five departments and closely cooperates with the Chair of Electron Devices and the Chair of Electrical Engineering Materials of the University of Erlangen-Nuremberg in the field of crystal growth. Fig. 1 shows the organizational structure.

The director of IISB is consulted by an Advisory Board, the Board of Directors, the Institute Executive Committee, as well as by the Workplace Safety Committee. The Institute Executive Committee includes the department heads and vice department heads, the infrastructure manager, the administration manager, and the elected representative of the Technical Research Board. The board of directors consists of the director of IISB and the heads of all departments. Since 1994, a works council participates in decisions according to the Works Council Constitution Act.

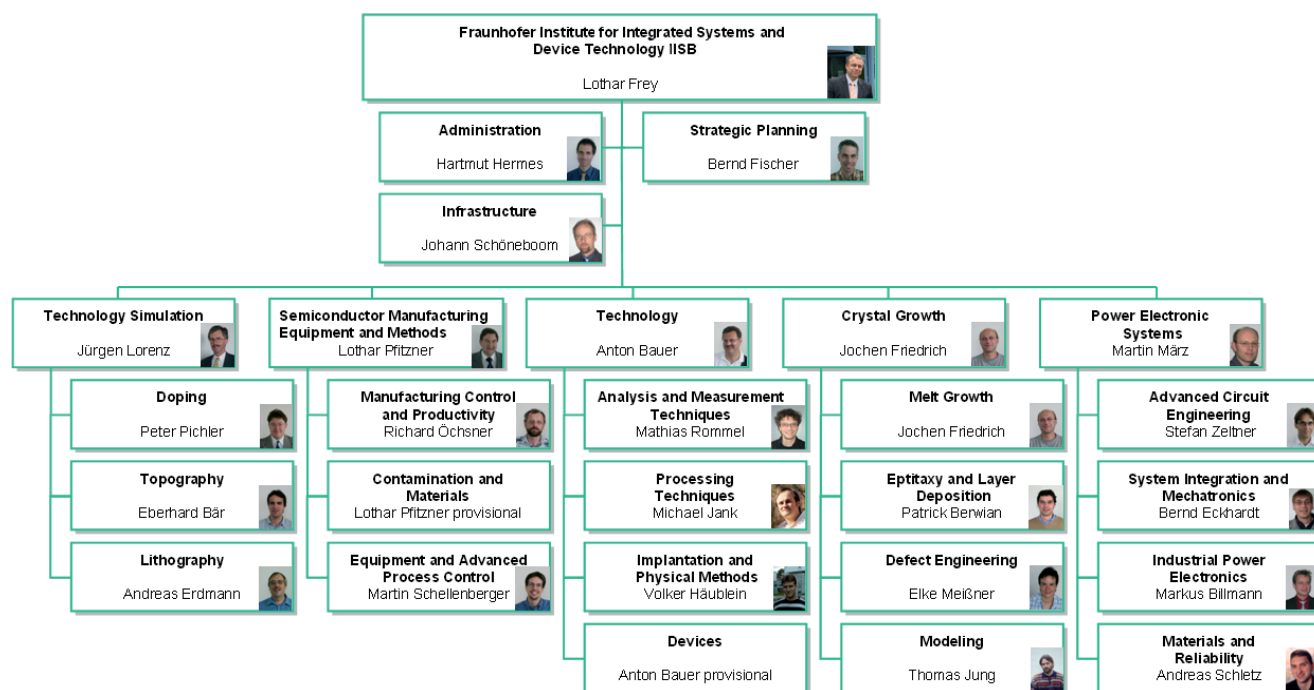


Fig. 1: Organizational structure of the Fraunhofer Institute for Integrated Systems and Device Technology.

DAS INSTITUT IM PROFIL

Arbeitsschwerpunkte

Im Arbeitsgebiet Technologiesimulation werden physikalische Modelle und leistungsfähige Simulationsprogramme zur Optimierung von Einzelprozessen und Prozessfolgen in der Halbleitertechnologie entwickelt und in die Anwendung transferiert. Des Weiteren wird die Entwicklung und Optimierung von Lithographiemasken, Prozessen, Bauelementen und Schaltungen durch Prozess-, Bauelemente- und Schaltungssimulation unterstützt.

Im Arbeitsgebiet Halbleiterfertigungsgeräte und -methoden werden Firmen bei der Entwicklung und Verbesserung neuer Fertigungsgeräte, Materialien und der damit verbundenen Prozesse bis hin zur Implementierung in die Produktion sowie der Yield- und Durchsatzoptimierung unterstützt. Dabei wird besonderer Wert auf Fragen der Prozesskompatibilität mit anderen Fertigungsschritten, der Reduzierung von Kontamination durch Medien, Werkstoffe, Geräte und Prozesse sowie der Sicherheit, umweltfreundlichen Fertigung und Ressourcenoptimierung gelegt. Der Verbesserung von Prozessreproduzierbarkeit und -zuverlässigkeit dienen Entwicklung und Einsatz von Verfahren der integrierten Messtechnik und Prozessautomatisierung, besser bekannt unter den Fachbegriffen „Integrated Metrology“ und „Advanced Process Control“ (APC). Die Gerätevorqualifizierung oder das „Equipment Assessment“ unter Nutzung von industriekompatiblen Prozessen und Charakterisierungsverfahren reduziert das Risiko beim Einsatz der neu entwickelten Geräte und Prozesse in den Fertigungslinien der Halbleiterindustrie und nutzt das Know-how aus der Einzelprozessoptimierung. Ein neuer Ansatz, „Virtual Equipment Engineering“ (VEE), unterstützt – ausgehend vom CAD-Entwurf – eine schnelle und zielgerichtete Entwicklung neuer Fertigungsgeräte mittels einer durchgängigen Geräte- und Prozesssimulationskette.

Neue technologische Prozesse und Herstellungsmethoden für die VLSI- und ULSI-Technologie sowie für moderne Leistungsbaulemente werden im Arbeitsgebiet Technologie entwickelt. Im Speziellen umfassen die Tätigkeiten unter anderem Oberflächen und Dünnschichttechnik für neue Materialien, Prozesse für dünne dielektrische und metallische Schichten, Ionenimplantation, Nanoelektronik, Schaltkreismodifikation und IC-Reparatur sowie Entwicklung von passiven Bauelementen.

Im Arbeitsgebiet Kristallzüchtung ist es das Ziel als FuE-Dienstleister für die Industrie, den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften von Kristallen und Schichten mit den Wachstumsbedingungen zu identifizieren und dadurch die Herstellungsverfahren zu optimieren. Traditionell werden innovative Züchtungsmethoden von Halbleiterkristallen für die Mikroelek-

tronik, Photovoltaik und optische Anwendungen untersucht. Im zunehmenden Maße wird auch die Korrelation Prozess-Materialeigenschaft für Verfahren zur Herstellung dünner funktioneller Schichten betrieben. Experimentelle Prozessanalyse, numerische Modellierung und theoretische Untersuchungen bilden dabei eine strategische Einheit. Neben Messtechniken zur Bestimmung des Stoff- und Wärmetransportes in Kristallzüchtungsprozessen kommen selbst entwickelte benutzerfreundliche Simulationsprogramme zur Berechnung von Hochtemperaturanlagen und -prozessen zum Einsatz. Diese am Fraunhofer IISB entwickelten Simulationswerkzeuge sind seit Jahren in der Industrie zur Unterstützung der Entwicklung von Kristallzüchtungsanlagen und -prozessen etabliert.

Ein weiteres großes Arbeitsgebiet des Instituts bildet die Leistungselektronik. Das Spektrum reicht hier von der Entwicklung und Anwendung neuer Materialien, über Zuverlässigkeitsuntersuchungen und Fehleranalysen, schaltungs- und regelungstechnische Fragestellungen bis hin zur Realisierung kompletter Systemlösungen für die Fahrzeugtechnik, sowie die Energie-, Anlagen- und Automatisierungstechnik. Schwerpunkte liegen im Bereich der mechatronischen Systemintegration von elektrischen Leistungswandlern, d.h. der Integration von Leistungselektronik, Mikroelektronik, Sensorik und Mechanik, sowie bei Konzepten und Technologien zur Steigerung von Effizienz (Wirkungsgrad) und Leistungsdichte.

PROFILE OF THE INSTITUTE

Major Fields of Activity

The department of Technology Simulation develops physical models and high performance simulation programs for the optimization of single processes and process sequences in semiconductor technology and transfers them into application. Furthermore, it supports the development and optimization of lithography masks, processes, devices, and circuits by simulation.

The primary objective in the area of Semiconductor Manufacturing Equipment and Methods is to support equipment and materials suppliers by R&D of novel equipment, materials, and processes close to the equipment – up to the implementation into production – as well as to optimize yield and throughput. Special emphasis lies on questions concerning the compatibility of processes with other manufacturing steps, the reduction of contamination by different media, materials, equipment, and processes as well as safety, environmentally acceptable production, and the optimization of resources. “Integrated Metrology” und “Advanced Process Control” (APC) – which means the development and the application of methods of integrated metrology and process automation – aim at the improvement of process reproducibility and reliability. The “Equipment Assessment”, by using industrially compatible processes and characterization methods, reduces the risk of applying newly developed equipment and processes in semiconductor manufacturing. A new approach, “Virtual Equipment Engineering” (VEE) based on CAD, supports the fast and specific development of new manufacturing equipment using an integrated equipment and process simulation chain.

New technological processes and manufacturing methods for both VLSI and ULSI technology as well as for advanced power devices are being developed by the Department of Process Technology. The activities include surface and thin film technologies for novel materials, processes for thin dielectric and metallic layers, ion implantation, nano electronic, circuit modification and IC repair as well as development of passive devices.

In the working area Crystal Growth it is the objective to act as the prime R&D partner of industry in order to identify the correlation between the properties of crystals and thin films with the production conditions and thus contribute to an optimization of the industrial production processes. The investigation of innovative bulk growth techniques for semiconductor crystals to be used in microelectronic, photovoltaic and optical applications is traditionally a focal area of research. The correlation of process conditions with material properties is carried

out more and more for making thin functional films. Experimental process analysis, numerical modelling and theoretical studies are a strategic unit. Measuring techniques for determination of heat and mass transport process in crystal growth processes are applied as well as in house developed easy to use simulation packages for thermal modelling of high temperature equipment and processes. The software developed by IISB is established in industry since several years in order to support the development of crystal growth facilities and processes.

Power Electronics is another major field of activity. Innovative solutions for monolithic, hybrid or mechatronic system integration of all kinds of power converters – such as switch-mode power supplies or drive inverters – are developed in this context.

DAS INSTITUT IM PROFIL

Kooperation mit dem Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente

Das IISB und der Lehrstuhl Elektronische Bauelemente, Universität Erlangen-Nürnberg, betreiben im Rahmen eines Kooperationsvertrages nicht nur gemeinsam Labore, sondern sind auch bei Ausbildung und Forschung gemeinsam tätig. So beteiligen sich die Mitarbeiter des IISB bei Praktika für Studenten und umgekehrt wird die Berufsausbildung zum „Mikrotechnologen“ im IISB durch Mitarbeiter des Lehrstuhls für Elektronische Bauelemente unterstützt.

Der Lehrstuhl ist daneben in mehreren Forschungsrichtungen mit grundlegenden Vorfeldarbeiten tätig, die auch für das IISB von großem Interesse sind. Dazu gehören Projekte zu neuen Dielektrika und Metal Gate, SiGe-Gateelektroden, SiC und Aktoren.

Weiterhin halten Mitarbeiter des IISB an der Universität Erlangen-Nürnberg Vorlesungen. Diese sind:

Priv.-Doz. Dr. Peter Pichler:

Zuverlässigkeit und Fehleranalyse integrierter Schaltungen

Dr. Jürgen Lorenz:

Prozess- und Bauelementesimulation

Prof. Dr. Lothar Pfitzner:

Technik der Halbleiterfertigungsgeräte

Dr. Martin März:

Automobilelektronik - Leistungselektronik

Dr. Andreas Erdmann:

Optische Lithographie: Technologie, Physikalische Effekte und Modellierung

Dr. Michael Jank

Nanoelektronik

PROFILE OF THE INSTITUTE

Cooperation with the Chair of Electron Devices

IISB and the Chair of Electron Devices, University of Erlangen-Nuremberg, do not only operate joint laboratories in the framework of a cooperation contract, but moreover are also working together in education and research. Employees of IISB promote student practical training, and the professional training as "Microtechnologists" at IISB is being supported by employees of the Chair of Electron Devices.

Furthermore, the Chair of Electron Devices does preliminary basic research work in several areas. This work, which is of great interest to IISB as well, comprises projects regarding new dielectrics and metal gate, SiGe gate electrodes, SiC, and actuators.

Furthermore, staff of the IISB give lectures at the University Erlangen-Nuremberg. The lectures are:

Priv.-Doz. Dr. Peter Pichler:

Reliability and Failure Analysis of Integrated Circuits

Dr. Jürgen Lorenz:

Process and Device Simulation

Prof. Dr. Lothar Pfitzner:

Semiconductor Equipment Technics

Dr. Martin März:

Automotive Electronics - Power Electronics

Dr. Andreas Erdmann:

Optical Lithography: Technology, Physical Effects and Modeling

Dr. Michael Jank

Nanoelectronics

DAS INSTITUT IM PROFIL

Außenstellen

Technologiezentrum Halbleitermaterialien Freiberg - THM

Die Außenstelle des Fraunhofer IISB, das Fraunhofer Technologiezentrum Halbleitermaterialien (THM) in Freiberg, wird als gemeinsame Abteilung des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB), Erlangen, und des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesysteme (ISE), Freiburg, betrieben. Aufbauend auf der Expertise beider Institute unterstützt das THM Firmen bei der Entwicklung von Technologien zur Herstellung innovativer Halbleitermaterialien für den Einsatz in der Mikro- und Optoelektronik und in der Photovoltaik. Die aktuellen und künftigen Forschungsschwerpunkte, die das THM gemeinsam mit der Industrie und der Technischen Universität Bergakademie Freiberg bearbeitet, liegen auf der kostengünstigeren Herstellung von Halbleitersubstraten, der Verbesserung der Materialqualität von kristallinem Silicium und von III-V-Halbleitern sowie der Herstellung neuer Materialien.

Zentrum für Kfz-Leistungselektronik und Mechatronik – ZKLM

Das „Zentrum für Kraftfahrzeug-Leistungselektronik und Mechatronik - ZKLM“ ist eine Außenstelle des IISB im „energie-technologischen Zentrum (etz)“ in Nürnberg und gehört organisatorisch zur Abteilung leistungselektronische Systeme.

Im Fokus der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten am ZKLM stehen leistungselektronische Systemkomponenten für die Verkehrsträger von morgen, speziell für PKWs, Zweiräder, Nutzfahrzeuge und Flugzeuge.

Mit Innovationen im Bereich der Leistungselektronik werden neue technische Lösungen für die Elektromobilität erschlossen, insbesondere auf den Gebieten elektrische Antriebe, elektrisches Energiemanagement in Fahrzeugen, Netzankopplung mobiler Systeme und elektrische Energiespeichersysteme.

Den über 20 Ingenieuren und Technikern stehen 680m², Büro- und Laborfläche zur Verfügung, einschließlich einer „Hybrid-Manufaktur“ mit PKW-Einfahrt direkt ins Labor und Hebebühne.

Neben zwei Erprobungsfahrzeugen, einem Hybrid-PKW (Toyota Prius II) und einem reinen Elektro-PKW (Citroen AX), verfügt das ZKLM auch über eine proprietäre Hybrid- Entwicklungsplattform auf der Basis eines AUDI-TT. Letztere dient den Forschern und Entwicklern am ZKLM der Demonstration, Erprobung und Optimierung von Systemkomponenten für Hy-



Fig. 2: Das Fraunhofer THM befindet sich im Gewerbegebiet Süd von Freiberg in unmittelbarer Nähe zu den Materialherstellern, die am gleichen Standort ansässig sind;

The Fraunhofer THM is located in the business park south of Freiberg near the material manufacturers which are at the same location.

brid- und Elektrofahrzeuge.

Seit 2007 ist das ZKLM auch Sitz der Arbeitsgruppe „Materialien und Zuverlässigkeit“, die sich mit Fragen der Zuverlässigkeit, Lebensdauer und Robustheit leistungselektronischer Systeme im Anforderungskontext der jeweiligen Zielanwendung sowie mit innovativen Materialien für die Leistungselektronik befasst

PROFILE OF THE INSTITUTE

Branch Labs

Technology Center Semiconductor Materials Freiberg - THM

The subsidiary of IISB, the Fraunhofer Technology Centre of Semiconductor Materials (THM) in Freiberg is organized as a common department between the Fraunhofer Institute for Integrated Systems and Device Technology (IISB), Erlangen and the Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems, Freiburg. THM supports industry in their developments of technologies for the production of innovative semiconductors to be used in micro- and optoelectronic as well as in photovoltaic. The current and future focal areas of research, which are investigated by THM in close collaboration with the Technical University Bergakademie Freiberg, are the production of semiconductor substrates at reduced costs, the improvement of the material quality of crystalline silicon and III-V compound semiconductors as well as the production of new materials.

Center for Automotive Power Electronics and Mechatronics –ZKLM

The “Center for Automotive Power Electronics and Mechatronics - ZKLM” is a branch-lab of the Fraunhofer-IISB, located in the “Energy Technology Center – etz” in Nuremberg. The ZKLM is part of the power electronics system department.

In the focus of the research and development works at the



Fig. 3: Das etz in Nürnberg - Sitz des Zentrums für Kfz-Leistungselektronik und Mechatronik - ZKLM, eine Außenstelle des Fraunhofer-IISB;

The etz in Nuremberg - domicile of the Center for Automotive Power Electronics and Mechatronics (ZKLM) - a branch lab of the Fraunhofer-IISB.



*Fig. 4: Der Hybrid-TT – eine der Entwicklungsplattformen des ZKLM für Hybrid- und Elektroautokomponenten;
The Hybrid-TT – one of the development platforms of the ZKLM for hybrid and electric vehicle components.*

ZKLM are power electronic system components for next generation transport operators like two-wheelers, cars, busses, trucks and airplanes.

New technical solutions for electric mobility are developed based on innovations in the field of power electronics, particularly for all kind of electrical drives, on-board electrical energy management, vehicle-to-grid systems, and electrical energy storages.

About 680 m² office and laboratory area including a “hybrid manufactory” are available for the meanwhile more than 20 engineers’ and technicians’.

The ZKLM is using a proprietary hybrid development platform based on an Audi TT, next to two test vehicles, a hybrid car (Toyota Prius II) and a pure electrical car (Citroen AX). These vehicles serve the engineers at the ZKLM for the demonstration, prooftesting and optimization of system components.

Since 2007 the ZKLM is also domicile of the “Materials and Reliability” group, that is working on new materials as well as on reliability, lifetime, and robustness issues of power electronic systems in the context of the individual application requirements and mission profiles.

DAS INSTITUT IM PROFIL

Kuratorium (2008)

Die Institutsleitung wird durch ein Kuratorium beraten, dessen Mitglieder aus Wirtschaft und Wissenschaft stammen:

Dr. Reinhard Ploß
Infineon Technologies AG
(Vorsitzender des Kuratoriums)

Prof. Dr. Ignaz Eisele
Universität der Bundeswehr München
Lehrstuhl für Mikrosystemtechnik
(stellvertretender Vorsitzender des Kuratoriums)

Dr. Dietrich Ernst
Vorsitzender des Förderkreises für die Mikroelektronik e.V.

Prof. Dr. Nikolaus Fiebiger
im Ruhestand, ehemaliger Präsident der Universität Erlangen-
Nürnberg, ehemaliger Präsident der Bayerischen Forschungs-
stiftung

Dr. Georg Ried
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur,
Verkehr und Technologie

Prof. Dr. Johannes Huber
Dekan der Technischen Fakultät der Universität Erlangen-
Nürnberg

Dr. Karl-Heinz Stegemann
Signet Solar GmbH Dresden

Dr. Thomas Stockmeier
SEMIKRON Elektronik GmbH & Co. KG

Dr. Uwe Weigmann
Technologiestiftung Innovationsagentur Berlin GmbH

PROFILE OF THE INSTITUTE

Advisory Board (2008)

IISB is consulted by an Advisory Board, whose members come from industry and research.

Dr. Reinhard Ploß
Infineon Technologies AG
(Chairman of the Advisory Board)

Prof. Dr. Ignaz Eisele
University of the German Federal Armed Forces, Munich
(Deputy Chairman of the Advisory Board)

Dr. Dietrich Ernst
Chief Executive Officer of the "Förderkreis für die Mikroelektronik e.V."

Prof. Dr. Nikolaus Fiebiger
retired, former president of the University of Erlangen-Nuremberg, former managing director of the Bavarian Research Foundation

Dr. Georg Ried
Bavarian Ministry of Economic Affairs, Infrastructure, Transport and Technology

Prof. Dr. Johannes Huber
Dean of the Faculty of Engineering Sciences of the University of Erlangen-Nuremberg

Dr. Karl-Heinz Stegemann
Signet Solar GmbH Dresden

Dr. Thomas Stockmeier
SEMIKRON Elektronik GmbH & Co. KG

Dr. Uwe Weigmann
The technology foundation Innovation agency Berlin GmbH

DAS FORSCHUNGS- UND DIENSTLEISTUNGS-ANGEBOT

Institutsspezifische Angebote zur Vertragsforschung

Die Arbeitsschwerpunkte des IISB liegen auf dem Gebiet der Simulation der Technologie mikroelektronischer Bauelemente sowie der Herstellungsverfahren von Halbleitermaterialien, der Entwicklung neuer Halbleiterfertigungsgeräte und -methoden sowie der Entwicklung neuer Prozessschritte und Verfahren zur Herstellung höchst- und ultrahochintegrierter Schaltkreise, der Entwicklung von Bauelementen der Mikrosystemtechnik und der Kristallzüchtung sowie der Anlagen zur Herstellung von Kristallen. Einen weiteren Arbeitsschwerpunkt bildet die Leistungselektronik. Hier werden innovative Lösungen zur monolithischen, hybriden und mechatronischen Systemintegration von Leistungswandlern aller Art entwickelt.

Im Bereich der Technologiesimulation werden zusammen mit Partnern leistungsfähige Simulationsprogramme zur kostengünstigen und zügigen Bauelemententwicklung erstellt, die beispielsweise eine dreidimensionale Vorausberechnung der Ergebnisse der Technologieprozesse gestatten. Neben der Programmerstellung umfassen diese Arbeiten umfangreiche experimentelle Untersuchungen zur Aufstellung von verbesserten physikalischen Modellen. Mit den entwickelten Programmen stehen der Halbleiterindustrie und der Forschung Werkzeuge zur Verfügung, die die Simulation aller wesentlichen Prozessschritte wie Lithographie, Ionenimplantation, Diffusion, Ätzen und Schichtabscheidung gestatten. Die Abteilung unterstützt die Entwicklung von Prozessen, Bauelementen und Schaltungen durch den Einsatz der Simulation.

Ein weiterer Schwerpunkt des IISB befasst sich mit der Entwicklung und Erprobung von Halbleiterfertigungsgeräten und -methoden. Die enge Verbindung zwischen Gerätetechnik, chemisch-physikalischer Verfahrenstechnik und Bauelementetechnologie ist hier von herausragender Bedeutung. Die Abteilung bietet interdisziplinäre Forschungs- und Entwicklungsleistungen ausgehend von einem breiten Know-how und Erfahrungen im Bereich Gerätebau, neue Regelungs- und Steuerungsverfahren, Messtechnik, chemische Verfahren, Softwareengineering und Fertigungstechnik an. Durch die Anwendung von neuen Simulations- und Entwicklungswerkzeugen können Systemlösungen für Fertigungsgeräte und Materialhersteller sowie für Halbleiterhersteller entwickelt werden. Beispiele für erfolgreiche neue Entwicklungen sind: Gerätequalifizierung für ultrareine Prozessierung, Messtechnik für integrierte Qualitätskontrolle, neue Gerätekonzepte und die Integration von Feed-Forward- und Feedback-Regelungen in Fertigungssteuerungen. Die Entwicklungen tragen den steigenden Anforderungen nach schneller Anwendung in ULSI-Fertigungslinien und einer erhöhten Zuverlässigkeit und Pro-

duktivität Rechnung. Deshalb verfügt die Abteilung über eine leistungsfähige Analytik zur Charakterisierung von Geräten, Komponenten und Materialien. Daneben steht die Analytik von Spurenverunreinigungen auf Siliciumscheiben in Prozesschemikalien und in Gasen durch TXRF, AAS und VPD-AAS zur Verfügung.

Die Abteilung Technologie befasst sich mit der Entwicklung von neuen Prozessschritten und Verfahren für hochintegrierte Schaltungen, der Entwicklung von Bauelementestrukturen der Leistungselektronik und Mikrosystemtechnik und der Qualifizierung von Gasen und Chemikalien anhand von Testprozessen. In Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente wird dafür ein Reinraum betrieben, welcher die Durchführung der wichtigsten Prozessschritte auf Siliciumscheiben von 100 bis größtenteils 200 mm Durchmesser ermöglicht. Für zukünftige VLSI und ULSI-Bauelemente werden Einzelprozesse entwickelt. Insbesondere werden umfangreiche Arbeiten auf den Gebieten der Erzeugung dünner dielektrischer und metallischer Schichten mittels chemischer Dampfphasenabscheidung unter Verwendung metallorganischer Precursormaterialien sowie der Implantation von Dopanden bei Nieder- und Hochenergie durchgeführt. Darüber hinaus laufen umfangreiche Arbeiten auf dem Gebiet der Bearbeitung von Nano-Strukturen und der Analyse oder Reparatur von Prototypen elektronischer Bauelemente. Entwicklung von Leistungsbaulementen bzw. von Komponenten für Leistungsbaulemente sind die Aufgaben der Gruppe Bauelemente. Entwicklungen aus den oben genannten Forschungsschwerpunkten der Abteilung für Bauelementetechnologie werden unterstützt durch messtechnische Untersuchungen. Zu einem besonderen Schwerpunkt hat sich hier die elektronische Messtechnik entwickelt. Vor allem klassische Messverfahren wie MOS-, I(U)-, C(U)-, Schichtwiderstands-, Beweglichkeits-, Dotierungsprofil-, Halleffektmessungen, REM- und TEM-Untersuchungen sowie energiedispersive Röntgenanalyse, aber auch Bestimmung von Linienbreiten, Schichtdicken, Scheibenebenheit und prozessinduziertem Scheibenverzug werden eingesetzt.

Die Abteilung Kristallzüchtung bietet basierend auf ihrem Know-how aus der Kristallzüchtung und den langjährigen Erfahrungen der Mitarbeiter im Anlagenbau, in der Messtechnik und in der Computersimulation vielfältige Forschungs- und Entwicklungsleistungen an. Dazu zählt insbesondere die Entwicklung und Optimierung von Anlagen und Prozessen für die Züchtung von Kristallen für die Mikroelektronik, Optoelektronik, Kommunikationstechnologie, Photovoltaik, Medizintechnik und für die Mikrolithographie. Die Strategie ist dabei, sowohl durch experimentelle als auch theoretische Studien

RESEARCH AND SERVICES

Contract Research Services

The focal areas of the Institute are technology simulation for advanced manufacturing processes, development of new semiconductor manufacturing equipment and materials, new process steps and methods for manufacturing very-large-scale-integration and ultralarge-scale-integration circuits, devices for microsystems technology and crystal growth processes and equipment. Power electronics is another major field of activity. Innovative solutions for monolithic, hybrid or mechatronic system integration of all kinds of power converters are developed.

In the domain of technology simulation, high-performance simulation tools for a cost-effective and rapid device development are developed in cooperation with partners. These tools allow, for example, a three-dimensional prediction of results to be obtained from technology processes. Apart from the development of software, these activities comprise extensive experimental investigations for designing improved physical models. With the programs developed, the semiconductor industry as well as universities and research centers have tools at their disposal allowing the simulation of all essential process steps, such as lithography, ion implantation, diffusion, etching, and layer deposition. Furthermore, it supports the development and optimization of processes, devices and circuits by simulation.

The second key activity of IISB is the development and assessment of semiconductor manufacturing equipment and materials. Most businesses active in this domain have evolved from mechanical engineering or chemical companies and are small or medium-sized. In this context, the close interrelation between equipment technology, physical-chemical process engineering, and device technology is of outstanding importance. The department provides interdisciplinary R&D services, and a wide range of know-how and skills including mechanical engineering, novel control concepts, metrology, chemical engineering, software engineering, and manufacturing techniques. Using advanced simulation tools and the latest technological developments, the department is able to provide system solutions for the benefit of E&M suppliers as well as for IC manufacturers. Recent examples for advanced developments are equipment characterization methods for ultraclean processing, metrology for integrated quality control, novel equipment concepts, and integration of feedback and feed-forward controls into control systems. Development of new manufacturing tools takes into account the increasing demand for immediate applicability in ULSI production lines and for enhanced reliability and productivity. The present focus of the department is,

therefore, on providing complementary analytical characterization of equipment, components, and materials to provide the latest measurement and control techniques to be integrated into equipment being modular measurement systems and the integration of novel monitoring strategy into IC manufacturing. Apart from that, analysis of trace impurities on silicon wafers, in process chemicals and gases through TXRF, AAS and VPD-AAS is performed.

The technology department works on the development of new process steps and methods for the integration of circuits, the processing of device structures in power electronics and microsystems technology, as well as on the qualification of gases and chemicals by means of test processes. For this purpose, IISB and the Chair of Electron Devices maintain joint cleanroom facilities. This allows the implementation of the most important process steps performed on silicon wafers with diameters from 100 to in the most instances 200 mm. Individual processes are developed for future VLSI and ULSI circuits. Special activities are focused on generating thin dielectric and metallic layers by means of chemical vapor deposition using organo-metallic precursor materials, as well as low and high-energy implantation of dopants. Moreover, research endeavors are being pursued in the domain of nano-structuring and analysis or repair of prototypes of electronic devices. The development of power devices and components for power devices is the challenges of the device group.

Developments achieved in the abovementioned key areas are supported by metrological services. Classical testing methods, such as MOS, I-V, C-V, sheet resistance, mobility, doping profile, and Hall Effect measurements as well as SEM & TEM investigations, energydispersive X-ray analysis, the determination of feature size, layer thickness, wafer planarity, and process-induced wafer warp have evolved to a major field of activity.

The department of crystal growth provides various R&D services which are based on its know-how in crystal growth and solidification as well as on the profound experiences of its co-workers in mechanical engineering, process analysis and computer simulation. R&D services are especially the development and optimization of equipment and processes for melt growth of crystals to be used in microelectronics, optoelectronics, communication technology, photovoltaics, medicine technique and microlithography. Thereby, the strategy is to contribute by experimental and theoretical studies to the identification and quantification of the relation of process conditions on crystal properties and defects. The department is provided with highly efficient user-friendly simulation programs, which are especially suitable for heat and mass transport calculations

DAS FORSCHUNGS- UND DIENSTLEISTUNGS-ANGEBOT

den Zusammenhang zwischen den Prozessbedingungen und den Kristalleigenschaften bzw. Kristalldefekten zu identifizieren und zu quantifizieren. Dazu verfügt die Abteilung über leistungsfähige, benutzerfreundliche Simulationsprogramme zur Berechnung des globalen Wärme- und Stofftransports in Hochtemperaturanlagen mit komplexer Geometrie. Diese Programme werden in enger Kooperation mit den industriellen Nutzern im Hinblick auf neue oder verbesserte physikalische Modelle, auf Benutzerfreundlichkeit und auf effizientere numerische Algorithmen weiterentwickelt.

Es sind darüber hinaus umfangreiche experimentelle Erfahrungen im Bereich der Entwicklung und Anwendung von Messtechniken zur Bestimmung des Wärme- und Stofftransports in Kristallzüchtungsanlagen vorhanden. Zusätzlich stehen durch die enge Zusammenarbeit mit dem Institut für Werkstoffwissenschaften, Lehrstuhl für Werkstoffe der Elektrotechnik, zahlreiche Verfahren zur elektrischen und optischen Charakterisierung von Kristallen zur Verfügung.

Das Arbeitsgebiet der Leistungselektronik umfasst die Bauelemente, Schaltungs- und Systementwicklung für die Antriebs- und Stromversorgungstechnik. Unterstützt werden Firmen in der anwendungsorientierten Vorlauftforschung sowie bei der Entwicklung von Prototypen und Kleinserien. Besonderes Augenmerk gilt der mechatronischen Systemintegration, d.h. der Integration von Leistungselektronik, Mikroelektronik, Sensorik und Mechanik. Weitere Themenfelder sind die elektrische und thermische Systemanalyse, Hochtemperaturelektronik, Ansteuerungen für Leistungsbaulemente, innovative Lösungen zur Energieeinsparung und Wirkungsgradoptimierung, leistungselektronische Messtechnik, Bauteilcharakterisierung und Modellbildung.

Durch einen Kooperationsvertrag zwischen der Fraunhofer-Gesellschaft und der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg ist das IISB sehr eng mit dem Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente sowie mit dem Institut für Werkstoffwissenschaften, Lehrstuhl für Werkstoffe der Elektrotechnik, verknüpft. Dies ermöglicht die gemeinsame Nutzung vorhandener Forschungseinrichtungen, Abstimmung der Forschungsaktivitäten und anwendungsorientierte Lehre und Ausbildung auf dem Gebiet der Technologie der Mikroelektronik.

Nicht nur über die Zugehörigkeit zum Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik und der Einbindung in die Technische Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg, sondern auch über die Verbindung zu zahlreichen Lehrstühlen und Instituten anderer Universitäten, Forschungseinrichtungen und Organisationen in Deutschland, im europäischen Ausland, in Nordamerika, Japan und China wird die wissenschaftliche Forschungsbasis auf dem

Gebiet der Herstellung und der Technologie der Mikroelektronik verbreitert und langfristig gesichert.

Apparative Ausstattung

Das Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie verfügt über eine Fläche von 4780 m², davon 2620 m² Büro- und Sonderflächen sowie 1590 m² Laborräume. Gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente wird die Reinraumhalle der Universität mit 600 m² genutzt.

Bei der Auswahl und Beschaffung der Technologiegeräte wurde besonderer Wert auf die industriekompatible Ausstattung des Halbleiterlabors gelegt. Die Prozessgeräte ermöglichen durchgängig die Bearbeitung und messtechnische Auswertung von Siliciumscheiben bis 150 mm Durchmesser, auch die Scheibenhandhabung von Kassette zu Kassette entspricht dem in der Industrie geforderten Standard.

Im einzelnen stehen zur Verfügung:

TECHNOLOGIEGERÄTE

Dotierung: 5 Ionenimplantationsanlagen einschließlich einer Hochenergieimplantationsanlage bis zu 6 MeV, Kurzzeitausheilapparaturen

Oxidation, Diffusion und Ausheilen: 4-Stock-Öfen, 300-mm-Vertikalofen, Kurzzeitoxidation

Schichtabscheidung: LPCVD von SiO₂, Si₃N₄, Polysilicium, TEOS, BPSG, PECVD von SiO₂ und stressfreiem Si₃N₄, ALD und metallorganische CVD für Isolatoren hoher Dielektrizitätskonstante und Metalle als Gatelektroden, Elektronenstrahlverdampfung, Widerstandsverdampfung und induktiver Verdampfer, Sputteranlagen, Ausheil- und Epitaxieanlagen für SiC

Ätztechnik: Plasma- und RIE-Trockenätzer für SiO₂, Si₃N₄, Silicium, Polysilicium und Aluminium, Lackveraschung, Nassätzbänke für alle wesentlichen Ätzschritte

Reinigung: Cholin und Piranha, Endreinigungsanlage

Lithographie: Projektions- und Proximity-Belichtungsgeräte, Elektronenstrahlbelichtung, automatische Lackstraße für Belackern und Entwickeln

Nanoimprint-Lithographie: Nano-Patterning-Stepper (NPS) 300, Strukturierung von Substraten mit Durchmessern bis 200 mm

Polieren: Doppelseitenpoliermaschine, Einseitenpoliermaschine (Chemical Mechanical Polishing)

2 Bonder (Hand und Automatik), Verkapselung

Al-Dickdraht-Bonder

Vakuum-Dampfphasenlötanlage

RESEARCH AND SERVICES

in high-temperature equipment with complex geometry. These computer codes are continuously further developed in close cooperation with industry with regard to new or improved physical models, to an easier way to use the programs and to more efficient algorithms. Furthermore, profound experimental experience exists in the development and application of process analysis, especially for the determination of heat and mass transport in crystal growth equipment. In addition, numerous methods for electrical and optical characterization of crystals are available due to a close collaboration with the Institute of Material Science, Department for Electrical Engineering Materials.

The Power Electronic Systems department is engaged in circuit and system engineering for drive and power generation technology. We support our partners in application-oriented research projects, in circuit design and prototype engineering. A focus is on mechatronic system integration, i.e. the integration of power electronics, microelectronics, remote sensing, and mechanics. Further topics are electrical and thermal system engineering, high-temperature electronics, driver circuits, innovative solutions for energy saving and efficiency optimization, measuring techniques for power electronics, device characterization and modeling.

Through a cooperation contract between the Fraunhofer-Gesellschaft and the Friedrich-Alexander University of Erlangen-Nuremberg, IISB and the Chair of Electron Devices as well as the Institute of Material Science, Department for Electrical Engineering Materials, maintain a close link enabling them to share available R&D infrastructure and equipment as well as to coordinate research activities and application-oriented teaching and professional training in the domain of microelectronics.

Not only by its membership of the Fraunhofer Alliance Microelectronics and its incorporation into the Engineering Faculty of the University of Erlangen-Nuremberg, but also by its connections to numerous chairs and institutes of other universities, research institutions, and organizations in Germany as well as in other European countries, in North America, Japan, and China, the basis for scientific research in the field of the technology and fabrication of microelectronic products is enlarged and guaranteed in the long run.

Facilities

The Institute for Integrated Systems and Device Technology has a total of 4,780 m² of floor space at its disposal; 2,620 m² for offices and special purposes and 1,590 m² of laboratory space. In addition, 600 m² of cleanroom space are shared with the

Chair of Electron Devices (University of Erlangen-Nuremberg).

Great importance was attached to the compatibility of the semiconductor laboratory equipment with industry standards. The entire equipment enables processes and metrological evaluation of silicon wafers with a diameter of up to 150 mm. Also, the cassette-to-cassette wafer handling meets the high standards required by the semiconductor industry.

The IISB has the following equipment at its disposal:

PROCESSING EQUIPMENT
<u>Doping</u> : 5 ion implanters, including a high-energy implanter (up to 6 MeV), rapid thermal processing (RTP)
<u>Oxidation, diffusion and annealing</u> : 4-stage furnaces, 300 mm vertical furnace, rapid thermal oxidation
<u>Layer deposition</u> : LPCVD of SiO ₂ , Si ₃ N ₄ , polysilicon, TEOS, BPSG, PECVD of SiO ₂ and low stress Si ₃ N ₄ , ALD and MOCVD of high-k dielectrics and metals, electron beam evaporation, resistance evaporation, inductive evaporator, sputtering system, annealing and epitaxy systems for SiC
<u>Etching methods</u> : plasma and RIE dry etcher for SiO ₂ , Si ₃ N ₄ , silicon, polysilicon and aluminum, resist ashing, wet benches for all essential etching steps
<u>Cleaning</u> : Cholin and Piranha, final cleaning equipment
<u>Lithography</u> : projection and proximity exposure systems, E-beam system, automatic wafer track for coating and developing
<u>Nanoimprint Lithography</u> : Nano Patterning Stepper (NPS) 300 structuring of substrates with diameters up to 200 mm
<u>Polishing</u> : double side polishing, chemical mechanical polishing
2 bonders (manual and automatic), packaging
Al wedge bonding
Vacuum vapor phase soldering
Facilities for crystal growth: 5 high pressure furnaces, 1 multi-zone furnace for high vacuum and reactive atmosphere, several multi-zone furnaces, among other things for special applications
Wire saw and polishing machines
Class 100 cleanrooms for the development, testing, prequalification, and mounting of semiconductor manufacturing equipment with <ul style="list-style-type: none"> - MESC-compatible cluster platform with XPS measurement module - Test set-up for particle measurements - Test set-up for plasma diagnostics - Vertical furnace with in situ layer thickness metrology

DAS FORSCHUNGS- UND DIENSTLEISTUNGS-ANGEBOT

Kristallziehenanlagen: 5 Hochdruckofenanlagen, 1 Mehrzonenofenanlage für Hochvakuum bzw. Reaktivgase, mehrere Mehrzonenofen u.a. für spezielle Einsatzgebiete

Drahtsäge und Poliermaschinen

Reinräume der Klasse 100 für die Entwicklung, Erprobung, Vorqualifikation und Montage von Halbleiter-Fertigungsgeräten mit

- MESC-kompatibler Clusterplattform mit XPS-Messmodul
- Versuchsstand für Partikelmessung
- Versuchsstand für Plasmadiagnostik
- Vertikalofen mit in situ-Schichtdickenmesstechnik

MESSTECHNIK UND ANALYTIK

Chemische Charakterisierung:

Gasphasenzersetzung (VPD) mit und ohne automatischem Tropfenscanner

Pack Extraction Method (PEM)

Scheibenoberflächenpräparationssystem (WSPS)

TOC-/DOC-Messgeräte

Optische Charakterisierung:

Atomabsorptionsspektrometer (AAS)

Optische Emissionsspektroskopie (ICP-OES)

Defektinspektion auf unstrukturierten Scheibenoberflächen

IR-Thermographie

Fouriertransformations-Infrarot-Spektroskopie (FTIR)

Laserrastermikroskop (LSM)

Mikroskop mit digitaler Bildverarbeitung

Optisches System zur Siliciumscheibeninspektion und Defektklassifikation

Partikelkontamination (für strukturierte und nicht strukturierte Scheiben)

Partikelmessungen

Partikelzähler für flüssige und gasförmige Medien und zur Überwachung der Reinraumqualität

Photometer

Schichtdicken (optisch mit Ellipsometer oder Interferometer, mechanisch mit Profilometer, schnelles Interferometer für in situ-Messungen, Spektralellipsometer (in situ, ex situ))

Totalreflexions-Röntgenfluoreszenz-Analyse (TXRF)

UV / VIS / NIR Spektrometer

Physikalische Charakterisierung:

Flüssigchromatograph (LC)

Kontaktwinkelmessgerät

Kalometrie, Thermodynamik (DTA und DSC)

Haftstellen-Konzentration (Deep Level Transient Spectroscopy (DLTS))

Gaschromatograph-Massenspektrometer mit Thermodesorption (TD)-GC-MS

Magnetsektorfeld-Massenspektrometer

Stressmessplatz

2 Feinfokusionenstrahlanlagen (FIB)

Sekundärionen-Massenspektrometer (SIMS)

Neutralteilchen-Massenspektrometer (SNMS)

Photoelektronen-Spektrometer (XPS)

Rasterelektronenmikroskopie (REM) mit energiedispersiver Röntgenstrahlanalyse (EDX)

Röntgendiffraktometrie (XRD) und Röntgenreflektometrie (XRR)

Rasterkraftmikroskop für elektrische Messungen: Tunnel- bzw. Leckstrombestimmung (TUNA)

Rasterkraftmikroskope (AFM) zur Topographie- bzw. Rauheitsbestimmung Bestimmung des Ausbreitungswiderstands (SSRM), Kapazitätsmessung (SCM)

Scheibendicke und -form (kapazitiv)

Schichtdicken (mechanisch mit Profilometer)

Strukturbreiten (Rasterelektronenmikroskop, Laserrastermikroskop, AFM)

Thermodesorption

Thermowellenanalyse

Transmissionselektronenmikroskop (TEM)

Elektrische Charakterisierung:

Diffusionslänge und Lebensdauer von Minoritätsträgern (Electrolytical Metal Tracer (ELYMAT), Microwave Detected Photoconductivity Decay (μ -PCD))

Widerstandsmapping (Vierspitzen und Spreading Resistance)

C(U) und DLTS für Messung von flachen und tiefen Störstellen

Oxidladungs- und Grenzflächenzustandsdichte (hoch- und niederfrequente Kapazitäts-Spannungs-Messung, Thermo-Stress)

I(U)- und C(U)-Messungen mit manuellen oder automatischen Scheibenprobern

Impedanzanalysator, Paramteranalysator

Profile von Ladungsträgerkonzentration und -beweglichkeit (Hall-Messplatz, Spreading-Resistance)

Solarzellenmessplatz

Netzleistungs- und Oberwellen-Analysator

Normgerechte Burst/Surge-Generatoren, Load-dump, ESD

RESEARCH AND SERVICES

METROLOGY AND ANALYTICS
Chemical characterization:
Vapor phase decomposition (VPD) with or without automatic droplet scanner
Pack extraction method (PEM)
Wafer surface preparation system (WSPS)
TOC / DOC measurement tools
Optical characterization:
Atomic absorption spectroscopy (AAS)
Optical emission spectroscopy with inductively coupled plasma (ICP-OES)
Defect inspection on unpatterned wafer surfaces
Thermal imaging system
Fourier transformation infrared spectroscopy (FTIR)
Laser scanning microscopy (LSM)
Microscopy with digital image conversion
Optical system for wafer inspection and classification
Particle contamination (patterned and un-patterned)
Particle counter
Particle counter for liquid and gaseous media and for monitoring cleanroom quality
Photometer
Layer thickness (optically with ellipsometry or interferometry, mechanically with profilometry, rapid interferometry for in situ measurements, spectral ellipsometry (in situ, ex situ))
Total reflection X-ray fluorescence analytics (TXRF)
UV / VIS / NIR spectrometry
Physical characterization:
Liquid chromatography (LC)
Gas chromatography mass spectrometer with thermo-desorption (TD) GC MS
Calometry, thermodynamics (DTA and DSC)
Trap density (Deep Level Transient Spectroscopy (DLTS))
Contact angle measurement tool
Magnetic sector field mass spectroscopy
Mechanical stress in thin films
2 focused ion beam systems (FIB)
Secondary ion mass spectroscopy (SIMS)
Secondary neutral mass spectroscopy (SNMS)
X-ray photoelectron spectroscopy (XPS)
Scanning electron microscope (SEM) with energy-dispersive X-ray analysis (EDX)
X-ray diffraction (XRD) and X-ray reflectometry (XRR)

Atomic force microscopy for electrical measurements: tunnel and leakage current (TUNA), spreading resistance (SSRM), capacitance (SCM)
Atomic force microscopy (AFM) for topography and roughness measurements
Wafer thickness and shape (capacitive)
Layer thickness (mechanically with profilometer)
Feature size (scanning electron microscope, laser scanning microscope, AFM)
Thermo-desorption
Thermal wave metrology
Transmission electron microscopy (TEM)
Electrical characterization:
Diffusion length and lifetime of minority carriers (Electrolytical Metal Tracer (Elymat), Microwave Detected Photoconductivity Decay (μ -PCD))
Resistivity mappings (four point probe and spreading resistance)
C(U) and DLTS for measurement of shallow and deep levels
Oxide-charge and interface-state density (high and low-frequency capacitance voltage measurement, thermal stress)
I-V and C-V measurements with manual or automatic wafer probing
Impedance analyzer, parameter analyzer
Profile of carrier concentration and mobility (Hall measuring set, spreading resistance)
Solar cell measurement setup
Three-phase power meter with line harmonic analyzer
Burst and surge pulse sources, load-dump, ESD
DC power sources and electronic loads up to 60 kW
Partial discharge measuring
Z_{th} measurement equipment
Further metrology:
Climatic test cabinet
Drive test bench (up to 40 kW)
Power cycling test equipment
Oscilloscopes up to 10 GS/s (Gigasamples per second)
SOFTWARE TOOLS
Various tools (commercial ones as well as in-house developments) for equipment, process, and device simulation, e.g. ICECREM, TRIM, DIOS, DESSIS, FLOOPS, SENTAURUS, RAPHAEL, FLUENT, ESI CFD, CrysMAS, DEP3D, ANETCH, Dr.Litho, ENCOTION
3-D thermal FEA

DAS FORSCHUNGS- UND DIENSTLEISTUNGS- ANGEBOT

DC-Quellen und elektronische Lasten bis 60 kW
Teilentladungsmessung
Z _{th} -Messplatz
Weitere Messtechnik:
Klimatestkammer
Motorprüfstand (bis 40 kW)
Lastwechselsteinrichtung
Oszilloskope bis 10 GS/s (Giga-Samples/Sekunde)
SOFTWAREAUSSTATTUNG
Verschiedene Programme (sowohl kommerzielle Programme als auch Eigenentwicklungen) für Geräte-, Prozess- und Bauelementesimulation, z. B. ICECREM, TRIM, DIOS, DESSIS, FLOOPS, SENTAURUS, RAPHAEL, FLUENT, ESI CFD, Crysmas, DEP3D, ANETCH, Dr.Litho, ENCOTION
Flotherm (3D thermische FEA)
Ansoft PEMAG
Arena (Logistik-Simulation)
Schaltungssimulatoren Pspice, Simplorer
Cadence Design Paket zur Synthese von Analog-Mixed-Signal ASICs
Entwicklungswerkzeuge zur Gerätesteuerung
Fuzzyentwicklungssystem
RECHNER
Leistungsfähiges Rechner-Netzwerk (inkl. Cluster) zur Durchführung von Simulationen, Arbeitsplatz- und Steuerrechner
SONSTIGES
Solartankstelle

Kontakt und weitere Informationen

Öffentlichkeitsarbeit

Dr. Bernd Fischer

Telefon: +49 (0) 9131 761-106

Fax: +49 (0) 9131 761-102

info@iisb.fraunhofer.de

Technologiesimulation

Dr. Jürgen Lorenz

Telefon: +49 (0) 9131 761-210

Fax: +49 (0) 9131 761-212

juergen.lorenz@iisb.fraunhofer.de

Halbleiterfertigungsgeräte und -methoden

Prof. Lothar Pfitzner

Telefon: +49 (0) 9131 761-110

Fax: +49 (0) 9131 761-112

lothar.pfitzner@iisb.fraunhofer.de

Technologie

Dr. Anton Bauer

Telefon: +49 (0) 9131 761-308

Fax: +49 (0) 9131 761-360

anton.bauer@iisb.fraunhofer.de

Kristallzüchtung

Dr. Jochen Friedrich

Telefon: +49 (0) 9131 761-269

Fax: +49 (0) 9131 761-280

jochen.friedrich@iisb.fraunhofer.de

Leistungselektronische Systeme

Dr. Martin März

Telefon: +49 (0) 9131 761-310

Fax: +49 (0) 9131 761-312

martin.maerz@iisb.fraunhofer.de

RESEARCH AND SERVICES

Ansoft PEMAG
Arena (discrete event simulation)
Circuit simulation tools Pspice, Simplorer
Cadence design package for syntheses of analog mixed-signal ASICS
Development tools for equipment control
Fuzzy development system
COMPUTERS
Powerful computer network (incl. clusters) for performing simulations, PCs, and control computers
MISCELLANEOUS
Solar powered charging station for electric vehicles

Contact and Further Information

Public Relations

Dr. Bernd Fischer
Phone: +49 (0) 9131 761-106
Fax: +49 (0) 9131 761-102
info@iisb.fraunhofer.de

Technology Simulation

Dr. Jürgen Lorenz
Phone: +49 (0) 9131 761-210
Fax: +49 (0) 9131 761-212
juergen.lorenz@iisb.fraunhofer.de

Semiconductor Manufacturing Equipment and Methods

Prof. Lothar Pfitzner
Phone: +49 (0) 9131 761-110
Fax: +49 (0) 9131 761-112
lothar.pfitzner@iisb.fraunhofer.de

Technology

Dr. Anton Bauer
Phone: +49 (0) 9131 761-308
Fax: +49 (0) 9131 761-360
anton.bauer@iisb.fraunhofer.de

Crystal Growth

Dr. Jochen Friedrich
Phone: +49 (0) 9131 761-269
Fax: +49 (0) 9131 761-280
jochen.friedrich@iisb.fraunhofer.de

Power Electronic Systems

Dr. Martin März
Phone: +49 (0) 9131 761-310
Fax: +49 (0) 9131 761-312
martin.maerz@iisb.fraunhofer.de

DAS INSTITUT IN ZAHLEN

Mitarbeiterentwicklung

2008 beschäftigte das IISB 147 Mitarbeiter. Fig. 5 zeigt die Entwicklung des Personalstandes seit 2001.

Staff Development

In 2008, IISB had 147 employees. Fig. 5 shows the staff development since 2001.

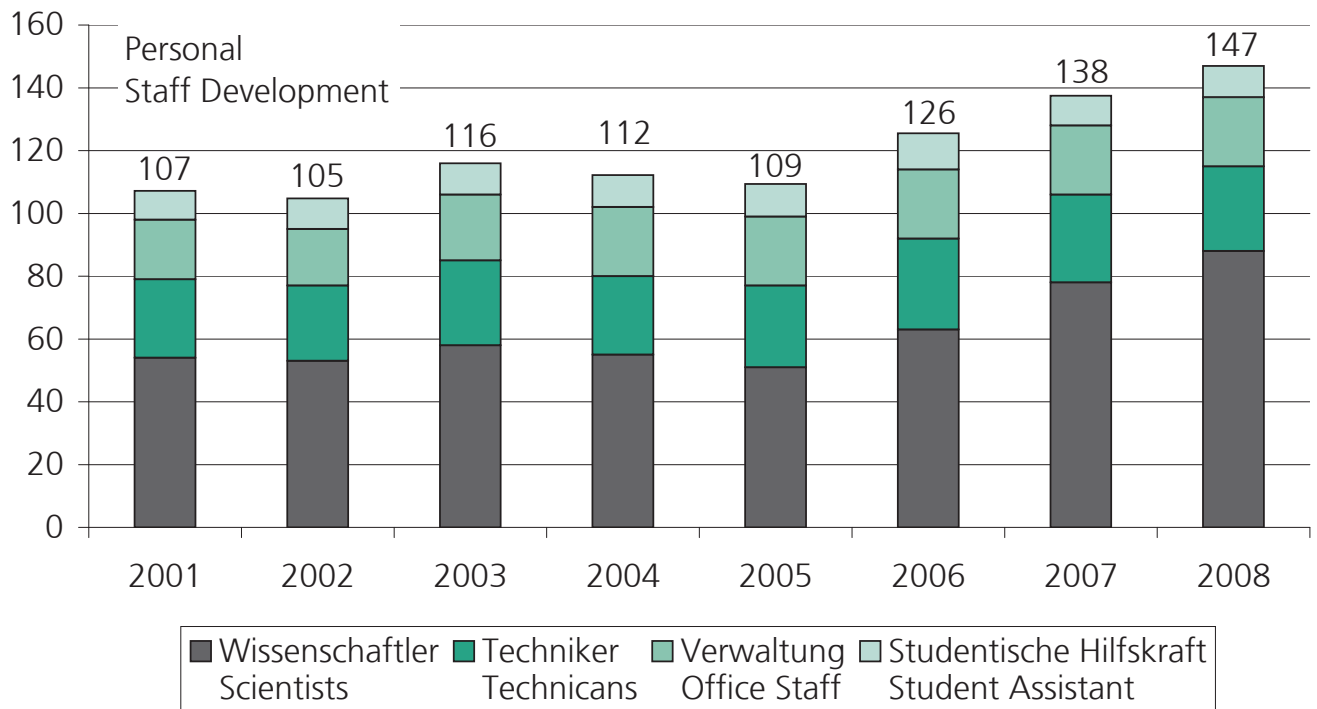


Fig. 5: Personalentwicklung 2001 - 2008;
Staff development 2001 - 2008.

REPRESENTATIVE FIGURES

Betriebshaushalt

Fig. 6 und Fig. 7 geben eine schnelle Orientierung über die wichtigsten Kennziffern bei Aufwand und Finanzierung des IISB.

Budget

Fig. 6 und Fig. 7 give a quick overview of the most important representative figures in terms of funding and investments of IISB.

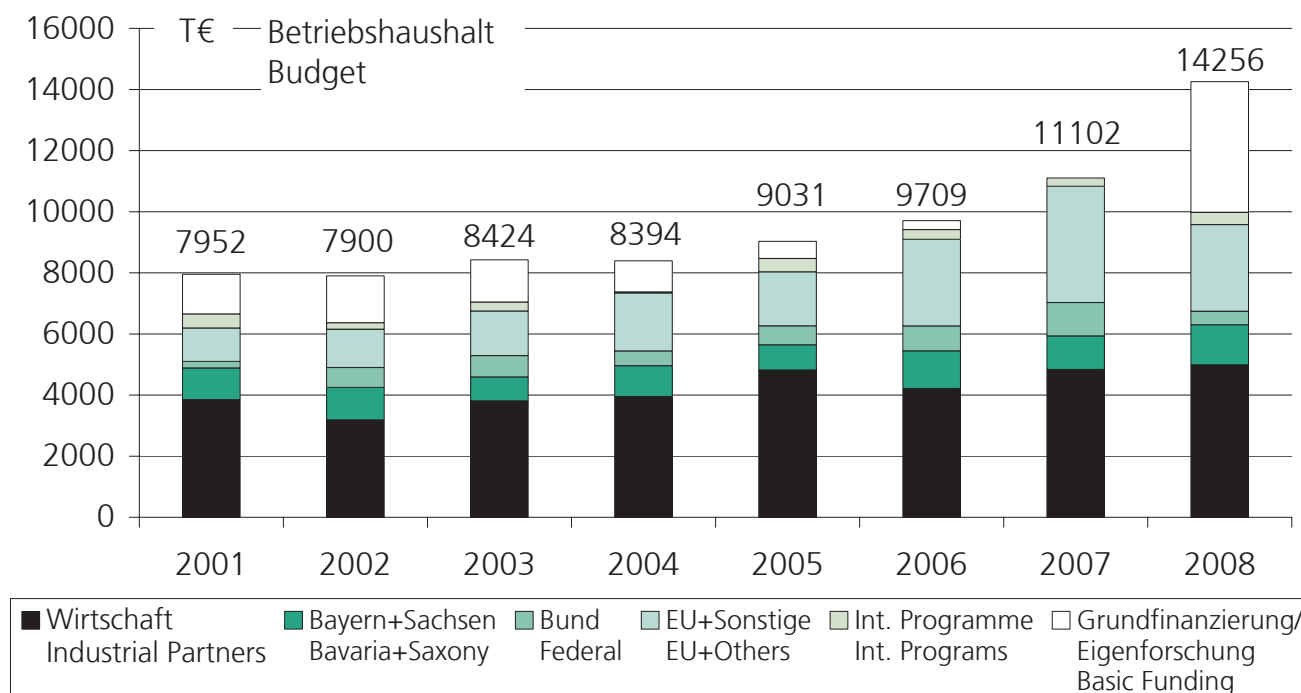


Fig. 6: Entwicklung des Betriebshaushaltes;
Budget development IISB.

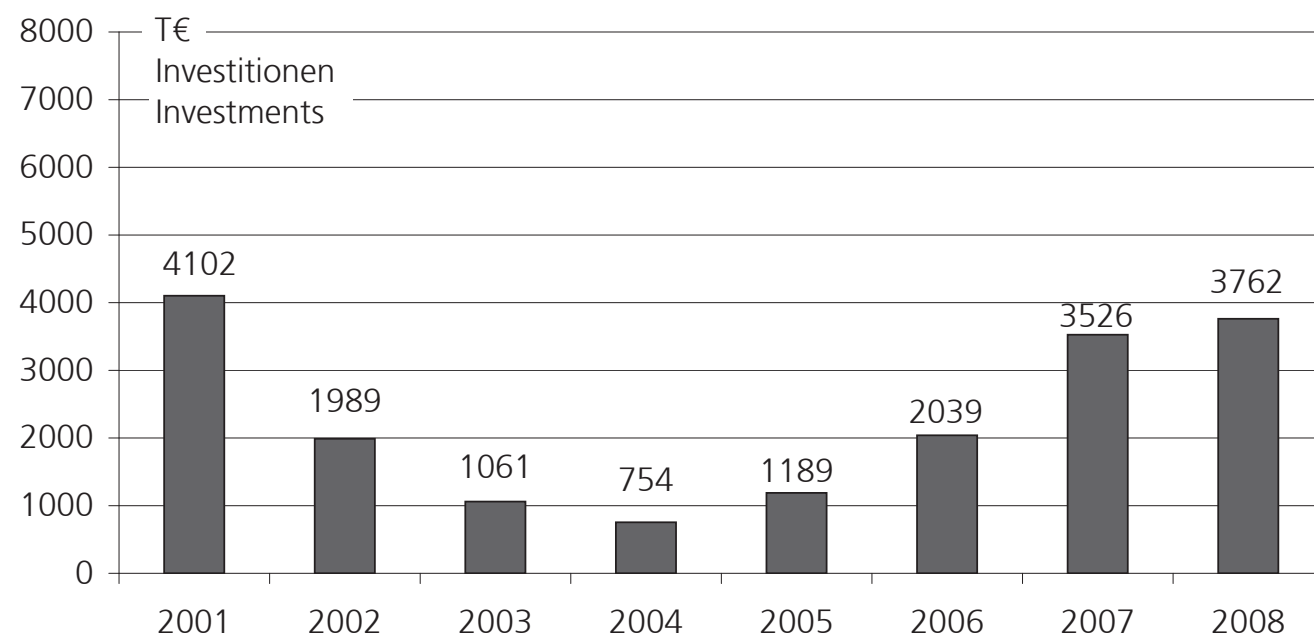


Fig. 7: Entwicklung des Investitionshaushaltes;
Development of investments.

DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT AUF EINEN BLICK

Die Fraunhofer-Gesellschaft

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 57 Institute. 15000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,4 Milliarden Euro. Davon fallen 1,2 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Nur ein Drittel wird von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen erarbeiten können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Niederlassungen in Europa, in den USA und in Asien sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studentinnen und Studenten eröffnen sich an Fraunhofer-Instituten wegen der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826), der als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich war.

Die Forschungsgebiete

Die Fraunhofer-Gesellschaft forscht in Hunderten von Technologiefeldern und stellt die Ergebnisse als Patente, Lizenzen, Weiterbildungsangebote und vor allem in Form von Auftragsforschungsprojekten der Industrie zur Verfügung:

- Adaptronik
- Automotive
- Bildverarbeitung
- Digital Cinema
- eGovernment
- Energie
- Grid Computing
- Hochleistungskeramik
- Informations- und Kommunikationstechnik
- Life Sciences
- Mikroelektronik
- Nanotechnologie
- Numerische Simulation von Produkten, Prozessen
- Oberflächentechnik und Photonik
- Optisch-funktionale Oberflächen
- Photokatalyse
- Polymere Oberflächen
- Produktion
- Rapid Prototyping
- Reinigungstechnik
- Verkehr
- Sicherheit
- Werkstoffe, Bauteile
- Wasser

Die Zielgruppen

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist sowohl der Wirtschaft und dem einzelnen Unternehmen als auch der Gesellschaft insgesamt verpflichtet. Zielgruppen und damit Nutznießer der Forschung der Fraunhofer-Gesellschaft sind:

- Die Wirtschaft: Kleine, mittlere und große Unternehmen in der Industrie und im Dienstleistungssektor profitieren durch die Auftragsforschung. Die Fraunhofer-Gesellschaft entwickelt konkret umsetzbare technische und organisatorische Lösungen und trägt zur breiten Anwendung neuer Technologien bei. Für kleine und mittlere Unternehmen ohne eigene FuE-Abteilung ist die Fraunhofer-Gesellschaft ein wichtiger und kostengünstiger Lieferant für innovatives Know-how. Mit technologie- und systemorientierten Innovationen für ihre Kunden tragen die Fraunhofer-Institute zudem zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands

THE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT AT A GLANCE

The Fraunhofer-Gesellschaft

Research of practical utility lies at the heart of all activities pursued by the Fraunhofer-Gesellschaft. Founded in 1949, the research organization undertakes applied research that drives economic development and serves the wider benefit of society. Its services are solicited by customers and contractual partners in industry, the service sector and public administration.

At present, the Fraunhofer-Gesellschaft maintains more than 80 research units in Germany, including 57 Fraunhofer Institutes. The majority of the 15,000 staff are qualified scientists and engineers, who work with an annual research budget of €1.4 billion. Of this sum, more than €1.2 billion is generated through contract research. Two thirds of the Fraunhofer-Gesellschaft's contract research revenue is derived from contracts with industry and from publicly financed research projects. Only one third is contributed by the German federal and Länder governments in the form of base funding, enabling the institutes to work ahead on solutions to problems that will not become acutely relevant to industry and society until five or ten years from now.

Affiliated research centers and representative offices in Europe, the USA and Asia provide contact with the regions of greatest importance to present and future scientific progress and economic development.

With its clearly defined mission of application-oriented research and its focus on key technologies of relevance to the future, the Fraunhofer-Gesellschaft plays a prominent role in the German and European innovation process. Applied research has a knock-on effect that extends beyond the direct benefits perceived by the customer: Through their research and development work, the Fraunhofer Institutes help to reinforce the competitive strength of the economy in their local region, and throughout Germany and Europe. They do so by promoting innovation, strengthening the technological base, improving the acceptance of new technologies, and helping to train the urgently needed future generation of scientists and engineers.

As an employer, the Fraunhofer-Gesellschaft offers its staff the opportunity to develop the professional and personal skills that will allow them to take up positions of responsibility within their institute, at universities, in industry and in society. Students who choose to work on projects at the Fraunhofer Institutes have excellent prospects of starting and developing a career in industry by virtue of the practical training and experience they have acquired.

The Fraunhofer-Gesellschaft is a recognized non-profit organi-

zation that takes its name from Joseph von Fraunhofer (1787–1826), the illustrious Munich researcher, inventor and entrepreneur.

The Research Fields

The Fraunhofer-Gesellschaft is engaged in research in hundreds of areas of technology, the results of which are made available to industry in the form of patents, licenses, training courses and above all through contract research projects:

- Adaptronics
- Automotive
- Image Processing
- Digital Cinema
- eGovernment
- Energy
- Grid Computing
- High-Performance Ceramics
- Information and Communication Technology
- Life Sciences
- Microelectronics
- Nanotechnology
- Numeric Simulation
- Surface Technology and Photonics
- Optical-Functional Surfaces
- Photocatalysis
- Polymer Surfaces
- Production
- Rapid Prototyping
- Cleaning Technology
- Traffic and Transportation
- Security
- Materials and Components
- Water

The Research Clients

The Fraunhofer-Gesellschaft bears responsibility not only toward the individual companies it serves and industry in general but also toward society as a whole. The target groups and hence the beneficiaries of the Fraunhofer-Gesellschaft's research work are:

- Industry: Small, medium-sized and large industrial firms and service companies can all profit from contract research. The Fraunhofer-Gesellschaft develops ready-to-implement technical and organizational solutions, and helps to spread the deployment of new technologies. For small and medium-

DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT AUF EINEN BLICK

und Europas bei.

- Staat und Gesellschaft: Im Auftrag und mit Förderung durch Ministerien und Behörden des Bundes und der Länder werden zukunftsrelevante Forschungsprojekte durchgeführt, die zu Innovationen in der Wirtschaft und im öffentlichen Nachfragebereich beitragen, etwa im Umweltschutz, in der Energietechnik und in der Gesundheitsvorsorge.

Das Leistungsangebot

Die Fraunhofer-Gesellschaft entwickelt Produkte und Verfahren bis zur Anwendungsreife. Dabei werden in direktem Kontakt mit dem Auftraggeber individuelle Lösungen erarbeitet. Je nach Bedarf arbeiten mehrere Fraunhofer-Institute zusammen, um auch komplexe Systemlösungen zu realisieren. Es werden folgende Leistungen angeboten:

- Optimierung und Entwicklung von Produkten bis hin zur Herstellung von Prototypen
- Optimierung und Entwicklung von Technologien und Produktionsverfahren
- Unterstützung bei der Einführung neuer Technologien durch
 - Erprobung in Demonstrationszentren mit modernster Geräteausstattung
 - Schulung der beteiligten Mitarbeiter vor Ort
 - Serviceleistungen auch nach Einführung neuer Verfahren und Produkte
- Hilfe durch Einschätzung von Technologien durch
 - Machbarkeitsstudien
 - Marktbeobachtungen
 - Trendanalysen
 - Ökobilanzen
 - Wirtschaftlichkeitsberechnungen
- Ergänzende Dienstleistungen, z. B.
 - Förderberatung, insbesondere für den Mittelstand
 - Prüfdienste und Erteilung von Prüfsiegeln

Der Weg zur Zusammenarbeit mit der Fraunhofer-Gesellschaft

Die zentrale Anschrift lautet:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.

Postfach 20 07 33

80007 München

Hansastraße 27C

80636 München

Telefon: +49 (0) 89/12 05-0

Fax: +49 (0) 89/12 05-7531

<http://www.fraunhofer.de/>

Dem Vorstand gehören an:

Prof. Dr. Hans-Jörg Bullinger, Präsident
(Unternehmenspolitik und Forschung)

Prof. Dr. Ulrich Buller
(Forschungsplanung)

Dr. Alfred Gossner
(Finanzen und Controlling, IT)

Prof. Dr. phil. Marion Schick
(Personal und Recht)

Ihr Ansprechpartner in der Abteilung für Presse und Öffentlichkeitsarbeit:

Franz Miller

Telefon: +49 (0) 89/12 05-1300

franz.miller@zv.fraunhofer.de

THE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT AT A GLANCE

sized enterprises that cannot afford to maintain their own R&D departments, the Fraunhofer-Gesellschaft represents an important source of innovative know-how. By developing technological innovations and novel systems solutions for their customers, the Fraunhofer institutes help to reinforce the competitive strength of the economy in their local region, and throughout Germany and Europe.

- Government and society: The Fraunhofer-Gesellschaft accepts commissions and funding from German federal and Länder ministries and government departments to participate in future-oriented research projects with the aim of finding innovative solutions to issues concerning the industrial economy and demands faced by society in general, for instance in areas such as environmental protection, energy production, and healthcare.

The Range of Services

The Fraunhofer-Gesellschaft develops products and processes through to technical or commercial maturity. Individual solutions are elaborated in direct contact with the customer. If necessary, several Fraunhofer Institutes will work together to produce more complex system solutions. The following services can be provided:

- Product development and optimization through to prototype manufacturing
- Development and optimization of technologies and production processes
- Support with the introduction of new technologies, by
 - conducting trials in demonstration centers equipped with state-of-the-art test facilities
 - training the customer's staff on site
 - providing support services that extend beyond the initial phases of a new process or product
- Technology assessment support, in the form of
 - feasibility studies
 - market surveys
 - trend analysis reports
 - environmental audits
 - pre-investment analysis reports
- Supplementary services, e.g.
 - advice on sources of funding, especially for small and medium-sized enterprises
 - accredited test services, including issue of test certificates

Working together with the Fraunhofer-Gesellschaft

The central address is:

Fraunhofer-Gesellschaft zur Foerderung der Angewandten Forschung e.V.

Postfach 20 07 33

80007 München

Hansastrasse 27C

80636 München

Phone: +49 (0) 89 1205-0

Fax: +49 (0) 89 1205-7531

Internet: <http://www.fraunhofer.de/>

The Members of the Executive Board:

Prof. Dr. Hans-Jörg Bullinger, President
(Corporate Management)

Prof. Dr. Ulrich Buller
(Research Planning)

Dr. Alfred Gossner
(Finance and Controlling, IT)

Prof. Dr. phil. Marion Schick
(Personnel and Legal Affairs)

Press and Public Relations:

Franz Miller

Phone: +49 (0) 89 1205-1300

franz.miller@zv.fraunhofer.de

DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT AUF EINEN BLICK

Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik

Der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik (V μ E) koordiniert die Aktivitäten der auf den Gebieten Mikroelektronik und Mikrointegration tätigen Fraunhofer-Institute.

Seine Aufgabe besteht dabei im frühzeitigen Erkennen neuer Trends bei mikroelektronischen Anwendungen und deren Berücksichtigung bei der strategischen Weiterentwicklung der Verbundinstitute. Dies geschieht vorwiegend in Form gemeinsamer Themenschwerpunkte und Projekte. Auf diesem Wege kann der Verbund insbesondere innovativen mittelständischen Unternehmen rechtzeitig zukunftsweisende Forschung und anwendungsorientierte Entwicklungen anbieten und so entscheidend zu deren Wettbewerbsfähigkeit beitragen.

Geschäftsfelder

- Energieeffiziente Systeme
- Ambient Assisted Living
- Kommunikation und Unterhaltung
- Licht
- Mikrosysteme
- Elektromobilität
- Halbleitertechnologien
- Sicherheit

Die Geschäftsstelle des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik fungiert als zentrales Koordinierungsbüro für zwölf Verbundinstitute. Sie berät und unterstützt das Direktorium des Verbunds Mikroelektronik bei Fragen der inhaltlichen Abstimmung und der fachlichen Zukunftsplanung.

Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für

- Angewandte Festkörperphysik IAF
- Digitale Medientechnologie IDMT (Gast)
- Elektronische Nanosysteme ENAS
- Integrierte Schaltungen IIS
- Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB
- Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS
- Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI
- Offene Kommunikationssysteme FOKUS (Gast)
- Photonische Mikrosysteme IPMS
- Siliziumtechnologie ISIT
- Systeme der Kommunikationstechnik ESK
- Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM
- Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP (Gast)
- sowie das
- Fraunhofer-Center Nanoelektronische Technologien CNT

Fraunhofer Alliance Microelectronics

The Fraunhofer Group for Microelectronics V μ E coordinates the activities of the Fraunhofer institutes working in the fields of microelectronics and microintegration.

Its purpose is to recognize and anticipate new trends in microelectronics applications and to incorporate them in the future strategic plans of the member institutes. This is generally done by defining joint focal areas of research and through joint projects. This method of working enables the cooperating institutes to offer their customers, in particular innovative small and medium-sized firms, access to cutting-edge research and developments in applications at an extremely early stage, thus giving them a distinct competitive advantage.

Business areas

- Energy-efficient Systems
- Ambient Assisted Living
- Communication and Entertainment
- Light
- Microsystems
- Electromobility
- Semiconductor Technology
- Security

The office of the Fraunhofer Group for Microelectronics serves as a central liaison point for the twelve member institutes. Acting in an advisory function, it provides support to the steering committee of V μ E in matters related to the coordination of research content and the planning of future work.

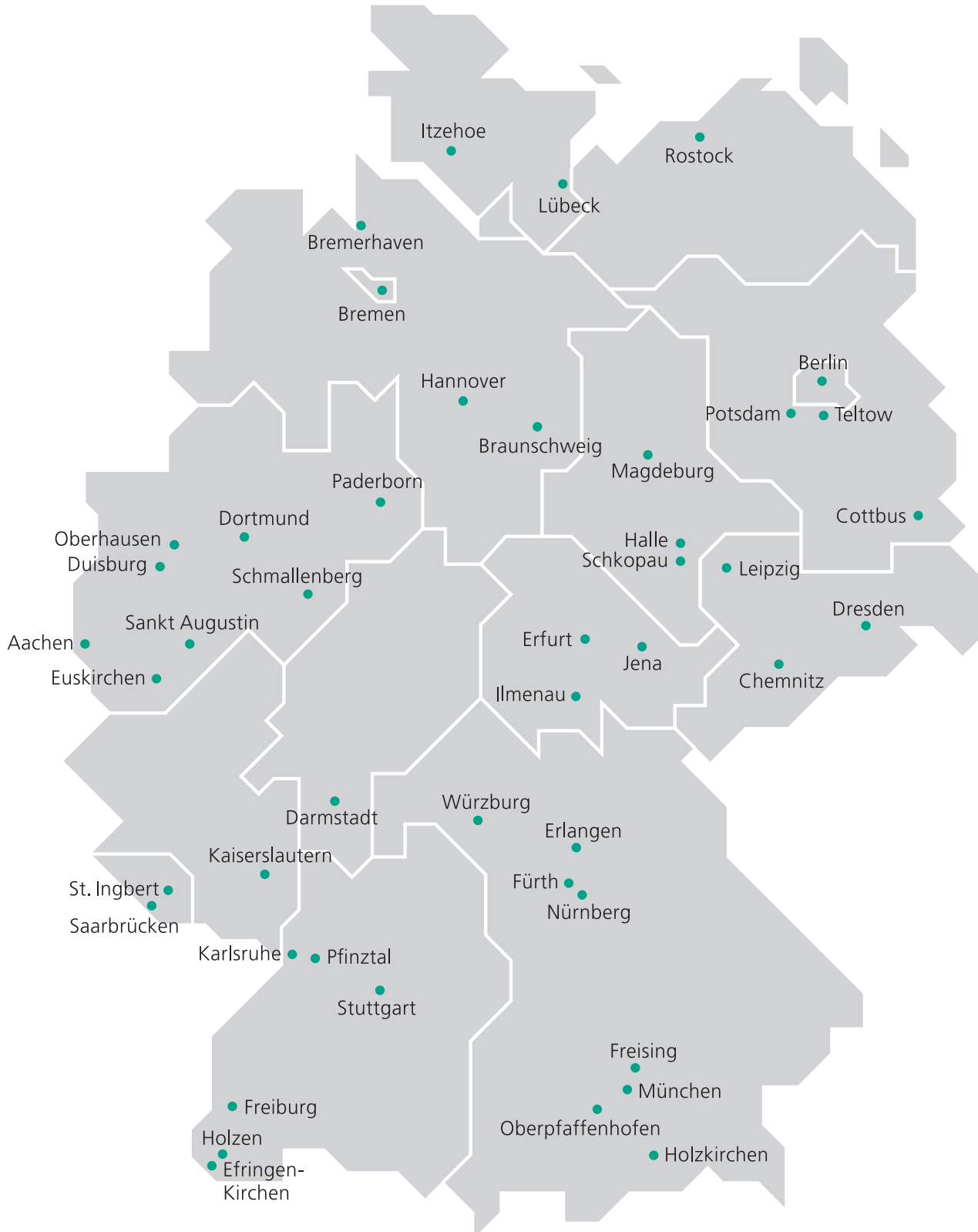
The alliance comprises the Fraunhofer Institutes for

- Applied Solid State Physics IAF
- Communication Systems ESK
- Digital Media Technology IDMT (associated member)
- Electronic Nano Systems ENAS
- Integrated Circuits IIS
- Integrated Systems and Device Technology IISB
- Microelectronic Circuits and Systems IMS
- Open Communication Systems FOKUS (associated member)
- Photonic Microsystems IPMS
- Reliability and Microintegration IZM
- Silicon Technology ISIT
- Telecommunications, Heinrich-Hertz-Institut, HHI
- Non-Destructive Testing IZFP (associated member)
- and the
- Fraunhofer Center Nanoelectronic Technologies CNT

THE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT AT A GLANCE

Die Standorte der Forschungseinrichtungen

Locations of the Research Facilities



TECHNOLOGIESIMULATION

SCHWERPUNKTE, TRENDS UND POTENTIALE DER ABTEILUNG

Die Simulation von Halbleiterprozessen, Bauelementen und Schaltungen trägt wesentlich zur Reduktion der Entwicklungskosten in der Mikro- und Nanoelektronik bei. Dies wird unter anderem in der International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS) bestätigt, in deren Ausgabe 2007 diese Kostenersparnis mit etwa 40% abgeschätzt wird. Die Abteilung Technologiesimulation trägt hierzu durch die Entwicklung physikalischer Modelle und Programme zur Simulation und Optimierung von Halbleiterprozessen und -geräten bei. Sie unterstützt des Weiteren die Optimierung von Prozessabläufen, Lithographie-Masken, Bauelementen und Schaltungen durch die Entwicklung und Anwendung von Simulations- und Optimierungswerkzeugen. Seit vielen Jahren ist die von der Abteilung betriebene arbeitsteilige Zusammenarbeit mit industriellen Anwendern sowie anderen Forschungseinrichtungen ein zentrales Element des Erfolgs der Abteilung. Die Aktivitäten erstrecken sich von der Vorlauforschung, mit der eigenes Know-how und eigene Urheberrechte aufgebaut werden, über gemeinsame Entwicklungsarbeiten mit Partnern, die jeweils komplementäre Fähigkeiten einbringen, bis hin zu bilateralen Zusammenarbeiten und Verbundprojekten, bei denen mithilfe der Simulation fortschrittliche Technologien und Bauelemente entwickelt werden.

Zwei im Jahr 2008 mit sehr großem Erfolg abgeschlossene europäische Verbundprojekte zeigen die Bandbreite der Arbeiten: In der vom IISB koordinierten „Specific Support Action“ SUGERT („Strategic User Group for European Research on TCAD“) wurden industrielle Spezifikationen für die Halbleitersimulation („Technology Computer Aided Design“ (TCAD)) erstellt. An SUGERT waren führende europäische Halbleiterfirmen (Infineon, NXP, STMicroelectronics, austriamicrosystems), Softwarehäuser (SIGMA-C und Synopsys), Forschungsinstitute (Fraunhofer IISB, IMEC, LETI) sowie Universitäten (ETH Zürich, TU Wien) beteiligt. SUGERT beeinflusste unter anderem den Simulationsteil der International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS) stark. Im Ende 2008 abgeschlossenen Projekt PULLNANO, an dem die wichtigsten europäischen Halbleiterfirmen und Forschungseinrichtungen beteiligt waren, wurden Prozesse und Bauelementearchitekturen für die 32nm- und 22nm-CMOS-Generationen entwickelt. Die Abteilung Technologiesimulation trug hierzu mit Arbeiten bei, die sich von der Erweiterung und Implementierung von Modellen für die Diffusion und Aktivierung von Dotierungsatomen bis hin zur Optimierung von Bauelementen und SRAM-Speicherzellen erstreckten, und fand hierfür sowohl im Konsortium als auch bei Gutachtern und der EU große Anerkennung.

Auch bei neu begonnenen Projekten leistet die Abteilung wichtige Forschungs- und Entwicklungsbeiträge zu Themen

von großer industrieller Bedeutung: Unter anderem trägt sie mit ihrem Lithographiesimulator Dr. LiTHO zum von der EU im 7. Rahmenprogramm geförderten Projekt „Material Development for Double Patterning and Double Exposure“ (MD3) bei. Da Dr.LiTHO im Gegensatz zu kommerziellen Tools die effiziente rigorose Lithographiesimulation auch für nichtplanare Ausgangsstrukturen, wie sie insbesondere beim Double Patterning vorliegen, ermöglicht, kann das IISB zu MD3 sehr wichtige singuläre Beiträge leisten. Im Rahmen eines vom BMBF sowie der französischen „Agence Nationale de La Recherche“ (ANR) geförderten Programms zum Aufbau der Zusammenarbeit zwischen der Fraunhofer-Gesellschaft und französischen Carnot-Instituten kooperiert das IISB, vertreten durch die Abteilungen Technologiesimulation und Technologie, mit LETI hinsichtlich der Entwicklung von Technologien für fortschrittliche Germanium-auf-Isolator-Bauelementen. Im EU-Projekt ATHENIS arbeitet neben der Abteilung Technologie auch die Technologiesimulation an der Entwicklung fortschrittlicher Hochvoltbauelemente mit. Im von der bayerischen Forschungstiftung geförderten Projekt „Mask-Aligner Lithographie Simulation“ (MALS) arbeitet das IISB zusammen mit dem Softwarehaus GeniSys, der Gerätefirma SUSS MicroTec sowie der Fachhochschule Vorarlberg an der Verbesserung der Proximitylithographie durch Anwendung fortschrittlicher Simulationsverfahren.

Aufgrund der Annäherung an physikalische Grenzen bei der weiteren Skalierung von Halbleiterbauelementen („More Moore“) ist sowohl eine gezielte Forschung an innovativen Materialien, Prozessen und Bauelementen als auch die Erweiterung der Aktivitäten über die reine Skalierung hinaus, z.B. für Analog- und Hochvoltbauelemente, -schaltungen und -systemen („More than Moore“) notwendig. Die Abteilung Technologiesimulation verfolgt diese zweigleisige Strategie mit Projekten wie oben skizziert sowie mit gezielter Vorlauforschung u.a. zu Prozessschwankungen, der Co-Simulation elektronischer, mechanischer und thermischer Effekte sowie der Optiksimation.

Ansprechpartner:

Dr. Jürgen Lorenz
 Telefon: +49 (0) 9131 761-210
 juergen.lorenz@iisb.fraunhofer.de

TECHNOLOGY SIMULATION

FOCAL AREAS OF RESEARCH AND DEVELOPMENT, TRENDS AND POTENTIALS OF THE DEPARTMENT

The simulation of semiconductor fabrication processes, devices and circuits strongly contributes to the reduction of development costs in micro- and nanoelectronics. Among others, this has been confirmed in the International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS), which in its 2007 issue estimated this cost reduction at about 40%. The Technology Simulation department contributes to this by the development of physical models and programs for the simulation and optimization of semiconductor fabrication processes and equipment. Furthermore, it supports the development of processes, lithography masks, devices and circuits by providing and applying simulation and optimization tools. For many years now, the close cooperation with industrial users and other research institutes, promoted by IISB, is a key element of the success of the department. The activities of the department span from internal research carried out to generate proprietary know-how and intellectual property rights through joint research with partners who all contribute complementary skills until bilateral cooperations and compound projects on the application of simulation to support the development of advanced processes and devices.

Two European projects which were very successfully finished in 2008 demonstrate the broad scope of the activities: Within the "Specific Support Action" SUGERT ("Strategic User Group for European Research on TCAD"), coordinated by IISB, industrial specifications for semiconductor simulation (Technology Computer Aided Design, TCAD) were compiled by leading European semiconductor companies (Infineon, NXP, STMicroelectronics, austriamicrosystems) and software houses (SIGMA-C, Synopsys), supported by leading research institutes (Fraunhofer IISB, IMEC, LETI) and universities (ETH Zurich, TU Vienna). Among others, SUGERT also strongly influenced the simulation part of the International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS). Within the PULLNANO project, which was finalized at the end of 2008 and in which the most important European semiconductor companies and research institutes participated, processes and device architectures for 32nm and 22 nm CMOS were developed. The contributions of the department Technology Simulation to PULLNANO reached from the extension and implementation of models for dopant diffusion and activation to the optimization of transistors and SRAM cells. The results were highly appreciated both within the consortium and by the EC.

Also within newly started projects the department performs important research and development tasks on industrially highly relevant topics. Among others it contributes with its lithography simulator Dr.LiTHO to the project "Material Development for Double Patterning and Double Exposure" (MD3)

funded by the EC within its 7th Framework Programme. In contrast to commercial programs, Dr.LiTHO can be used for the efficient rigorous lithography simulation on non-planar substrates. Therefore, IISB can provide very important and unique contributions to MD3. The departments Technology and Technology Simulation of the IISB work together with LETI on the development of technologies for advanced Germanium-on-Insulator devices, with funding from a joint strategic program of the BMBF and the French "Agence Nationale de La Recherche" (ANR) to promote the cooperation between Fraunhofer and the French Carnot Institutes. Within the EC-funded project ATHENIS, both departments contribute to the development of advanced high-voltage devices. In the project "Mask-Aligner Lithographie Simulation" (MALS), IISB works together with the software house GenISys, the equipment company SUSS MicroTec and the University of Applied Sciences Vorarlberg on the improvement of proximity lithography using advanced simulation methods.

Due to physical limits of aggressive scaling ("More Moore") approaching, it is important to perform focused research both on innovative materials, processes and devices as well as on the extension of the activities beyond mere scaling, e.g. for analog or high-voltage devices, circuits and systems ("More than Moore"). The Technology Simulation department addresses both directions with external projects as mentioned above, and with focused internal research e.g. on process variations, the co-simulation of electronic, mechanical and thermal effects, and optical simulation.

Contact:



Dr. Jürgen Lorenz
Phone: +49 (0) 9131 761-210
juergen.lorenz@iisb.fraunhofer.de

ERWEITERUNG RIGOROSER LITHOGRAPHIESIMULATION AUF GRÖßERE GEBIETE

Im Rahmen einer Projektionslithographie-Simulation wird der Vorgang der Belichtung eines Wafers mittels Lithographiemaske und Projektionssystem simuliert. Aufgrund der sehr kleinen auf dem Wafer erzeugten Strukturen und der damit verbundenen hohen Anforderungen an die Simulationsgenauigkeit werden im Falle unserer Software drei Modelle zur Beschreibung der einzelnen Systemkomponenten verwendet.

Ausgangspunkt einer Lithographiesimulation ist ein Bereich einer Lithographiemaske, dessen geometrische Strukturen und Materialien exakt definiert sein müssen (Fig. 1, links). Des Weiteren müssen das Projektionssystem, das die Maske auf die Wafer-Oberfläche abbildet, sowie der Aufbau des Wafer-Stacks mittels vieler Parameter und optionaler Messdaten eines realen Systems genau spezifiziert sein. Die nun folgende Simulation setzt sich aufgrund der geforderten Genauigkeit aus drei Schritten zusammen. Zuerst wird das sogenannte Maskennahfeld oder Maskenspektrum berechnet (Fig. 1, rechts). Dabei handelt es sich um die elektromagnetische Feldverteilung wenige Nanometer hinter dem belichteten Maskenausschnitt. An dieser Stelle ist eine sehr hohe Rechengenauigkeit erforderlich, weswegen eine rigorose Feldsimulation (rigorose Lithographiesimulation) durchgeführt wird. Dabei werden die Maxwell-Gleichungen gelöst, wobei in unserem Simulationstool zwei verschiedene Lösungsmethoden implementiert sind. Die Berechnung ist in der Regel sehr zeitaufwendig und stark von der Größe des simulierten Maskenbereiches abhängig. Im nächsten Schritt wird die Projektion dieses Maskenbereiches oder genauer gesagt des zuvor berechneten Maskennahfeldes auf den Wafer berechnet. Es kommen die Methoden der Fourier-Optik mit verschiedenen Erweiterungen zum Einsatz. Als Ergebnis erhält man ein Luftbild (Lichtverteilung in der Wa-

fer-Ebene ohne Berücksichtigung des Wafer-Stacks, Fig 2) oder ein Resistbild (Lichtverteilung innerhalb des Resists mit Berücksichtigung des gesamten Wafer-Stacks). Im dritten Schritt wird das Resistprofil, welches aus der Belichtung und Entwicklung des Resists resultiert, berechnet. Viele Untersuchungen können jedoch auf Basis des Luft- oder Resistbildes durchgeführt werden, sodass dieser dritte Simulationsschritt nicht immer notwendig ist. Das gezeigte Beispiel in den Fig. 1 und 2 beschränkt sich daher auch auf das Luftbild.

Mit den beschriebenen Methoden konnten bisher jedoch nur einzelne Strukturen, z.B. ein Kontaktloch, in akzeptablem Zeitrahmen simuliert werden. Die zunehmende Forderung nach Simulation immer größerer Maskengebiete macht neben der Optimierung auch eine grundlegende Modifikation insbesondere der sehr zeitaufwendigen Maskennahfeld-Simulation (erster Simulationsschritt, Fig. 1, rechts) unumgänglich. Die Grundidee ist hierbei, bestimmte, für die jeweilige Untersuchung weniger relevante Effekte zu vernachlässigen und unter Gewährleistung hinreichender Genauigkeit eine Beschleunigung der Rechnung zu erzielen. Dazu wurde eine sogenannte Dekompositionstechnik in unsere Maskennahfeld-Simulation integriert, die eine herkömmliche dreidimensionale Rechnung durch mehrere zweidimensionale Teilrechnungen ersetzt, was zu einer extremen Rechenbeschleunigung führt. Eine weitere Beschleunigung wird durch die ebenfalls integrierte Parallelisierung der Teilrechnungen erzielt. Der in Fig. 1, links gezeigte Maskenbereich könnte ohne diese Erweiterungen nicht simuliert werden. Es ergäbe sich eine theoretische Rechenzeit von ca. 7100 Tagen auf einem Standard-PC. Mit den Erweiterungen hingegen sind lediglich 94 Minuten ohne Parallelisierung und 12 Minuten mit Parallelisierung der Rechnung auf 20 CPUs erforderlich.

Das gezeigte Beispiel wurde mit unserem Lithographiesimulator Dr.LiTHO berechnet (www.drlitho.com). Hierin sind neben den beschriebenen Modellen auch alle übrigen Modelle, die in der Gruppe Lithographie entwickelt wurden, integriert.

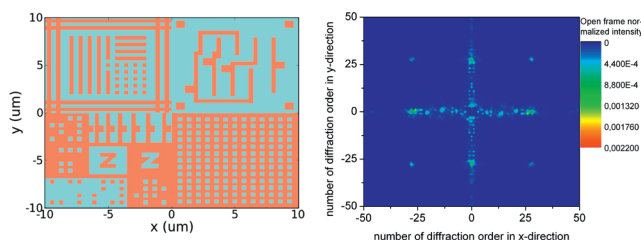


Fig. 1: Links: 20 µm x 20 µm Ausschnitt einer Lithographiemaske mit verschiedenen Teststrukturen, Cr-Absorber in orange; rechts: Simuliertes Maskenspektrum 20 nm hinter dem belichteten Maskenausschnitt, Rechenzeit für Maskenspektrum: 88 Minuten, Standard-PC ohne Parallelisierung;

Left: 20 µm x 20 µm area of a lithography mask with different test structures, Cr absorber in orange; right: simulated mask spectrum 20 nm behind the illuminated mask area, mask spectrum computation time: 88 minutes, standard PC without parallelization.

Ansprechpartner:

Dr. Peter Evanschitzky
Telefon: +49 (0) 9131 761-259
peter.evanschitzky@iisb.fraunhofer.de

EXTENSION OF RIGOROUS LITHOGRAPHY SIMULATION TO LARGER AREAS

Within the simulation of projection lithography, the exposure of a wafer by means of a lithography mask and a projection system is simulated. Due to the small features printed on the wafer, a high simulation accuracy is required. In case of our software, this results in three different mathematical models for the appropriate representation of the individual parts of the whole projection lithography system.

Starting point of a simulation is a lithography mask area with exactly defined geometrical structures and materials (fig. 1, left). Furthermore, the projection system generating the mask image onto the wafer and the wafer stack must be specified with many parameters and optional measurement data from a real system. Due to the required accuracy, the following simulation is composed of three steps represented by three different mathematical models. In the first step the so-called mask near field or mask spectrum is computed (fig. 1, right). This is the electromagnetic field distribution a few nanometers behind the illuminated mask area. At this point a very high simulation accuracy is required. In order to realize that, a rigorous field simulation (rigorous lithography simulation) solving the Maxwell equations numerically must be performed. In case of our software, two different solvers are implemented. Usually this first simulation step is very time-consuming. The computation time strongly depends on the size of the mask area. In the second step, the imaging of the mask area or more precisely of the previously computed mask near field is simulated. The methods of Fourier optics with several extensions are used for this part. The result is either an aerial image (intensity distribution in the wafer plane without taking into account the wafer stack, fig. 2) or a resist image (intensity distribution inside the resist taking into account the whole wafer stack). In the third step, the resist profile resulting from the resist exposure and resist development is computed. However, many investigations can be performed on the basis of aerial images or resist images. Therefore, the third simulation step is not always required. The example shown in fig. 1 and 2 is limited to the aerial image.

So far, with the described methods it was only possible to simulate single structures like one contact hole within an acceptable time frame. But the increasing demand for larger mask area simulations requires extensions in particular of the very time-consuming mask near field simulation (first simulation step, fig. 1, right). In addition to an optimization, a basic modification of this simulation step is necessary. The idea is to neglect effects with a minor impact on the respective investigation with the aim of obtaining a reduced computation time while maintaining a sufficient accuracy. In order to realize that, a so-called decomposition technique is integrated into our

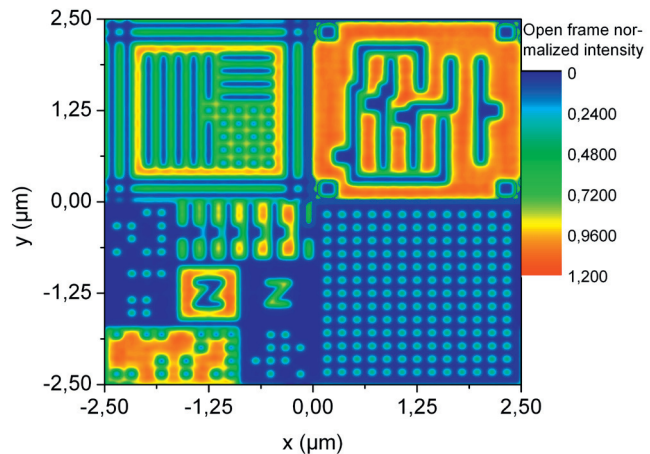


Fig. 2: Simuliertes Luftbild des Maskenbereiches aus Fig. 1 in einem 4x Projektionssystem, Luftbild-Rechenzeit: 6 Minuten, Standard-PC ohne Parallelisierung;

Simulated aerial image of the mask area from fig. 1 in a 4x projection system, aerial image computation time: 6 minutes, standard PC without parallelization.

mask near field simulation. The technique replaces a three-dimensional computation by several two-dimensional partial computations. With this approach, a significantly reduced simulation time could be achieved. A further reduction of the computation time could be realized with the parallelization of the two-dimensional partial computations. This parallel approach is also integrated into our mask near field simulation. The mask area shown in fig. 1, left, could not be simulated without the mentioned extensions. A theoretical simulation time of about 7100 days on a standard PC must be expected. In contrast to that, only 94 minutes are required by applying the mask near field simulation including the described decomposition technique. An additional parallelization with 20 CPUs results in a computation time of only 12 minutes.

The example shown in fig. 1 and 2 is computed with our lithography simulator Dr.LiTHO (www.drlitho.com). All models developed in the lithography group including the models described here are integrated into the simulator.

Contact:

Dr. Peter Evanschitzky
Phone: +49 (0) 9131 761-259
peter.evanschitzky@iisb.fraunhofer.de

GERMANIUM ALS MATERIAL DER ZUKUNFT?

Einleitung

Obwohl die ersten Halbleiterbauelemente und die erste integrierte Schaltung auf Germanium realisiert wurden, wurde Silicium bald danach das dominierende Halbleitermaterial. Der Grund dafür war, dass Germanium ein instabiles und schlechthaftendes Oxid bildet, während das von Silicium sich als außergewöhnlich guter Isolator auch bei Dicken um 1 nm herausstellte.

Etwa bis 2004 basierte die Skalierung von Bauelementen vornehmlich auf der Reduktion von Kanallänge und Oxiddicke. Seitdem sank die Oxiddicke unter die Grenze für direktes Tunneln, sodass die resultierenden Leckströme über das Gateoxid kaum noch eine weitere Reduzierung ihrer Dicke zulassen. Als Abhilfe wurden Dielektrika mit hoher Dielektrizitätskonstante vorgeschlagen. Diese erlauben, die physische Dicke bei gleichen elektrischen Eigenschaften zu erhöhen. Das bedeutet aber andererseits, dass das Hauptargument für Silicium in der Vergangenheit - das vorteilhafte Oxid - nicht mehr per se zutrifft.

Ein zweites wichtiges Thema bei der Skalierung ist speziell der Treiberstrom von pMOS-Transistoren. Um die in der International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS) vorhergesagte Abnahme der intrinsischen MOSFET-Verzögerung zu erreichen, müssen diese mit zunehmender Miniaturisierung steigen. Für die aktuelle Bauelementengeneration und die nächste Zukunft wird das durch mechanische Spannungen erreicht, die die Ladungsträgerbeweglichkeit entlang bestimmter kristallographischer Richtungen erhöht. Es ist jedoch abzusehen, dass diese vorteilhaften Spannungseffekte auf die Be-

weglichkeit mit zunehmender Miniaturisierung kleiner werden. Die aktuelle Version der ITRS stellt deshalb fest, dass zurzeit keine fertigmögliche Lösung für Bauelemente mit dem 2013 benötigten Treiberstrom bekannt sein wird.

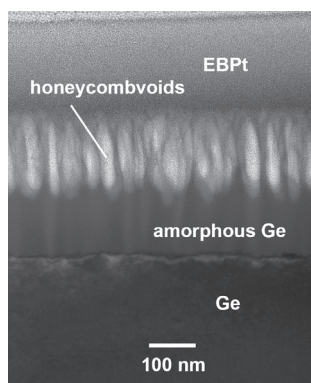


Fig. 1: Bildung von honigwabeförmigen Defekten durch die Implantation von Arsen mit 150 keV und $1 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-2}$;

Formation of honeycomb-like voids by the implantation of arsenic with 150 keV and $1 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-2}$.

Vor- und Nachteile von Germanium

Zur Überwindung der oben angesprochenen Probleme bei der Skalierung von Bauelementen betrachtet die Halbleiterindustrie alternative Materialien als potenzielle Lösung. Eines davon ist Ger-

manium. Der Hauptgrund für das erneute Interesse liegt in der viermal höheren Löcherbeweglichkeit bei kleinen Feldern als in Silicium oder Galliumarsenid. Der niedrigere Bandabstand des Germaniums (0,66 eV) im Vergleich zu Silicium (1,12 eV) sollte eine weitere Skalierung der Versorgungsspannung erlauben, Germanium kann ohne Schwierigkeiten in die laufende Halbleiterfertigung integriert werden und es wird erwartet, dass zur Ausheilung von Implantationsschäden Temperaturen von 500 bis 600 °C genügen. Dies würde auch die Integration mit Dielektrika mit hoher Dielektrizitätskonstante und Metallgates erheblich erleichtern. Die ersten Versuche, Germaniumbauelemente zu realisieren waren aber nur mäßig erfolgreich. Sie litten entweder unter zu hohen Leckströmen oder zu hohen Kontaktwiderständen.

Simulation von Fertigung und elektrischen Eigenschaften von Germanium-Bauelementen

Um das Potenzial von Germaniumtransistoren auszuloten, wurde im Rahmen der Förderung der Kooperation zwischen französischen Carnot-Instituten und deutschen Fraunhofer-Instituten in Zusammenarbeit mit CEA-Leti in Grenoble ein Projekt begonnen, in dem Diffusion und Aktivierung von Dotieratomen sowie die elektrischen Eigenschaften von Germanium-Bauelementen untersucht werden sollen.

Einer der beiden Schwerpunkte der Arbeit ist die Untersuchung der Dotierung durch Implantation und Ausheilung. Dabei tritt bei der Implantation mit schweren Ionen ein Phänomen auf, das, wie in Fig. 1 gezeigt, zur Bildung von honigwabeförmigen Defekten in Germanium führt. Erste Diffusionsexperimente zeigten, dass die Elemente der III. Hauptgruppe des Periodensystems unter vergleichbaren Temperaturen erheblich langsamer diffundieren und zum Teil weit höhere Löslichkeiten aufweisen als in Silicium. Ein zweiter Schwerpunkt ist die Simulation der elektrischen Eigenschaften von Germanium-Bauelementen. Fig. 2 zeigt exemplarisch den Vergleich zwischen unseren Simulationen und Experimenten von CEA-Leti.

Ansprechpartner:

Dr. Peter Pichler
 Telefon: +49 (0) 9131 761-227
 peter.pichler@iisb.fraunhofer.de

GERMANIUM AS MATERIAL OF THE FUTURE?

Introduction

Although the first semiconductor devices as well as the first integrated circuit were realized on germanium, soon thereafter silicon was selected as primary semiconductor material instead. The main reason for this development was that germanium has an unstable and non-adherent oxide while the oxide of silicon turned out to be an exceptionally well-suited insulator even in thicknesses of about one nanometre.

Until about 2004, device scaling was based primarily on the reduction of gate length and oxide thickness. Since then, the oxide thicknesses went well below the limit for direct carrier tunnelling so that the resulting gate leakage currents hardly allowed a further reduction of their thickness. As a remedy for this problem, high-k dielectrics were suggested. They allow the physical thickness to be increased while maintaining the electrical properties. This means, on the other hand, that the main argument for silicon in the past, its advantageous oxide, is no longer valid per se.

A second major issue in the scaling of devices is the drive current of pMOS transistors. In order to achieve the decrease of the intrinsic MOSFET delay predicted by the International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS), the drive currents have to increase with scaling increasing. In the current device generation and some future, this is achieved by applying mechanical strain which enhances the mobility along certain crystal directions. However, it can be predicted that these salient effects of mechanical strain on the mobility will decrease with scaling increasing. Therefore, the current version of the ITRS states that no manufacturable solution currently exists for de-

vices with the drive current that will be required in 2013.

Advantages and Disadvantages of Germanium

To overcome the above-mentioned problems with the scaling of semiconductor devices, alternative materials are considered as potential solutions in the semiconductor industry. One of them is germanium. The main reason for the renewed interest is the four times higher hole mobility at low fields in comparison to silicon or gallium arsenide. The lower bandgap of germanium (0.66 eV) in comparison to silicon (1.12 eV) should allow further scaling of the supply voltage. Germanium can be integrated without major problems into the current semiconductor production and annealing of implantation damage is expected to require temperatures of 500 to 600 °C only. This would also significantly simplify the integration with high-k dielectrics and metal gates. However, the first attempts to fabricate germanium devices were only of moderate success. They suffered either from too high leakage currents or too high contact resistances.

Simulation of Processing and Electrical Properties of Germanium Devices

To explore the potential of germanium devices, within the framework of the promotion of collaboration between French Carnot institutes and German Fraunhofer institutes, a project was started in cooperation with CEA-Leti in Grenoble in which diffusion and activation of doping atoms as well as the electrical properties of germanium devices are investigated.

One of the two focal points of the work is the investigation of doping by ion implantation and annealing. In case of heavy ions, ion implantation is associated with a phenomenon as shown in fig. 1 that leads to the formation of honeycomb-shaped voids in germanium. First diffusion experiments showed that the elements of the third main group of the periodic system diffuse significantly slower under comparable temperatures than they do in silicon and partly have considerably higher solubilities.

A second focal point is the simulation of the electrical properties of germanium devices. Figure 2 shows as an example the comparison between our simulations and experiments of CEA-Leti.

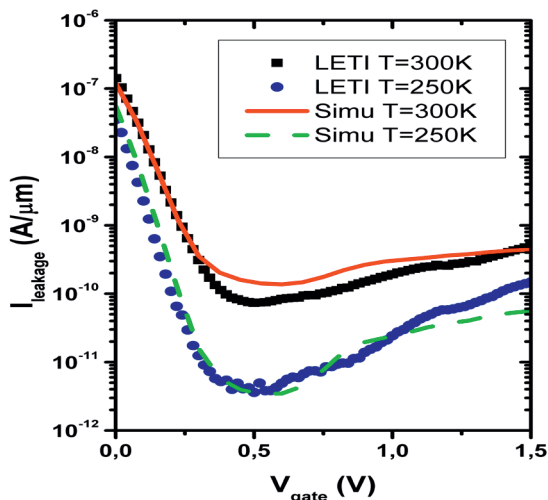


Fig. 2 : Vergleich zwischen Simulation und Messung des Leckstroms an Bauelementen von CEA-Leti;
Comparison of simulation and measurement of leakage currents of devices from CEA-Leti.

Contact:

Dr. Peter Pichler
Phone: +49 (0) 9131 761-227
peter.pichler@iisb.fraunhofer.de

SIMULATION VON CMOS-TRANSISTOREN UND IHRER TECHNOLOGIEBEDINGTEN SCHWANKUNGEN

Einleitung

Aufgrund der fortschreitenden Miniaturisierung der geometrischen Strukturen von integrierten Transistoren sind sogenannte „Technology Computer Aided Design“ (TCAD)-Simulationen unabdingbar für die Entwicklung dieser Bauelemente geworden. Insbesondere bei der Untersuchung von neuartigen Bauelementearchitekturen helfen TCAD-Simulationen bei der Abschätzung des elektrischen Verhaltens. Des Weiteren lassen sich die Auswirkungen von Prozessschwankungen auf das elektrische Verhalten von integrierten Bauelementen mittels TCAD-Simulationen relativ einfach untersuchen. Innerhalb des europäischen Projekts PULLNANO befasste sich das IISB mit der Untersuchung von alternativen CMOS-Bauelementearchitekturen wie „Fully Depleted Silicon on Insulator“ (FD SOI)-MOSFETs und Transistoren mit mehr als einer Gateelektrode sowie mit der Untersuchung, welchen Einfluss Prozessschwankungen auf alternative Transistorarchitekturen haben.

Bauelementearchitekturen im Vergleich

Im Rahmen von PULLNANO wurde das elektrische Verhalten von vier Bauelementearchitekturen miteinander verglichen: konventioneller Bulk-Transistor, FD SOI-Transistor (Fig. 1), FD SOI-Transistor mit zwei Gateelektroden und ein FinFET-Transistor mit drei Gatekontakten. Um Aussagen über die Güte der Bauelemente zu treffen, wurde der Drainstrom im angeschalteten Zustand bei fixen Leckstromwerten untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass der FD SOI-MOSFET mit zwei Gateelektroden das beste $I_{on}-I_{off}$ -Verhältnis aufweist (Fig. 2). Des Weiteren konnte auch gezeigt werden, dass die konventionelle Bulk-MOSFET-Architektur ein besseres $I_{on}-I_{off}$ -Verhalten aufweisen als zunächst angenommen worden ist. Bei der Untersuchung des dynamischen Verhaltens schnitt der FinFET-Transistor mit der niedrigsten Schaltverzögerung am besten ab.

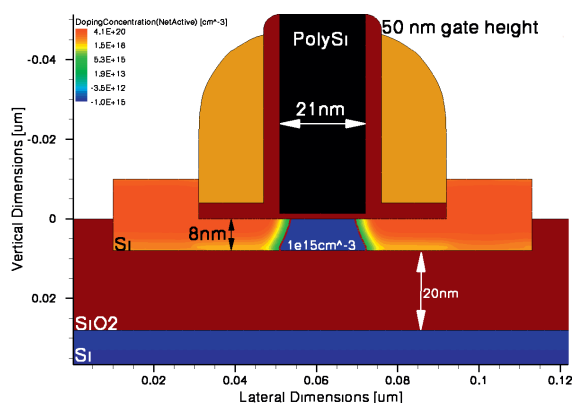


Fig. 1: FD SOI-nMOS Transistor; Fully Depleted Silicon on Insulator (FD SOI) nMOS transistor.

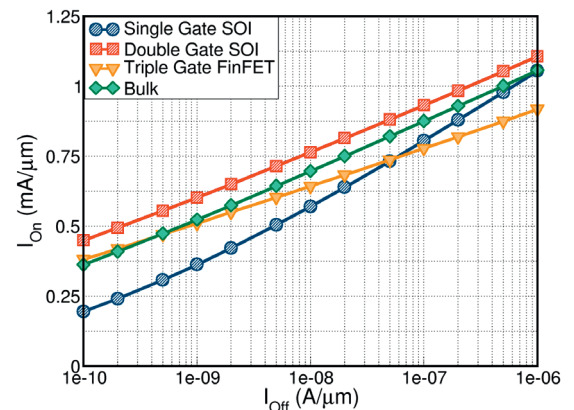


Fig. 2: $I_{on}-I_{off}$ -Verhalten der untersuchten Bauelementearchitekturen; $I_{on}-I_{off}$ behavior of the device architectures investigated.

Die zunehmende Miniaturisierung der CMOS-Bauelemente führt weiterhin dazu, dass sich kleinste Schwankungen bei der Prozessierung dieser Bauelemente mittlerweile sehr stark auf das Bauelementeverhalten auswirken. Insbesondere sind dabei Schwankungen des Lithographieprozesses zu erwähnen, da diese einen direkten Einfluss auf die resultierende Gatelänge der Transistoren haben. Um die Auswirkungen von Lithographieschwankungen auf das elektrische Verhalten unterschiedlicher Bauelementearchitekturen zu untersuchen, wurde der am IISB entwickelte Lithographiesimulator Dr.Litho mit einer kommerziellen TCAD-Software gekoppelt. Dabei sollte zunächst die Verteilungsfunktion der resultierenden Gatelängen unter dem Einfluss von Lithographieschwankungen ermittelt werden. Wie sich herausstellte, zeigte die ermittelte Verteilungsfunktion ein stark asymmetrisches Verhalten, wodurch Standardaussagen über die Prozessgüte, die sich im Allgemeinen auf eine Gauss-Verteilung beziehen, nicht mehr zutreffen. Wie sich weiterhin herausstellte, übertrug sich die Verteilungsfunktion der Gatelänge direkt auf die Einsatzspannung der SOI-Transistoren, da für diese Bauteile im Allgemeinen keine Kanaldotierung verwendet wird (Fig. 3). Im Vergleich dazu zeigte die Einsatzspannung des Bulk-MOSFET ein normalverteiltes Verhalten, was auf die verwendeten hochdotierten „Pockets“, welche für die Kurzkanaleffektunterdrückung zuständig sind, zurückzuführen ist. Daher zeigte der Bulk-MOSFET auch ein stabileres Verhalten gegenüber den Schwankungen im Vergleich zu den untersuchten SOI-Transistoren (Fig. 4).

Ansprechpartner:

Christian Kampen
 Telefon: +49 (0) 9131 761-224
 christian.kampen@iisb.fraunhofer.de

SIMULATION OF CMOS TRANSISTORS AND THEIR TECHNOLOGY-INDUCED VARIATIONS

Introduction

With the continuous miniaturization of the geometrical dimensions of integrated transistors, "Technology Computer Aided Design" (TCAD) simulations have become indispensable for the development of these kinds of devices. Particularly for the investigation of alternative CMOS device architectures, TCAD simulations have become essential. Furthermore, TCAD simulations offer the possibility of a relatively easy investigation of how process variations might influence the electrical behavior of integrated devices. In the European project PULLNANO, the IISB investigated the electrical behavior of alternative CMOS devices such as fully depleted silicon on insulator (FD SOI) MOSFETs and transistors with more than one gate electrode. Furthermore, the impact of process variations on the electrical behavior of alternative CMOS devices was studied. Some results are presented below.

Device Architectures in Comparison

Within the European project PULLNANO, the electrical behavior of four CMOS device architectures was compared: conventional bulk MOSFET, FD SOI MOSFET (fig. 1), double-gate FD SOI MOSFET and triple-gate FinFET. For making conclusions about the performance of the investigated devices, the on-current at fixed leakage current values was investigated. It could be shown that the double-gate FD SOI MOSFET shows the best $I_{on}-I_{off}$ behavior compared to the other investigated MOSFET architectures (fig. 2). Furthermore, it could be demonstrated that the conventional bulk MOSFET performs better than expected. By investigating the dynamic behavior of the four investigated CMOS device architectures, the FinFET showed the fastest switching speed.

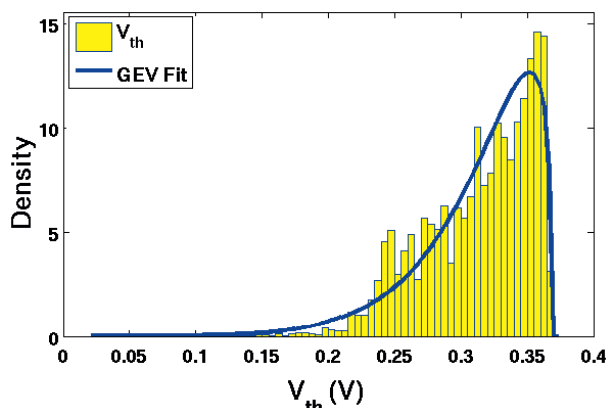


Fig. 3: Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Einsatzspannung, hervorgerufen durch Lithographie induzierte Gatelängenschwankungen; Probability density function of the threshold voltage caused by lithography-induced gate length variations.

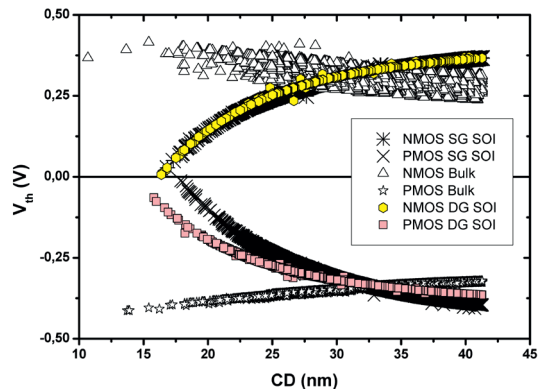


Fig. 4: Einsatzspannungsverlauf in Abhängigkeit der Gatelänge; Threshold voltage roll-off in dependence on the gate length.

Simulation of the Influence of Process Variations

With the continuous minimization of CMOS devices, an increase of the impact of small process variations on the electrical behavior of CMOS devices has been observed. Especially fluctuations of the lithography process are dangerous, as they directly influence the resulting gate length of the transistors. To investigate how lithography-induced variations influence the electrical behavior of different CMOS device architectures, the IISB in-house lithography simulator Dr.Litho has been coupled with commercial TCAD software. The first point of interest in this project was to find the probability distribution function of the resulting physical gate length under the influence of lithography process variations. The distribution function that was found shows a very asymmetrical behavior. This led to the conclusion that standard assumptions on the quality of the lithography process are not valid in this case, as these assumptions in general are based on a Gaussian distribution function. Furthermore, we could show that the distribution function of the physical gate length is directly transferred to the resulting threshold voltage of the investigated SOI devices, as SOI transistors in general are designed without channel doping (fig. 3). In comparison to the SOI devices, the threshold voltage of the investigated bulk MOSFET shows a normally distributed behavior which can be explained by the heavily doped pockets. Therefore, the bulk MOSFET shows a more stable electrical behavior in case of lithography-induced process variations compared to the investigated SOI MOSFETs (fig. 4).

Contact:

Christian Kampen
Phone: +49 (0) 9131 761-224
christian.kampen@iisb.fraunhofer.de

HALBLEITERFERTIGUNGSGERÄTE UND METHODEN

SCHWERPUNKTE, TRENDS UND POTENTIALE DER ABTEILUNG

Primäre Zielsetzung ist die Unterstützung von Geräte- und Materialfirmen mit gerätenaher F&E sowie die Prozessentwicklung, Prozesscharakterisierung und die fertigungsnaher Evaluierung. Für die erforderliche Multidisziplinarität und die technologische Breite ist die Vernetzung innerhalb des Institutes und mit industrienahen Forschungseinrichtungen im In- und Ausland von besonderer Bedeutung, ebenso die Zusammenarbeit mit den Halbleiterherstellern. An dem Erfolg der Abteilung sind drei Gruppen beteiligt: „Geräte und Prozessautomatisierung“, „Kontamination und Materialien“ und „Fertigungssteuerung und Produktivität“. Aus diesen werden im Folgenden kurz die Arbeitsschwerpunkte und wichtige Aktivitäten aus dem Jahre 2008 beschrieben.

Die Gruppe „Geräte und Prozessautomatisierung“ arbeitet hauptsächlich an der Entwicklung von innovativen Prozesskontrollsystemen auf der Basis integrierter Messtechnik und Sensoren. Forschungsschwerpunkte bilden die in situ- bzw. inline-Integration von Messsystemen in Prozessgeräte, virtuelle Messtechnik, die Realisierung von Systemen zur Fehlererkennung und -klassifizierung und die modellbasierte Prozessregelung. Die Anpassung an neue Materialien und Prozessabläufe sowie die Demonstration der Implementierungen erfolgt an Einzelprozessgeräten oder an Mehrkammerprozessanlagen (Cluster Tools). Für Gerätehersteller ist besonders die Schließung der Lücke zwischen Geräteforschung und -entwicklung und der Anwendung in den Halbleiterfirmen von großer Bedeutung.

Im Berichtszeitraum lag der Arbeitsschwerpunkt auf dem von der EU geförderten „Integrierten Projekt“ SEA-NET, in dem gemeinsam mit 33 Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft neue und innovative Prozess- und Messgeräte entwickelt, getestet und zur Serienreife gebracht werden. Im Rahmen eines für langfristige und nachhaltige Geräteforschung angelegten Teilprojektes laufen Arbeiten zur Standardisierung, zur automatisierten Prozesskontrolle, der „Advanced Process Control“ (APC) und zum virtuellen Equipment Engineering (VEE). Obige und die nachfolgend beschriebenen Gruppen sind an mehreren Unterprojekten direkt beteiligt und zudem mit dem komplexen Gesamtmanagement dieses Großprojektes betraut.

Die Gruppe „Fertigungssteuerung und Produktivität“ bearbeitet die Themen Automatisierung, Fertigungssteuerung, Logistik und Qualitätskontrolle. Das Leistungsangebot umfasst die Konzipierung und Realisierung von vorwärts- und rückwärtsgekoppelten Steuerungen/Regelungen (Feed-Forward bzw. Feedback), neue statistische Auswerteverfahren zum Produktmonitoring sowie Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei der Integration von Messtechnik in Geräte einschließlich diskreter

Ablaufsimulation. Training und Weiterbildung unter Einsatz von e-Learning-Methoden sowie die Erstellung von Trainingsmaterial speziell für e-Learning gehören ebenso dazu. Ein im Aufbau befindliches Arbeitsgebiet ist die benigne Fertigung. Hier werden Geräte, Prozesse, Logistik und Infrastruktur auf ihre Optimierung bezüglich eingesetzter Ressourcen unter besonderer Berücksichtigung von Energie-, Wasser- und Chemikalienverbrauch untersucht und Verbesserungsmöglichkeiten entwickelt.

Schwerpunkte der Arbeiten in der Gruppe „Kontamination und Materialien“ liegen in den Themenbereichen „Wafer Environment Contamination Control (WECC)“, „Reinigungs- und Polierprozesse für Siliciumscheiben“ und „Yield Enhancement“. Diese beinhalten Kontaminationsuntersuchungen unterschiedlichster Materialien und Geräte, die Weiterentwicklung von Minienviroments für den Transport und die Lagerung von Siliciumscheiben, Polierprozesse für sub-65 nm-Technologien, Doppelseitenpolieren, chemisch-mechanisches Polieren, hazefreies Polieren und optimierte Versorgungsanlagen von Poliermaschinen, weiterhin Reinigungsprozesse für sub-65 nm-Technologien einschließlich Trocknungsverfahren sowie Konditionierungsmethoden für Siliciumoberflächen. Auf der Grundlage umfangreicher Messergebnisse zur Defekterkennung und -charakterisierung werden im Bereich „Yield Enhancement“ grundlegendes Verständnis und fortgeschrittene Modelle entwickelt, um Kontrolle und Vorhersagen zur Ausbeute zu verbessern. Eine führende Rolle wird im europäischen Projekt ANNA, einem Verbund europäischer Analytiklabore, eingenommen. Im Rahmen von ANNA wird auch eine Akkreditierung nach DIN EN ISO 17025 der Ultrapurenanalytik, der organischen Analytik und der Probenpräparation angestrebt.

Mitarbeiter der Abteilung sind in mehreren Fachausschüssen und Fachgruppen der VDI/VDE-Fachgesellschaft GMM aktiv und nehmen Führungsrollen bei der Entwicklung von SEMI-Standards und bei der ITRS, der Internationalen Technologie-Roadmap, ein.

Ansprechpartner:

Prof. Lothar Pfitzner

Telefon: +49 (0) 9131 761-110

lothar.pfitzner@iisb.fraunhofer.de

SEMICONDUCTOR MANUFACTURING EQUIPMENT AND METHODS

FOCAL AREAS OF RESEARCH AND DEVELOPMENT, TRENDS AND POTENTIALS OF THE DEPARTMENT

The primary objective consists in supporting equipment and materials suppliers in process development, process characterization and production-related evaluation by R&D close to the equipment. In view of the required interdisciplinarity and the wide technological spectrum, close networking both within the institute and with other local and foreign industry-near research institutions is of particular importance, as well as cooperation with semiconductor manufacturers. Three groups contribute to the successful operation of the department: „Equipment and Process Automation“, „Contamination and Materials“, and „Manufacturing Control and Productivity“. In the following, the focal areas of research and major activities in 2008 will be briefly described.

The group „Equipment and Process Automation“ mainly works on the development of innovative process control systems on the basis of integrated measurement methods and sensors. Focal areas are in-situ and in-line integration of measurement systems into process equipment, virtual metrology, implementation of systems for the detection and classification of defects, and model-based process control. The adaptation to new materials and processes as well as the implementations are demonstrated by single process or so-called cluster tools. Bridging the gap between equipment research and development and its application in semiconductor manufacturing is most essential for the equipment suppliers.

The period of report was influenced by a so-called „Integrated Project“ funded by the EU for the evaluation of semiconductor manufacturing equipment with 33 partners from industry and science. In 19 sub-projects, novel process and innovative measurement equipment has been developed and tested with the purpose of series production. Within a sub-project created for the effective long-term equipment research, operations in the field of standardization, „advanced process control“ (APC), and virtual equipment engineering have been launched. All working groups described are involved in several sub-projects and are also in charge of the complete management of this major project.

The group „Manufacturing Control and Productivity“ works in the field of automation, production methods, logistics and quality assurance. The range of products and services covers the concept as well as the realization of feed-forward/feed-back control, new statistic evaluation procedures for production monitoring, and efficiency studies regarding the integration of measurement techniques into the equipment including discrete process simulation. Basic and advanced training and education by applying e-learning methods and the preparation of e-learning training material is also part of the work. A field

of activity just being built up is benign production - equipment, processes, logistics and infrastructure are analyzed and optimized in terms of their resources – especially focusing on energy, water and chemicals consumption.

Focal areas of research in the group „Contamination and Materials“ are Wafer Environment Contamination Control (WECC), cleaning and polishing processes for silicon wafers and yield enhancement. The group deals with contamination analysis of different materials and equipment, further development of minienvironments in terms of transport and storing of silicon wafers, polishing processes for sub-65 nm technologies, double-side polishing, chemical-mechanical polishing (CMP), haze-free polishing as well as cleaning processes for sub-65 nm technologies including drying techniques and conditioning systems for silicon surfaces. In the field of yield enhancement, the fundamental understanding – acquired on the basis of elaborate measurement results – and advanced techniques are developed for the optimization of yield control and prospects. Various projects were carried out, during which silicon wafers, equipment, media, materials, and environment air were examined in terms of particulate, inorganic, and organic contamination. The established center of excellence for the further development of minienvironments focused its research on improved automated handling, reduced electrostatic discharges, and optimized inert gas rinsing of FOUPs (Front Opening Unified Pods) as well as contamination analysis for the transportation of masks in containers.

Contact:



Prof. Lothar Pfitzner
Phone: +49 (0) 9131 761-110
lothar.pfitzner@iisb.fraunhofer.de

HALBLEITERFERTIGUNGSGERÄTE UND METHODEN

VERGLEICH VERSCHIEDENER METHODEN ZUR SCHICHTWIDERSTANDSMESSUNG BEI CMOS-STRUKTUREN KLEINER 32 NM

Einleitung

Die exakte Messung des Schichtwiderstandes bei CMOS-Strukturen kleiner 32 nm stellt speziell bei vorhandenen Wannenz- bzw. HALO-Strukturen eine anspruchsvolle Herausforderung bei der Entwicklung solcher Technologien dar. Konventionelle Vierspitzenmessung wird nach wie vor zur Charakterisierung eingesetzt, allerdings muss sich der Anwender der Grenzen bewusst sein. Unter solchen strengen Bedingungen könnten zerstörungsfreie Methoden wie „Junction Photo Voltage“ und Mikro-Vierspitzenmessung verlässliche Ergebnisse liefern. Im Rahmen eines Geräte-FoRums des von der EU geförderten PULLNANO-Projektes wurde als Kooperation zwischen CAPRES, IMEC und Fraunhofer ein Vergleich verschiedener Messmethoden durchgeführt.

Probenübersicht, Messtechnik und Ergebnisse

Die Strukturen kleiner 32 nm mit pn-Übergängen in einer Tiefe von 10 - 50 nm wurden mittels energiearmer, Cocktail- und $B_{18}H_{22}$ -Cluster-Implantation erzeugt. Dabei sind teilweise HALO-Schichten (doppelte pn-Übergänge) vorhanden, und es kamen verschiedene Ausheilverfahren im Millisekunden-Bereich, wie z. B. Flash (RTA) und nicht-aufschmelzende Laser (DSA) zum Einsatz. Die Proben können in vier Gruppen (Gruppe A - D) eingeteilt werden und entsprechen dem aktuellen Stand der Technik. Sie wurden mit Vierspitzenmessgeräten mit unterschiedlichen Auflagegewichten (4PP), einem „Variable Probe Spacing (VPS)“-Gerät, zwei Arten von „Junction Photo Voltage“ (JPV)-Geräten und einem Gerät zur Mikro-Vierspitzenmessung (M4PP) untersucht und die Ergebnisse verglichen.

Gruppe A: Cocktail-Implantation + HALO + RTA/DSA

Die Tiefe des pn-Übergangs liegt im Bereich von 15-20 nm.

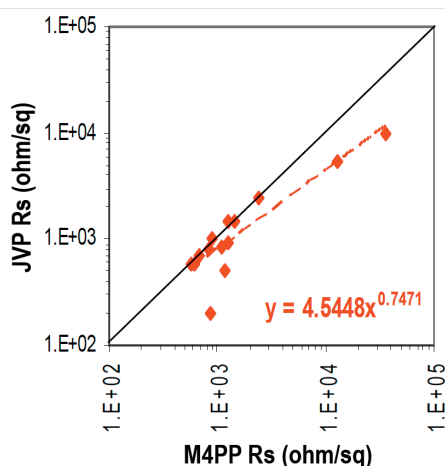


Fig. 1: Korrelations-Diagramm der JPV und M4PP Messergebnisse; Correlation plot of JPV versus M4PP results.

Methoden, die die Schicht durchstechen, liefern hier keine verlässlichen Ergebnisse. 4PP-Methoden liefern 50 - 60% zu geringe Messwerte. M4PP liefert bei allen Proben verlässliche Ergebnisse. VPS dringt leicht in die Oberfläche ein (ca. 5nm) und liefert 20 - 40% zu geringe Messwerte. Die besten JPV-Ergebnisse weichen 5 - 25% von den M4PP Werten ab. Geringe JPV-Ströme deuten auf Probleme bei der Messung hin.

Gruppe B: $B_{18}H_{22}$ -Cluster-Implantation + HALO + RTA/DSA

Auch diese Proben weisen eine HALO-Struktur und eine ähnliche Tiefe des pn-Übergangs auf. 4PP zeigt auch hier zu geringe Messwerte, JPV zeigt deutlich bessere Ergebnisse, die Abweichungen sind im Bereich einiger Prozente. Bei VPS zeigen alle Proben eine Abweichung von 20 - 30%.

Gruppe C: Bor-Implantation 0,5 keV + HALO

Die Proben haben eine p++ n+ p-Struktur mit zwei pn-Übergängen. JPV-Methoden setzen einen einfachen pn-Übergang voraus und können solche Strukturen nicht verlässlich messen. VPS zeigt eine sehr gute Übereinstimmung (< 5%) mit M4PP.

Gruppe D: Bor-Implantation 0,5 keV + DSA

Diese Proben zeigen sieben Bereiche mit unterschiedlichen Ausheilparametern. M4PP konnte alle Bereiche verlässlich auswerten. Ein Vergleich mit VPS-Ergebnissen zeigt eine erwartete Korrelation, wenngleich auch VPS aufgrund des Eindringens ca. 30 - 35% zu geringe Werte liefert. Ein JPV-System konnte die Bereiche detektieren, allerdings unterscheiden sich die absoluten Messwerte deutlich von den anderen Verfahren.

Zusammenfassung

Es lässt sich festhalten, dass M4PP bei allen untersuchten Proben konsistente, zuverlässige und hoch orts aufgelöste (Messbereich 100 x 100 μm) Ergebnisse liefert. JPV-Systeme zeigten gute Ergebnisse, wenn die ausgewerteten Signale stark genug waren und die Strukturen keine doppelten pn-Übergänge aufwiesen. JPV ist eine nicht-kontaktierende Methode mit einer Ortsauflösung von bis zu 0,5 μm . Im Randbereich (bis zu 2 cm) können allerdings Randeffekte auftreten. Diese können teilweise durch eine Randkorrektur verbessert werden. Die Kontaktnadeln der konventionellen 4PP dringen deutlich in die Probe ein und verhindern damit konsistente Messwerte bei ultradünnen Strukturen. Aufgrund der geringeren Eindringtiefe beim VPS-System (5 -10 nm) konnten hier Ergebnisse mit einer Abweichung von 5 - 30% erreicht werden.

Ansprechpartner:

Markus Pfeffer

Telefon: +49 (0) 9131 761-114

markus.pfeffer@iisb.fraunhofer.de

SEMICONDUCTOR MANUFACTURING EQUIPMENT AND METHODS

COMPARISON OF SHEET RESISTANCE MEASUREMENT METHODS FOR CMOS STRUCTURES BELOW 32 NM

Introduction

The measurement of accurate sheet resistance values for sub-32 nm CMOS structures, especially in the presence of well/HALO implants, is a critical issue for the development of such technologies. Whereas conventional four-point probe tools are still frequently used, one needs to be well aware of the significant limitations of such tools. Zero-penetration tools, such as contactless junction photo-voltage (JPV) and micro four-point probe tools may be able to maintain good accuracy under such stringent circumstances. Within the Equipment Forum of the PULLNANO Project, which was funded by the European Union (Sixth Framework Program), a comparison of various sheet resistance measurement methods was performed as collaboration between CAPRES, IMEC and Fraunhofer IISB.

Measurement Structures, Characterization Methods and Results

The advanced sub-32 nm structures were manufactured using ultra-shallow (10 - 50 nm) implants (0.5 keV B, cocktail and/or B₁₈H₂₂ cluster implants) with and without HALOS (multiple junctions), in combination with different millisecond anneal concepts like flash (RTA) and non-melt laser anneal (DSA). The samples can be divided into four groups (A - D). These state-of-the-art profiles were investigated by various conventional four-point probe (4PP) systems with different probe loads, a variable probe spacing (VPS) tool, two junction photo voltage (JPV) based tools and a micrometer-resolution four-point probe (M4PP) system.

Group A: Cocktail implants + HALO + RTA/DSA

The junction depths of these HALO profiles are about 15 - 20 nm. This makes it difficult for penetrating probes to get correct results, as illustrated by the 4PP which are 50 - 60% too low. M4PP provided reliable measurement for all samples. VPS penetrates slightly (approx. 5 nm). The results are systematically too low by 20 - 40%. The best JPV results achieved deviate from M4PP by 5 - 25%, but some samples show low JPV signals, an indication of unreliable results.

Group B: B₁₈H₂₂ cluster implants + HALO + RTA/DSA

These samples have HALO structures and a similar depth of the pn junction like group A. 4PP values are again too low. M4PP can measure all structures with reliable values. JPV gives much better results, i.e. within a few percent from M4PP. VPS can measure all structures with a deviation of about 20 - 30 %.

Group C: B 0.5 keV + HALO

These are p++..n+.p structures with two junctions. JPV tools

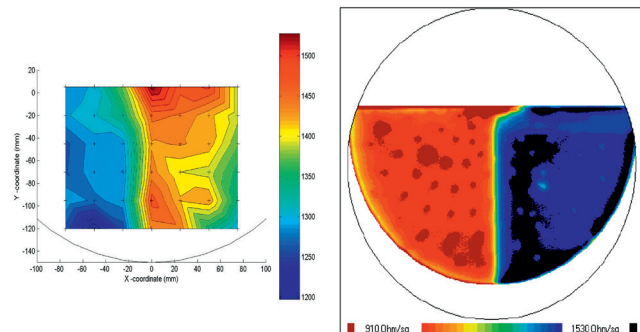


Fig. 2: M4PP Wafer-Mapping basierend auf 42 Messpunkten (links) im Vergleich zu WT2000 Schichtwiderstands-Mapping mit 16000 Messpunkten (0,5 mm Raster) einer Probe der Gruppe A (rechts); M4PP map based on 42 data points (left) versus WT2000 sheet resistance (ohmsq) map based on 160000 data points (0.5 mm raster) for a group A structure (right).

that typically only assume single junction and will extract wrong sheet resistance values and fail on such structures. VPS data, despite their slight penetration, agree very well (5 %) with the M4PP data.

Group D: B 0.5 keV + DSA

These samples contain seven stripes with different sub-melt laser anneal settings. M4PP can measure all of them (with reliable results). The ones which were checked with VPS were reasonable, although too low by about 30 - 35 % (penetration). One JPV tool can detect structures, but absolutely extracted values of sheet resistance fail on all stripes.

Summary

In conclusion, the micrometer-resolution four-point probe gives consistent and reliable results and allows for very localized measurements (within a 100 x 100 μm^2). JPV-based systems give quite reliable results in those cases where the signal is strong enough and the measurement method is applicable (single junctions). JPV is a non-contact method with 0.5 mm resolution but suffers from edge effects (up to 2 cm) which can partly be corrected by edge correction algorithms. Conventional four-point probe tools fail on most of the investigated samples due to excessive probe penetration, whereas in several cases variable probe spacing (based on a spreading resistance probe (SRP) tool) still gives useful values due to its limited probe penetration (5 -10 nm).

Contact:

Markus Pfeffer
Phone: +49 (0) 9131 761-114
markus.pfeffer@iisb.fraunhofer.de

HALBLEITERFERTIGUNGSGERÄTE UND METHODEN

ENTWICKLUNG EINES MINI-BATCH-VERTIKALOFENS FÜR DIE PLASMAUNTERSTÜTZTE HERSTELLUNG DÜNNER SCHICHTEN

Einleitung

Für derzeitige und zukünftige Technologiegenerationen ist thermisches Siliciumdioxid nicht mehr als Gatedielektrikum einsetzbar, da bei Schichtdicken unterhalb von 3 nm Leckströme und die Bordiffusion aus der Gateelektrode nicht mehr vernachlässigt werden können. Alternativ werden häufig Oxinitride als Gatedielektrikum eingesetzt, die eine Reduzierung der Leckströme zwischen dem Gate und der Kanalregion durch die Verwendung physikalisch dickerer Schichten ermöglichen. Die Kapazität des MIS-Kondensators wird dabei durch eine erhöhte dielektrische Konstante beibehalten. Oxinitride, die durch den plasmaunterstützten Einbau von Stickstoffatomen in Siliciumdioxidschichten hergestellt werden, sind weit verbreitet und werden üblicherweise in Einzelscheibenreaktoren hergestellt.

Der PEDBAR Mini-Batch-Plasmaofen

Im Rahmen des im sechsten europäischen Rahmenprogramm geförderten Projekts SEA-NET (Semiconductor Equipment Assessment for NanoElectronic Technologies) wurde ein neuartiges Gerätekonzept zur Kombination eines Niederfrequenz (LF)-Plasmas und eines Mikrowellen-Remote (MW)-Plasmas in einem Mini-Batch-Vertikalofen entwickelt und wird am Beispiel der Plasmanitridierung von thermischen Siliciumdioxidschichten überprüft (Fig.1). Die Zielsetzung der Arbeiten ist die Demonstration einer chargenweisen Plasmaprozessierung, die die Möglichkeit eines hohen Durchsatzes eröffnet. Die Entwicklung und das Assessment erfolgten innerhalb des Unterprojekts PEDBAR (Plasma-Enhanced Deposition of Thin Films in Batch-Type Reactor).



Fig. 1: Installation des PEDBAR-Vertikalofens im Reinraum des Fraunhofer IISB; The PEDBAR vertical furnace installed in the cleanroom of the Fraunhofer IISB.

Das Konsortium des Unterprojekts besteht aus den Firmen centrotherm und R3T als Gerätelieferanten, der Firma Qimonda als IC-Hersteller sowie dem Fraunhofer IISB als Forschungseinrichtung.

Die Funktionsweise des PEDBAR-Vertikalofens ist in Fig. 2 dargestellt. In den Ofen werden 25 Scheiben mit einem Durchmesser von 300 mm auf eine gestapelte Elektrodenanordnung geladen (Fig.3). Ein Niederfrequenzgenerator dient zur Erzeugung ei-

nes direkten Plasmas oberhalb jeder Scheibe und der darüber liegenden Elektrode. Zusätzlich kann ein Mikrowellen-Remoteplasma eingesetzt werden, um einen Fluss angeregter Teilchen von der Reaktoroberseite zu generieren. Um die Plasmazusammensetzung und deren Homogenität *in situ* untersuchen zu können, wurde ein neuartiges optisches Emissionsspektrometer (OES) mit zwei Kanälen in den Ofen integriert.

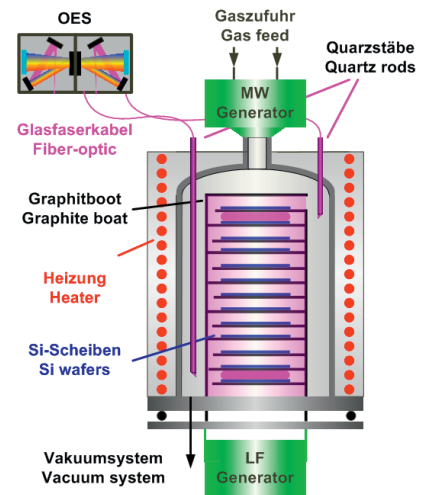


Fig. 2: Funktionsweise des PEDBAR-Vertikalofens; Operating principle of the PEDBAR vertical furnace.

Geräte-Assessment

Für die Entwicklung und Bewertung der Plasmanitridierungsprozesse und des Prototyps wurden Scheiben mit dünnen thermischen Siliciumdioxidschichten in N_2/NH_3 -Gasgemischen nitridiert. Zur Charakterisierung der elektrischen Eigenschaften wurden Metall-Isolator-Halbleiter (MIS)-Strukturen hergestellt und mittels Kapazitäts-Spannungs- und Strom-Spannungsmessungen untersucht. Hierbei konnte nachgewiesen werden, dass mit dem neuen PEDBAR-System eine signifikante Nitridierung des thermischen Siliciumdioxids erreicht werden kann, die durch eine Reduzierung der äquivalenten Oxiddicke (EOT) quantifiziert wird. Gleichzeitig können die Leckströme im Vergleich zu thermischen Siliciumdioxidschichten mit gleichen äquivalenten Oxiddicken reduziert werden (Fig.4). Im weiteren Projektverlauf sind weitere Untersuchungen geplant, um optimierte Prozesse auf Polysiliciumgate-Strukturen zu überprüfen.

Ansprechpartner:

Dr. Georg Roeder
Telefon: +49 (0) 9131 761-234
georg.roeder@iisb.fraunhofer.de
Matthias Wolf
Telefon: +49 (0) 9131 761-155
matthias.wolf@iisb.fraunhofer.de

SEMICONDUCTOR MANUFACTURING EQUIPMENT AND METHODS

DEVELOPMENT OF A MINI-BATCH VERTICAL FURNACE FOR PLASMA-ASSISTED FABRICATION OF THIN FILMS

Introduction

For current and future technology generations, thermal silicon oxide is no longer applicable as gate dielectric, since at a layer thickness of less than 3 nm leakage currents and boron diffusion from the gate electrode cannot be neglected. Oxynitrides are frequently applied as alternative gate dielectric material, which allow the reduction of leakage currents between gate and channel region by increasing the physical thickness. Due to the increase of the dielectric constant, the capacity of the MIS capacitor is maintained. Oxynitrides that are generated by plasma-assisted incorporation of nitrogen atoms into silicon dioxide layers have been widely used and are typically fabricated in single-wafer reactors.

The PEDBAR Mini-Batch Plasma Furnace

Within the project SEA-NET (Semiconductor Equipment Assessment for NanoElectronic Technologies), which is funded within the Sixth European Framework Programme, a novel equipment concept combining low-frequency (LF) direct plasma and microwave remote (MW) plasma in a mini-batch vertical furnace was developed and is assessed at the example of the development of a plasma nitridation process of thermal oxides (fig. 1). The objective of the work is to demonstrate plasma batch-fabrication with potentially high throughput. The development and assessment is performed within the sub-project PEDBAR (Plasma-Enhanced Deposition of Thin Films in Batch-Type Reactor). The sub-project consortium consists of the companies centrotherm and R3T as equipment suppliers, the company Qimonda as IC manufacturer, and the Fraunhofer IISB as research institute.



Fig. 3: Gestapelte 300-mm Elektrodenanordnung des PEDBAR-Ofens; Stacked 300 mm electrode assembly of the PEDBAR furnace.

The operating principle of the PEDBAR vertical furnace is depicted in fig. 2. In the furnace, 25 wafers with a diameter of 300 mm are loaded on a stacked electrode assembly (fig. 3). A low-frequency generator is used to ignite a direct plasma above each wafer and the respective upper electrode. Additionally, a remote microwave plasma can be applied to generate a flux of excited species from the top of the reactor. To investigate the plasma compo-

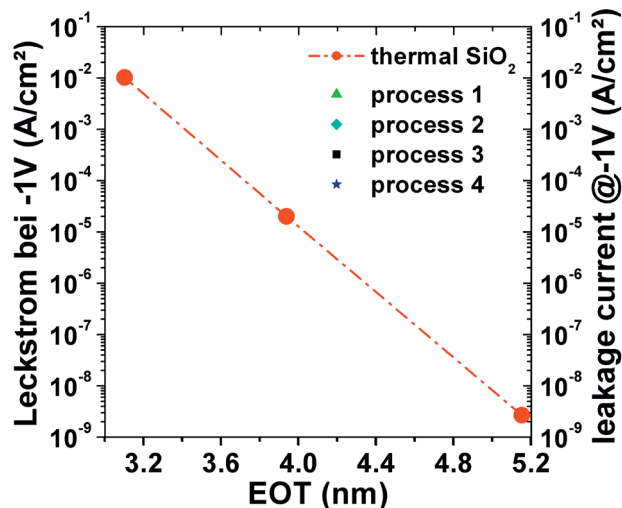


Fig. 4: Abhängigkeit des Leckstroms von EOT für Oxynitride, die in unterschiedlichen N_2/NH_3 -Gasgemischen nitridiert wurden; Leakage current vs. EOT of oxynitrides nitridated in different N_2/NH_3 feed gas mixtures.

sition and its homogeneity *in situ*, a novel two-channel optical emission spectrometer (OES) was integrated into the furnace.

Equipment Assessment

For the development of plasma nitridation processes and the respective evaluation of the plasma vertical furnace prototype, wafers with thin thermal silicon dioxide layers were nitridated by using N_2/NH_3 gas mixtures. For the characterization of the electrical layer properties, metal-insulator-silicon (MIS) structures were fabricated and analyzed by capacitance-voltage and current-voltage measurements. It could be proved that with the new PEDBAR equipment, a significant nitridation of thermal silicon dioxide is possible which is quantified by a reduction of the equivalent oxide thickness (EOT). Simultaneously, the leakage current is reduced compared to thermal silicon dioxide layers with the same equivalent oxide thicknesses (fig. 4). Within the project, additional investigations are envisaged to assess optimized processes on polysilicon gate structures.

Contact:

Dr. Georg Roeder
Phone: +49 (0) 9131 761-234
georg.roeder@iisb.fraunhofer.de

Matthias Wolf
Phone: +49 (0) 9131 761-155
matthias.wolf@iisb.fraunhofer.de

HALBLEITERFERTIGUNGSGERÄTE UND METHODEN

EBENHEITSMESSUNG AUF WAFEROBERFLÄCHEN MIT WELLENFRONTSENSORIK

Einleitung

Halbleiterfertigungsprozesse starten auf blanken Siliciumsubstraten mit exzellenter Oberflächenebenheit. In der darauf folgenden Prozesskette zur Fertigung von integrierten Schaltungen ist es entscheidend, diese anfängliche Oberflächenebenheit zu bewahren. Die IC-Hersteller verwenden verschiedenste Technologien und Materialien wie Metalle, Halbleiter und Isolatoren zum Aufbau von dreidimensionalen Strukturen auf den Scheiben. Diese Mischung von Materialien schränkt die Verwendung von Messtechnik, die für die Ebenheitsanalyse von blanken Siliciumscheiben entwickelt wurde, ein. Gleichwohl ist für die Halbleiterfertigung die Messung und Kontrolle der Topographie auf Scheibenoberflächen lateral im Bereich von Millimetern und vertikal im Bereich von Nanometern erforderlich.

Wellenfrontsensorik

Die Charakterisierung von ebenen reflektierenden Oberflächen mittels Wellenfrontsensorik basiert auf der Beleuchtung mit einem kollimiertem Strahlenbündel, welches eine ebene Wellenfront hat. Die Oberfläche reflektiert die Wellenfront. Oberflächentopographie, zum Beispiel lokale Krümmungen der Oberfläche, deformiert die reflektierte Wellenfront. Die Analyse der reflektierten Wellenfront erfolgt anhand der Verschiebung entweder von Fokuspunkten in Bezug auf Referenzpunkte (Shack Hartmann) oder von Mustern in Bezug auf Referenzmuster (Makyoh). Für beide Systeme korrespondiert die lokale xy-Verschiebung mit einer lokalen Veränderung der Höhe durch die lokale Krümmung der Oberfläche. Zweidimensionale Integration, basierend auf den xy-Verschiebungen, rekonstruiert die reflektierte Wellenfront, welche der Oberflächentopographie entspricht.

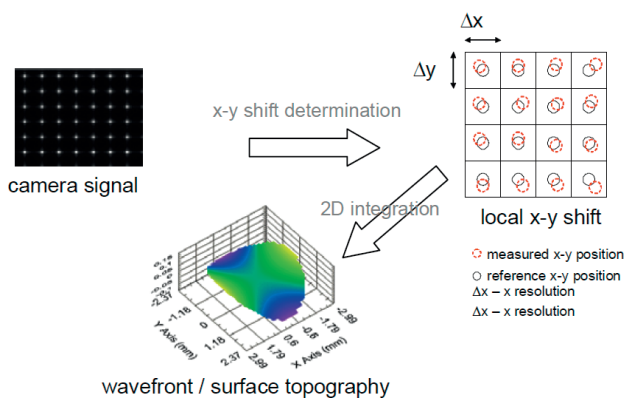


Fig. 1: Das Schema zeigt das Prinzip der Erfassung der Wellenfront mittels einer xy-Verschiebung in einer Ebene; The scheme shows the principle of the of wavefront detection using a lateral x-y shift in a plane.

Filtern von Topographiedaten

Filtern der gemessenen Topographie entfernt langwellige Signale. Diese stammen von der Deformation der Scheibe, zum Beispiel der Durchbiegung oder der Welligkeit. Die Gauss-Funktion wurde als Filter mit signifikantem Cut-off identifiziert. Weiterhin ist der Gauss-Filter invariant gegenüber der Faltung während der schnellen Fourier-Transformation. Die Filterprozedur ist folgende: Zuerst wird die Topographie Fourier transformiert. Dann wird die Filterfunktion auf die Daten angewendet, sodass die langwelligen Geometrieinformationen unterdrückt werden. Im letzten Schritt wird die inverse schnelle Fourier-Transformation auf die gefilterten Daten angewendet. Als Ergebnis erhält man die Ebenheit der Oberfläche.

Charakterisierung von strukturierten Oberflächen

Verschiedene Experimente wurden durchgeführt, in denen strukturierte Waferoberflächen nach der Planarisierung von Scheiben nach dem Shallow-Trench-Isolations- und nach dem Interconnect-Metallisierungs-Prozess untersucht wurden. Die Wafer hatten einen Durchmesser von 200 mm.

Die erreichte laterale Auflösung auf Scheibenoberflächen betrug ungefähr 200 µm. Die Genauigkeit wurde aus der Wiederholung der Topographiemessung mit anschließender Filterung der Daten bestimmt. Die Genauigkeit der Ebenheitsmessung ist besser als 20 nm.

Folgerungen

Die Wellenfrontsensorik basierend auf den Methoden nach Makyoh und Shack Hartmann ermöglicht unverzögerte, zerstörungsfreie, zweidimensionale Ebenheitsinspektion auf strukturierten Waferoberflächen. Der Einfluss der lateralen Strukturen im Miko- bis in den Nanometerbereich zeigte nur geringen Einfluss auf die Messergebnisse.

Ansprechpartner:

Dr. Andreas Nutsch
Telefon: +49 (0) 9131 761-115
andreas.nutsch@iisb.fraunhofer.de

SEMICONDUCTOR MANUFACTURING EQUIPMENT AND METHODS

MEASUREMENT OF FLATNESS ON WAFER SURFACES WITH WAVEFRONT SENSING

Introduction

Semiconductor manufacturing processes start on bare silicon substrates with excellent surface flatness. In the subsequent process chain of integrated circuits manufacturing, it is crucial to maintain this initial surface flatness. IC manufacturers use different technologies involving materials such as metals, semiconductors, and isolators to build three-dimensional structures on the wafer. The mixture of materials on the surface limits the use of metrology developed for flatness analysis of bare silicon wafers. Nevertheless, it is essential for semiconductor manufacturing to measure and control the topography of wafer surfaces laterally at millimetre scale and vertically at nanometre scale.

Wavefront Sensing

Characterization of the flatness of planar reflective surfaces using wavefront sensing is based on the illumination with a collimated beam having a planar wavefront. The surface reflects the wavefront. Surface topography in terms of local surface curvatures deforms the reflected wavefront. The analysis of reflected wavefronts is performed using either a shift of the focal points with respect to reference points (Shack Hartmann) or of a pattern with respect to a reference pattern (Makyoh). For both systems, the local x-y shift corresponds to a local change in height due to the local surface curvature. 2D integration based on the measured x-y shifts reconstructs the reflected wavefront which is equal to the surface topography.

Filtering of Topography Data

Filtering of the measured topography removes long spatial wavelength signals. They come from wafer deformations, for example bow or warp. The Gaussian function has been identified as an appropriate filter with a significant cut-off. Furthermore, the Gauss filter is invariant against convolutions during fast Fourier transformation. The filtering procedure was the following: First, the topography data are Fourier transformed. Secondly, the filter function is applied to the data suppressing the long wavelength geometry information. In a last step, the inverse fast Fourier transformation is applied to the filtered data. As a result, the flatness of the surface is obtained.

Characterization of Patterned Wafer Surfaces

Several experiments studying patterned wafer surfaces after planarization of wafers seeing a shallow-trench isolation process and an interconnect metallization process have been performed. The wafers had a diameter of 200 mm. The achieved

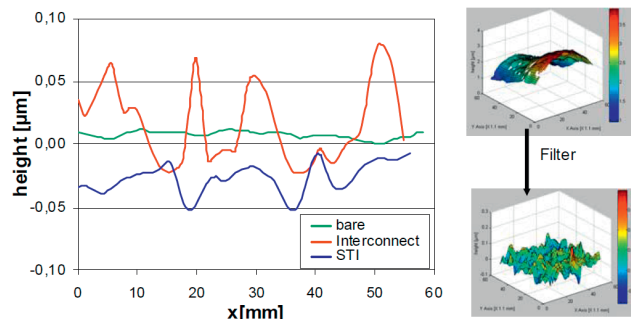


Fig. 2: Lokale Querschnitte der Topographiedaten nach der Filterung mit einem Gauss-Filter. Die zwei kleinen Bilder auf der rechten Seite zeigen die gemessene Topographie und die Ebenheit nach der Filterung;

Local cross-sections of topography data after filtering with a Gaussian filter. The two small images on the left show the initial topography and the flatness after filtering.

lateral resolution on the wafer surfaces was approx. 200 µm. The accuracy was determined by repeating the topography measurement including filtering of the according data of the sensors. The accuracy of the flatness measurement was better than 20 nm.

Conclusion

Wavefront sensing based on methods according to Makyoh and Shack Hartmann enabled instantaneous, non-destructive 2D flatness inspection on patterned wafer surfaces. The impact of patterns from the micron to the nanometer scale showed minor impact on the measurement results.

Contact:

Dr. Andreas Nutsch
Phone: +49 (0) 9131 761-115
andreas.nutsch@iisb.fraunhofer.de

SCHWERPUNKTE, TRENDS UND POTENTIALE DER ABTEILUNG

Die Herstellung und Charakterisierung dünnster Schichten für die Nanotechnologie, die Integration neuartiger Materialien in die Siliciumtechnologie, die Bearbeitung mikroskopischer Strukturen mittels Ionenstrahltechnik und die Entwicklung von Bauelementestrukturen der Leistungselektronik und der Mikrosystemtechnik sind die Forschungsschwerpunkte und Kompetenzen der Abteilung Technologie im Bereich Halbleiter- und Nanotechnologie. Für die Durchführung der Arbeiten stehen in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente der Universität Erlangen-Nürnberg mehr als 600 m² Reinraum (Klasse 10) mit entsprechender Gerätetechnik zur Verfügung. Ein von der Industrie transferierter CMOS-Prozess ist in der Prozesslinie des IISB implementiert und an die speziellen Anforderungen eines Forschungsinstitutes angepasst. Dieser Gesamtprozess bildet die Basis, die Einzelprozessentwicklung für zukünftige Bauelemente zu stärken und eine Erprobung von neuen Prozessen im Umfeld eines bekannten Prozesses zu ermöglichen.

Im Bereich Front-End-Prozessentwicklung und Charakterisierung elektronischer Halbleiterbauelemente steht dem IISB mit hochmodernen Sputter- und Gasphasen-Abscheideanlagen auf der Basis von ALD und MOCVD geeignetes Equipment zur Abscheidung von Dielektrika mit hoher Dielektrizitätskonstante und von metallischen Schichten zur Verfügung. Die Kompetenzen des IISB liegen dabei in der Anpassung der Prozessierung an die jeweilige Precursorenchemie, in der Abscheidung aus allen Arten von Precursoren und in der Charakterisierung der Hoch-Epsilon- und metallischen Schichten.

Traditionelles Arbeitsgebiet am IISB ist die Ionenstrahltechnik. Implantationsanlagen von einigen eV bis hin zu mehreren MeV stehen zur Verfügung. Die Durchführung von Sonderimplantationen für Industriekunden, sowohl in der CMOS- als auch in der Leistungsbau-elementetechnologie, stellt einen Schwerpunkt der Aktivitäten dar. Ein weiterer Fokus ist die Untersuchung von Kontamination während der oder durch die Implantation. Dazu wurde eigens ein Computerprogramm entwickelt, in dem nahezu alle Elemente und Verbindungen als Kontaminationsquelle implementiert sind.

Seit bereits mehr als 15 Jahren arbeitet das IISB im Bereich Leistungsbau-elemente und SiC. Dafür stehen dem Institut spezielle Anlagen zur Herstellung von Trenchstrukturen und zu deren Wiederbefüllung zur Verfügung. Daraus ergeben sich vielfache Möglichkeiten der Entwicklung neuartiger Bauelementestrukturen in der Leistungselektronik. So konnte erfolgreich eine Smart-Power-IGBT-Technologie mit Grabenisolation implementiert werden. Dies ermöglicht es der Abteilung, den Bereich der Fertigung von Hochvoltbauelementen mit latera-

len Isolationen weiter auszubauen. Zur Ergänzung dieser Aktivitäten laufen Arbeiten zum Design von ASICs im integrierten Leistungsbau-elementesektor. Mittlerweile können am IISB nahezu alle in der CMOS-Technologie bekannten Fertigungsschritte auch an SiC-Scheiben durchgeführt werden. Die Entwicklung notwendiger neuartiger Prozessschritte wie Hochtemperaturausheilung und Epitaxie ist weiter fortgeschritten.

Zur Herstellung von Halbleiterbauelementen gehört unabdingbar die Charakterisierung der einzelnen Prozessschritte und der jeweiligen Strukturen. Wichtige Methoden sind dabei die Bestimmung der Schichtzusammensetzung, der Topographie, der Dotierprofile und weiterer physikalischer und chemischer Parameter. Besondere Kompetenz der Abteilung liegt in der Kombination verschiedener Methoden zur Analyse von Fehlern in der Prozessierung von Halbleitern und dem Aufspüren von Fehlerursachen. Ergänzend dazu wurde die elektrische Charakterisierung weiter ausgebaut, z.B. Bestimmung von Grenzflächenzuständen mittels Lebensdauerermessung.

Die Kompetenzen in der Bearbeitung von Strukturen in der Größenordnung weniger Nanometer mithilfe fokussierter Ionen- (Focused Ion Beam, FIB) und Elektronenstrahlen werden am IISB seit mehreren Jahren entwickelt und für die Reparatur und Analyse von Prototypen elektronischer Bauteile eingesetzt. Darüber hinaus werden mit dieser Technik neue Nanosonden für die Rastermikroskopie entwickelt und gefertigt, die es erlauben, physikalische oder elektrische Parameter, wie Dotierung oder Schichteigenschaften, mit hoher Ortsauflösung zu bestimmen. Aus diesen Erfahrungen wurden Modelle entwickelt, die die Schädigung von fokussierten Ionenstrahlen auch außerhalb des bearbeiteten Bereichs beschreiben.

Mit der aus dem Challenge-Programm der Fraunhofer-Gesellschaft ermöglichten Beschaffung der wesentlichen Laborgeräte für den Tintenstrahl Druck anorganischer Materialien wurde die Basis für die Entwicklung gedruckter elektronischer Bauelemente gelegt. Mittlerweile können ausgehend von der Nanopartikelsynthese Tinten entwickelt und auf den unterschiedlichsten, maßgeschneidert vorbehandelten Substraten mittels direktstrukturierenden Techniken aufgetragen werden. Die thermische Nachbehandlung zur Einstellung der elektrischen Schichtparameter schließt die Prozesskette ab.

Ansprechpartner:

Dr. Anton Bauer
Telefon: +49 (0) 9131 761-308
anton.bauer@iisb.fraunhofer.de

FOCAL AREAS OF RESEARCH AND DEVELOPMENT, TRENDS AND POTENTIALS OF THE DEPARTMENT

The main activities of the semiconductor and nanotechnology department are characterization and integration of new materials into silicon technology, manufacturing of ultra-thin layers for nanotechnology, modification of nanostructures via ion beam techniques, development of device structures for power electronics or micro-electromechanical systems (MEMS), and design of ASICs. For this purpose, IISB and the Chair of Electron Devices of the University of Erlangen-Nuremberg operate joint cleanroom facilities of 600 m² (class 10) equipped with CMOS-compatible equipment. This allows the implementation of the most important process steps on silicon wafers with diameters of up to 150 mm, for certain process steps even on 200 and 300 mm wafers. An industrial CMOS process transferred from industry to IISB and adapted to research and development purposes is used as reference and basis for the development of advanced process technology.

For the development of novel process steps in the field of gate stack engineering, IISB operates advanced sputter and chemical vapor deposition tools on the basis of ALD and MOCVD for the deposition of high-k and metallic layers. Adaptation of the process to the particular chemistry of the precursor, deposition of a multiplicity of precursors, characterization of the deposited layers and, in cooperation with several chemical institutes, creation and modification of novel precursor chemistry are main tasks of the department.

Special activities are focused on ion implantation technologies. At IISB, implantation tools with acceleration voltages of some eV up to several MeV are available. Special implantations for CMOS as well as for power semiconductors are established (e.g. commercial tools have been modified to be able to implant several wafer diameters and manifold elements at elevated temperatures).

Further activities focus on the fields of power semiconductors and silicon carbide electronics. IISB has increased its commitment in these fields by implementing new equipment and processes to meet special requirements necessary for power devices and SiC electronics like etching and refilling of deep trenches or high-temperature processing capabilities for SiC. A Smart Power IGBT technology with integrated trench isolation has been successfully implemented. This allows the department to strengthen its competence in manufacturing smart-power or high-voltage devices. This work is supplemented by design activities for ASICs for power electronic applications. In the meantime, almost all necessary manufacturing steps for SiC devices can be performed at IISB.

Physical characterization of process steps and device structures is of utmost importance for the manufacturing of semiconduc-

tor devices. Important steps in this respect are the determination of composition, topography, doping profile, and further physical and chemical parameters as well as SEM & TEM investigations, energy-dispersive X-ray analysis, and AFM surface characterization of layers. The specific competence of the department is the combination of several methods for the failure analysis of during the processing of devices or the tracing of failure causes. The spectrum for electrical characterization has been further increased (e.g. lifetime measurements).

Another focal area of the department is the processing of structures in the range of a few nanometers as well as the repair and analysis of prototypes of electronic devices with focused ion beam (FIB) techniques and electron beams. In addition to that, nanoprobes for atomic force microscopy are developed by using FIB to determine physical and chemical parameters like doping profiles or layer properties with a much higher resolution. Based on these experiences, models have been developed describing the collateral modifications of the substrates outside the purposely irradiated areas.

The Challenge program of the Fraunhofer Society allowed the acquisition of essential tools for ink printing of an-organic materials. This is the basis for a novel focus of the technology department, namely the development of printed electron devices. Meanwhile, inks developed by the synthesis of nanoparticles, can be deposited by direct structuring techniques on a wide variety of application-specific pretreated substrates. A thermal post-treatment for the adjustment of the electrical parameters of the layers completes the process chain.

Contact:



Dr. Anton Bauer
Phone: +49 (0) 9131 761-308
anton.bauer@iisb.fraunhofer.de

TINTENENTWICKLUNG FÜR GEDRUCKTE ELEKTRONIK

Einleitung

Für kostensensitive Elektronik abseits der klassischen Silicium-technologie sind Druckverfahren zur Aufbringung der Materialien als funktionale Schichten eine vielversprechende Alternative. Das Tintenstrahl-druckverfahren wurde bisher ausschließlich zur Herstellung von Demonstratoren aus organischen Polymeren verwendet. Aufgrund der UV- und Feuchtigkeitsempfindlichkeit und der im Vergleich zu anorganischen Materialien geringeren Ladungsträgerbeweglichkeiten der organischen Verbindungen wurde das Augenmerk im Fraunhofer Challenge-Projekt „nanoLINE“ auf die Entwicklung anorganischer leitender Tinten aus Nanopartikeln gelegt. Dabei bestimmen Parameter wie Partikelstabilisierung, Materialgehalt und Viskosität die Tinteneigenschaften.

Stabilisierung von Nanopartikeln

Wenn ein Feststoff fein verteilt in einem Dispersionsmedium vorliegt, handelt es sich um eine kolloidale Dispersion. Dieses System ist nur dann stabil, wenn die anziehenden Kräfte zwischen den Partikeln durch repulsive Kräfte kompensiert werden. Eine Aggregation kann über elektrostatische, sterische oder auch elektrosterische Wechselwirkungen verhindert werden (Fig.1). Die Synthese und stabile Dispersion nanoskaliger Silberpartikel wurde über die sogenannte Polyol-Synthese realisiert. Dabei wurde der Einfluss verschiedener Stabilisatoren auf die Partikelgröße untersucht (Fig. 2). Als Stabilisatoren wurden zum einen Polyvinylpyrrolidon (PVP) und zum anderen Polyethylenglykol (PEG) mit verschiedenen Molmassen verwendet. Mittels dynamischer Lichtstreuung (DLS) lassen sich die Partikelgrößenverteilungen nachweisen. Abhängig vom Stabilisator ergeben sich charakteristische Größenverteilungen. Die Wahl des Stabilisators beeinflusst die durchschnittliche Größe der Nanopartikel. Für das am IISB eingesetzte Tintenstrahl-drucksystem (DMP 2831, Dimatix) ist aufgrund der Druckerdüsen-geometrie die maximale Partikelgröße für nanopartikuläre Tinten auf 200 nm begrenzt. Das für weitere Synthesen verwendete PVP wirkte sterisch stabilisierend auf die Silberpartikel

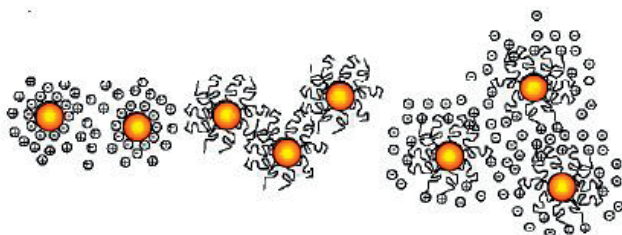


Fig. 1: Möglichkeiten der Stabilisierung von Kolloidalteilchen (Hunter, R.J., 1991);
Alternatives for stabilization of colloidal particles.

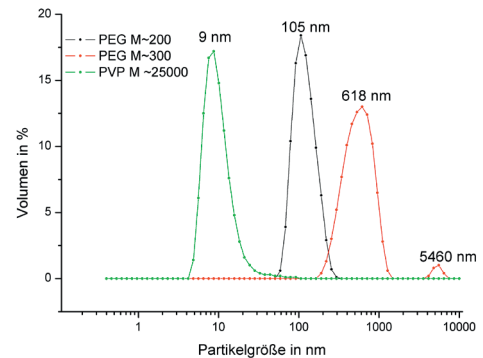


Fig. 2: Detektion der Partikelgrößenverteilungen mittels dynamischer Lichtstreuung (DLS);

Detection of grain size distribution using dynamic light scattering.

und ergab im Gegensatz zum PEG Partikelgrößen im Bereich von einigen zehn Nanometern.

Erhöhung des Metallgehalts

Für stabilisierte Silbernanopartikel sollte eine bestimmte Mindestmenge an Ausgangssubstanz sowie ein Überschuss des Stabilisators strikt eingehalten werden, da sich sonst größere Silberagglomerate als Niederschlag in der Tinte absetzen. Für die Aufkonzentration des Silbergehalts der Ursprungstinte mit 0,2 Ma.-% wurde eine Hochgeschwindigkeitszentrifuge (3K30, Sigma) verwendet. Zusätzlich konnte hiermit die Ursprungstinte vom PVP-Überschuss befreit und die Partikel in einem für den Tintenstrahl-druck häufig genutzten Lösungsmittelgemisch aus Ethylenglykol (EG) und Ethanol (EtOH) redispersiert werden.

Einsatz auf preisgünstigen Substraten

Nicht nur der Viskositätsbereich des Lösungsmittelgemischs aus EG und EtOH ist vorteilhaft für das Druckverfahren, sondern auch die Verringerung der für die Nachbehandlung benötigten Temperaturen. Der PVP-Überschuss begründet eine Zersetzungstemperatur der Tinte oberhalb von 400 °C (Fig.3). Durch das Waschen und den Austausch des Lösungsmittels konnte die Zersetzungstemperatur auf 110 °C gesenkt werden. Dadurch kann die entwickelte Tinte auf flexiblen preisgünstigen Substraten in der gedruckten Elektronik zum Einsatz kommen.

Ansprechpartner:

Dr. Susanne Oertel
Telefon: +49 (0) 9131 761-192
susanne.oertel@iisb.fraunhofer.de

DEVELOPMENT OF INKS FOR PRINTABLE ELECTRONICS

Introduction

In addition to common silicon technology, printing is an alternative for coating or transfer of materials for functional layers especially in low-cost electronics. Ink-jet printing was previously used to demonstrate electron device prototypes based on polymer materials. The main attention within the project nanoLINE funded by the Fraunhofer Challenge program is to design inorganic conductive inks from dispersed nanoparticles. These materials are expected to provide better electrical characteristics compared to the organic polymers and less sensitivity to UV radiation and humidity. The following parameters determine the development of nanoparticulate inks: stabilization of the particles, functional material content and viscosity.

Stabilisation of the Particles

A colloidal dispersion is a finely distributed solid in a dispersion medium. This system is only stable, if the attractive forces between particles are compensated by repulsive forces. An aggregation may be prevented using electrostatic, steric or electrosteric interaction (fig. 1). The synthesis and the stable dispersion of nanoscale silver particles are realized by so-called polyol synthesis. The influence of different stabilizers on the particle size was analyzed (fig. 2). Polyvinylpyrrolidone (PVP) and polyethylene glycol (PEG) as stabilizers with different average molecular weights were used. The grain size distributions were analyzed by means of dynamic light scattering. Different distribution curves result depending on the stabilizers used. Through proper choice of the stabilizer, the mean particle size can be tailored. With respect to the geometry of the printer nozzles of the ink-jet printing system used at IISB (DMP 2831, Fujifilm Dimatix), the maximal particle size for nanoparticulate inks is limited to 200 nm. The PVP, which is used for further syntheses, gives a steric stabilisation of the silver particles. The resulting particle size is in the range of several tens of nanometers in contrast to the much larger PEG stabilized specimen.

Increasing the Metal Content

Stabilized silver nanoparticles synthesized with polyol reaction should strictly deliver a certain minimum quantity of the material in focus and should contain an excess of the stabilizer. If not, bigger silver agglomerates can be precipitate within the silver ink. The metal content of this optimized synthesis is about 0,2 wt.-%. A high speed centrifuge (3K30, Sigma) with very high acceleration of gravity was used to enrich the metal content. In addition to the enrichment of the original ink, the silver particles can be separated from the PVP excess and redis-

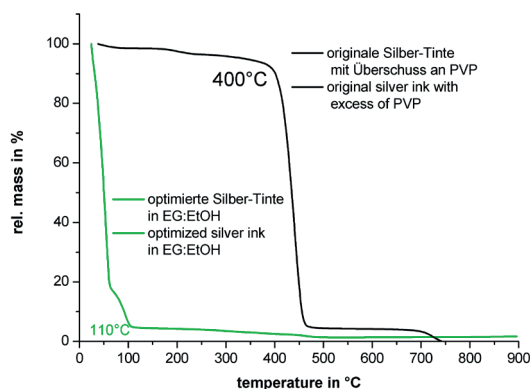


Fig. 3: Thermogravimetrische (TG) Messungen der Originalsynthese im Vergleich zur optimierten Silber-Tinte; TG measurement of the original synthesis compared with the optimized silver ink.

persed in a mixture of solvents (ethylene glycol (EG) and ethanol (EtOH)) which are commonly used in ink-jet printing processes for conductive inks.

Deposition onto Low-cost Substrates

While the PVP excess caused a decomposition temperature above 400 °C (Fig. 3), the exchange of stabilizer results in an overall reduction of the temperature needed for post-processing of the metal ink (fig. 3) by maintaining the silver size distribution (not shown here). The temperature was decreased to approx. 110 °C by washing the original silver synthesis and by exchanging the solvents. The thermogravimetric measurements of the original synthesis compared with the optimized ink show the utilizability for application on flexible low-cost substrates for printed electronics. Besides the advantageous decrease of the post-process temperatures for the silver particles, also the range of viscosity of the solvent mixture (EG and EtOH) can be adapted to the needs of the printing system. Various solvent compositions have been analyzed using a AVM automated viscosimeter (Anton Paar) which consumes only minimum sample volumes of the highly expensive liquids. A 1:1 mixing ratio of the two solvents is the optimum for an ink-jet printing system.

Contact:

Dr. Susanne Oertel
Phone: +49 (0) 9131 761-192
susanne.oertel@iisb.fraunhofer.de

ELEKTRISCHE AFM-TECHNIKEN FÜR DIE CHARAKTERISIERUNG VON HOCH- ϵ -DIELEKTRIKA IM NANOMETERBEREICH

Gate-Oxide und Hoch- ϵ -Materialien (High-k-Materialien) werden elektrisch üblicherweise mit Hilfe makroskopischer Messungen an MIS- oder MISFET-Teststrukturen charakterisiert, vor allem an Hand von Strom-Spannungskennlinien (I-V), Kapazitäts-Spannungs- (C-V) bzw. Ausgangs- und Transferkennlinien. Im Gegensatz zu den bislang verwendeten SiO_2 -Gate-Dielektrika können Hoch- ϵ -Schichten jedoch verschiedene Morphologien aufweisen (d.h. amorphe oder kristalline Phasen) und hohe Oberflächenrauigkeiten besitzen (abhängig von der Schichtmorphologie und -dicke), woraus verschiedene Stromtransportmechanismen resultieren können. Deswegen treten bei Hoch- ϵ -Dielektrika häufig im Nanometerbereich lokale Unterschiede der physikalischen und elektrischen Eigenschaften auf. In letzter Zeit gewinnen neuartige rasterkraftmikroskopische (AFM) Methoden mit ihrer sehr hohen lateralen Auflösung immer mehr an Bedeutung: Mit ihrer Hilfe ist es möglich, dielektrische Schichten sowohl physikalisch als auch elektrisch ohne Herstellung von Gate-Kontakten zu charakterisieren. Die Tunnel-Rasterkraftmikroskopie (TUNA) beispielsweise trägt als vielversprechende Methode zum Verständnis der Stromleitungsmechanismen im Nanometerbereich bei. Bei dieser Technik ist eine leitfähige AFM-Spitze in Kontakt mit der dünnen dielektrischen Schicht und wirkt als obere Metallelektrode einer lokalen MIS-Kapazitätsstruktur. Während der Analyse kann eine orts aufgelöste Charakterisierung mit einer sehr hohen lateralen Auflösung (< 5 nm) erzielt werden. Gleichzeitig mit der Bestimmung der Oberflächentopographie erfolgt mit einer extrem hohen Sensitivität (Strommessbereich von 50 fA bis 100 pA) die elektrische Messung der Leck- bzw. Tunnelströme durch die Schicht.

Im Rahmen des EU-Projektes PULLNANO („Pulling the Limits of NANOCMOS Electronics“) wurde die TUNA-Technik erfolgreich für die Charakterisierung von Hoch- ϵ -Materialien adaptiert. Dabei wurden verschiedenartige Hoch- ϵ -Schichten (ZrO_2 , HfO_2 , HfSi_xO_y und Gd-Silikat) mithilfe von TUNA als alternative Gate-Isolatoren für die 32 nm-Technologie evaluiert. Am IISB war es möglich, aufgrund der unterschiedlichen Stromverteilungen in den TUNA-Strommaps zwischen amorphen und polykristallinen Hoch- ϵ -Schichten zu unterscheiden. Dabei wurden höhere Leckströme an den Korngrenzen polykristalliner HfSi_xO_y - und ZrO_2 -Schichten detektiert. In Fig. 1 sind Topographie- und Strommap einer kristallinen HfSi_xO_y -Probe dargestellt. In dem Topographiemap sind deutlich einzelne Körner sichtbar. Im entsprechenden TUNA-Strommap erkennt man Stromstrukturen (dunkel), welche höheren Stromdichten entsprechen. Aus einem detaillierten Vergleich beider Maps kann geschlossen werden, dass die Stromstrukturen in dem TUNA-Strommap mit den Korngrenzen des Topographiemaps korrelieren (d.h., es

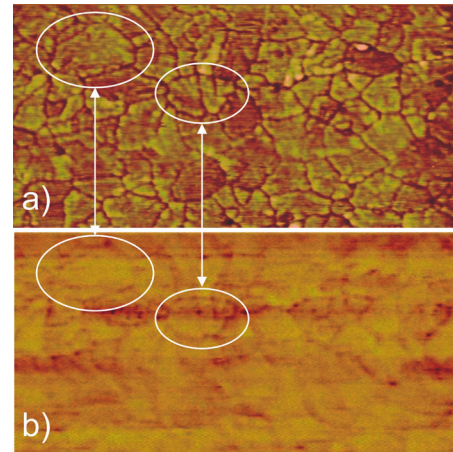


Fig. 1: a) TUNA-Topographiemap und b) entsprechendes TUNA-Strommap von polykristallinen HfSi_xO_y -Proben, Scanbereich: $2 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$, Topographieskala: 0 nm (dunkel) bis 7 nm (hell), Stromskala: 0 pA (hell) bis 5 pA (dunkel);

a) TUNA topography map and b) corresponding TUNA current map of polycrystalline HfSi_xO_y samples, scan size: $2 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$, topography scale: 0 nm (dark) to 7 nm (bright), current scale: 0 pA (bright) to 5 pA (dark).

fließen tatsächlich höhere Leckströme an den Korngrenzen).

Selbst wenn es mithilfe der Oberflächentopographiemessung aufgrund extrem glatter Oberflächen nicht möglich war, die Probenmorphologie zu bestimmen, gelang es mittels TUNA, zwischen amorphen und polykristallinen Hoch- ϵ -Schichten zu unterscheiden. Ein Beispiel ist in Fig. 2 dargestellt. Für amorphe ZrO_2 -Schichten (Fig. 2a) sind nur zufällig verteilte Punkte mit höheren Leckströmen („weak spots“) in dem TUNA-Strommap erkennbar, wohingegen für die kristallinen ZrO_2 -Proben kreisförmige Stromstrukturen detektiert werden (Fig. 2b). Diese Stromstrukturen können mit einer höheren Leitfähigkeit der Korngrenzen erklärt werden (ähnlich wie bei den HfSi_xO_y -Schichten aus dem Beispiel in Fig. 1). Die Schichtmorphologie (amorph oder kristallin) der unterschiedlichen ZrO_2 -Schichten wurde mittels hochauflösender Transmissionselektronenmikroskopie (HRTEM) an Querschnittsproben nachgewiesen (Fig. 3).

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen die Einsetzbarkeit dieser elektrischen AFM-Technik als ein wichtiges Mapping-Tool für die Charakterisierung der Morphologie und der elektrischen Eigenschaften dünner Hoch- ϵ -Schichten im Nanometerbereich.

Ansprechpartner:

Vasil Yanev
 Telefon: +49 (0) 9131 761-152
 vasil.yanev@iisb.fraunhofer.de

ELECTRICAL AFM TECHNIQUES FOR NANO-SCALE CHARACTERIZATION OF HIGH-K DIELECTRICS

Usually, SiO₂-based dielectric layers and high-k materials are electrically characterized and evaluated by macroscopic measurements on MIS or MISFET test structures by analyzing current-voltage (I-V), capacitance-voltage (C-V), output and transfer characteristics, breakdown, etc. In contrast to the commonly used SiO₂-based gate dielectrics, however, high-k materials may show various morphologies (i.e. amorphous and/or crystalline phases depending on process conditions), higher surface roughness (which depends on film morphology and thickness) and exhibit diverse current transport mechanisms. Therefore, local variations of the physical and electrical properties at the nanoscale are common in high-k dielectrics. Recently, methods based on advanced atomic force microscopy (AFM) with extremely high lateral resolution have become increasingly important for both physical and electrical characterization of these dielectric films without the need for fabrication of gate contacts. Tunneling atomic force microscopy (TUNA) is a very promising method which enables the characterization of electrical and surface properties of thin dielectric films with very high lateral resolution (< 5 nm). In this technique, the tip of a conductive AFM probe is in contact with the thin dielectric layer and acts as the top electrode of a local MIS capacitor structure. Thereby, an electrical analysis can be performed by measuring the leakage or tunneling current through the film with extremely high sensitivity (current measurement range of 50 fA to 100 pA) simultaneously with the surface topography characterization.

At IISB, TUNA was successfully adapted for high-k characterization and various high-k materials (ZrO₂, HfO₂, HfSi_xO_y, and Gd silicate) as gate insulator alternatives for the 32 nm node have been evaluated within the EU project PULLNANO (Pulling the Limits of NANOCMOS Electronics). It was possible to differentiate between amorphous and polycrystalline high-k films in terms of different current distributions in the TUNA current

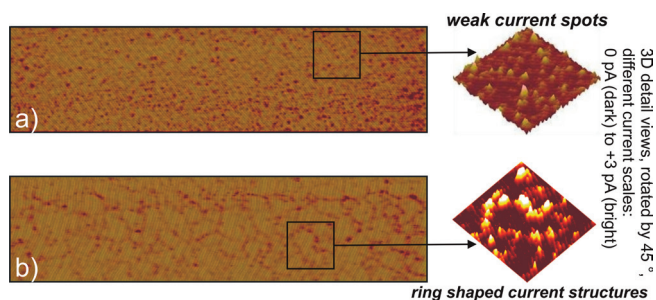


Fig. 2: TUNA-Strommaps von ZrO₂-Proben a) amorph (abgeschieden - nicht ausgeheilt) und b) kristallin (ausgeheilt), Scanbereich: 2 µm x 0,5 µm, Stromskala: 0 pA (hell) bis 5 pA (dunkel); TUNA current maps of ZrO₂ samples a) amorphous (as deposited) and b) crystalline (annealed), scan size: 2 µm x 0.5 µm, current scale: 0 pA (bright) to 5 pA (dark).

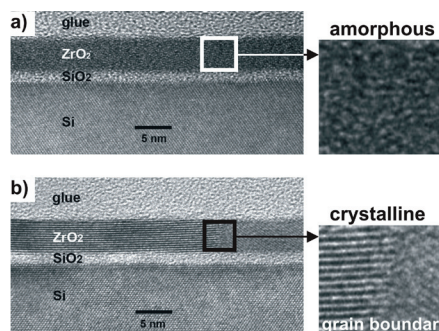


Fig. 3: HRTEM-Aufnahmen von ZrO₂-Schichten a) amorph (abgeschieden) und b) kristallin (ausgeheilt); HRTEM pictures of ZrO₂ films a) amorphous (as deposited) and b) crystalline (annealed).

maps. Higher leakage currents were observed at grain boundaries in polycrystalline HfSi_xO_y and ZrO₂ films. As an example, in fig. 2, the topography and the corresponding current map of a crystalline HfSi_xO_y sample are shown. Crystalline grains can be clearly observed in the topography map. In the TUNA current map, current structures (dark color) are visible which indicate larger current densities. From a detailed correlation of both maps, it can be concluded that the current structures in the TUNA current map correspond to the grain boundaries determined in the topography (i.e. higher leakage currents actually flow through the grain boundaries).

Using TUNA, it was also possible to differentiate between amorphous and polycrystalline high-k films even when the topography imaging is not able to detect it due to the high smoothness of the surfaces. An example is shown in fig. 2. For amorphous as-deposited ZrO₂ films (fig. 2a) only randomly distributed leakage current spots ("weak spots") are visible in the TUNA current map. However, clear ring-shaped current structures could be observed for annealed crystalline ZrO₂ samples (fig. 2b). These conductive structures can be explained by a higher conductivity at grain boundaries, too (similar to the Hf-Si_xO_y films in the example shown in fig. 1). The film morphology (amorphous or crystalline) of the various ZrO₂ films was proven by high-resolution transmission electron microscopy (HRTEM) of cross-sectioned samples (fig. 3).

The presented results show the applicability of TUNA as an electrical AFM-based technique as a powerful current mapping tool for the characterization of film morphology in thin high-k films at the nanoscale.

Contact:

Dr. Vasil Yanev
Phone: +49 (0) 9131 761-152
vasil.yanev@iisb.fraunhofer.de

PIEZOELEKTRISCHE TRANSFORMATOREN FÜR DIE ÜBERTRAGUNG VON ENERGIE UND INFORMATION

Motivation

In leistungselektronischen Systemen stellen die für eine potentialgetrennte Übertragung von Energie und Information benötigten Transformatoren aufwendige Bauteile dar. Die Übertragung von Energie, z.B. für eine sekundärseitige Versorgungsspannung einer High-Side-Schaltung, übernehmen heutzutage nahezu ausschließlich auf magnetischer Kopplung basierende Transformatoren. Sie haben im Vergleich zu anderen passiven Bauelementen wie Widerstände oder Kondensatoren einen größeren Platzbedarf. Ihre Herstellung, besonders die Wicklungstechnologie, ist teuer. In Anwendungen, bei denen die zu übertragenden Leistungen für die Versorgungsspannung im Milliwattbereich liegen, oder bei der bidirektionalen Übertragung von Informationen ist auch der Einsatz von Optokopplern möglich. Zwar bieten Optokoppler eine hohe Isolationsfestigkeit bei gleichzeitig geringer Leistungsübertragung, aber da der Übertragungsweg gegenüber Umwelteinflüssen sehr störanfällig ist, werden sie deshalb meist vermieden. Neben der optischen und magnetischen Form der potentialgetrennten Übertragung stellt die akustische Energieübertragung mittels Transformatoren aus Piezokeramiken eine vielversprechende Alternative dar. Sie können in einer kompakten Bauweise und mit einem geringen Gewicht hergestellt werden. Piezotransformatoren beeinflussen ihre Umgebung kaum mit elektromagnetischen Wellen und sind selbst dagegen nicht anfällig. Die limitierende Größe bei Piezotransformatoren ist die begrenzte Ableitung der durch Verlustleistung erzeugten Wärme.

Stand der Entwicklung

Fig. 1 zeigt zwei am IISB hergestellte Piezo-Transformatoren aus PZT-Keramik (Blei-Zirkonat-Titanat) und einem Aluminiumoxid-Isolator. Die Durchmesser der Piezokeramikscheiben betragen 10mm bzw. 16mm. Die Dicke der piezoelektrischen Transfor-

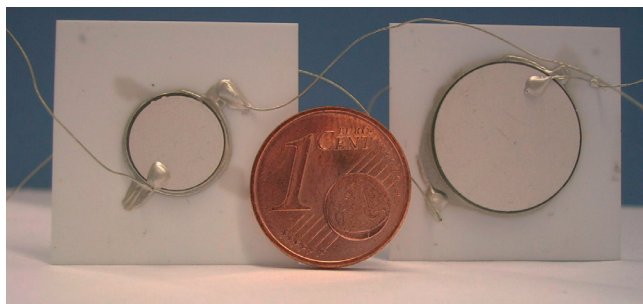


Fig. 1: Am IISB hergestellte isolierte, piezoelektrische Transformatoren aus PZT als Piezokeramik und mit Aluminiumoxid als Isolator; Insulated, piezoelectric transformer manufactured at IISB with PZT as piezoelectric ceramic and with aluminum oxide as insulator.

maturen beträgt 2,25 mm. Die Transformatoren werden mit einer Resonanzfrequenz von etwa 2 MHz betrieben. Die Betriebstemperatur ist durch die Curie-Temperatur der verwendeten Piezokeramik auf 330°C begrenzt. Die Isolationsspannung zwischen Primär- und Sekundärseite liegt über 2000 V. Die piezoelektrischen Transformatoren werden durch einen resonanten Push-Pull-Konverter angesteuert. Diese Ansteuerschaltung erzeugt auf der Primärseite des Transformators eine quasi sinusförmige Spannung. In Fig. 2 sind die Spannungsverläufe bei einer Ausgangsspannung von 10V und einer Ausgangsleistung von einem Watt dargestellt.

Die hohe Resonanzfrequenz der hier gewählten Transformatortopologie ermöglicht es, neben Energie auch Information über einen einzigen Piezotransformator zu übertragen. Hierfür wird der Ansteuerspannung, deren Frequenz der Resonanzfrequenz entspricht, ein niederfrequentes Informationssignal aufmoduliert (Amplitudenmodulation). Fig. 3 zeigt die amplitudenmodulierte Ausgangsspannung eines piezoelektrischen Transformators. Der Trägerfrequenz von etwa 2 MHz ist ein 20 kHz-Signal aufmoduliert (Fig. 3, rote Kurve). Durch ein sekundärseitiges Demodulationsnetzwerk wird das niederfrequente Signal zurückgewonnen (Fig. 3, blaue Kurve). Weitere Untersuchungen zu diesem Thema werden alternative Aufbau- und Verbindungstechniken sowie anisotrope Piezokeramiken sein. Ziel ist es, dadurch die Leistungsübertragung von ein auf zwei Watt zu steigern.

Ansprechpartner:

Holger Schwarzmann

Telefon: +49 (0) 9131 761-367

holger.schwarzmann@iisb.fraunhofer.de

PIEZOELECTRIC TRANSFORMERS FOR ENERGY AND INFORMATION TRANSFER

Motivation

Transformers used in power electronic systems for an insulated energy transfer are costly devices. The energy transfer, e.g. for a secondary supply voltage of a high-side circuit, is usually realized by transformers based on magnetic coupling. Compared to other passive devices like resistors or capacitors, a lot of volume is required. The manufacturing, especially the windings, is quite expensive. In applications where the transferred energy for the supply voltage is in the range of some milliwatts or where information is transferred, optocouplers can be used. Optocouplers provide high insulating strengths with coincident low power transfer, but their transmission path is vulnerable to environmental influences. So, their usage will be mostly avoided. Beside the optical and magnetic form of insulating transfer of energy, the acoustic transfer with piezoelectric transformers is a promising alternative. They can be manufactured in a very compact form with less weight. Piezoelectric transformers neither influence their environment significantly with electromagnetic waves nor they are susceptible to electromagnetic waves. The limiting parameter of piezoelectric transformers is the restricted heat transport due to power dissipation.

Status of Development

Fig. 2 illustrates two piezoelectric transformers manufactured at IISB with PZT (lead-zirconate-titanate) as piezoceramic and aluminum oxide as insulator. The diameter of the piezoelectric ceramic discs is 10 mm respectively 16 mm. The thickness of the piezoelectric transformer is 2.25 mm. The piezoelectric transformers operate at a resonance frequency of approximately 2 MHz. The operating temperature is restricted to 330

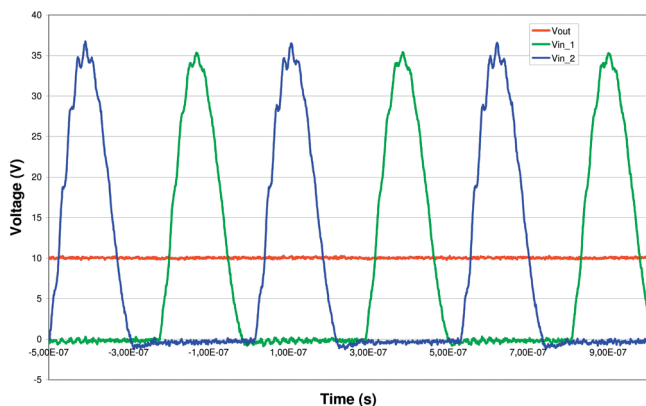


Fig. 2: Spannungsverläufe quasi sinusförmiger Eingangsspannungen Vin_1, Vin_2 und Ausgangsspannung Vout bei der Übertragung von 1 Watt;
Voltage curves of quasi-sinusoidal input voltage Vin_1, Vin_2 and output voltage Vout at a power transfer of 1 Watt.

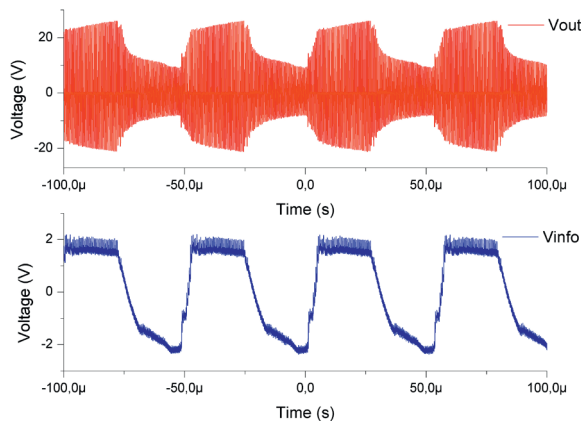


Fig. 3: Amplitudenmodulierte Ausgangsspannung eines piezoelektrischen Transformators (rote Kurve) und demoduliertes Signal von 20 kHz (blaue Kurve);
Amplitude-modulated output voltage of a piezoelectric transformer (red curve) and demodulated signal of 20 kHz (blue curve).

°C by the Curie temperature of the piezoelectric ceramic. The insulating voltage between the primary and secondary side is above 2000 V. The piezoelectric transformers are driven by a resonant push-pull converter. The driving circuit applies a quasi-sinusoidal voltage at the primary side of the transformer. In fig. 2, the voltage curves are illustrated at an output voltage of 10 V and an output power of 1 Watt. The high resonant frequency of the chosen transformer topology allows energy and information transfer through one piezoelectric transformer. The driving frequency is therefore modulated with a low-frequency information signal (amplitude-modulated). Fig. 3 illustrates the amplitude-modulated output voltage of a piezoelectric transformer. The carrier frequency of about 2 MHz is modulated with a 20 kHz signal (fig. 3, red curve). A secondary side network demodulates the low-frequency signal (fig. 3, blue curve).

Further research will be done concerning assembling techniques as well as anisotropic piezoceramics. The aim is to increase the power transfer from 1 to 2 Watts.

Contact:

Holger Schwarzmann
Phone: +49 (0) 9131 761-367
holger.schwarzmann@iisb.fraunhofer.de

KRISTALLZÜCHTUNG

SCHWERPUNKTE, TRENDS UND POTENTIALE DER ABTEILUNG

Der Forschungsschwerpunkt der Abteilung Kristallzüchtung liegt darin, gemeinsam mit den Industriepartnern aufzuklären, wie die Materialeigenschaften von Massivkristallen, aber auch von dünnen, epitaktischen oder sonstigen funktionellen Schichten mit deren Herstellungsbedingungen zusammenhängen.

Dabei ist die Strategie des IISB, Kristallzüchtungsprozesse durch eine Kombination aus experimenteller Prozessanalyse und numerischer Modellierung zu optimieren. Das IISB bietet dabei sowohl die geeignete Infrastruktur als auch leistungsfähige, benutzerfreundliche Simulationsprogramme. Diese Programme, die kontinuierlich weiterentwickelt werden, werden von den industriellen Partnern und für die Entwicklung von Kristallzüchtungsanlagen und Prozessen eingesetzt. Im Jahr 2008 hat die Abteilung Kristallzüchtung des Fraunhofer Instituts IISB seine Position als weltweit anerkanntes Kompetenzzentrum auf dem Gebiet der Kristallzüchtung festigen können.

Auf dem Gebiet der Kristallisation von Solarsilicium konnte das IISB gemeinsam mit seiner Freiburger Außenstelle, dem Fraunhofer Technologiezentrum Halbleitermaterialien, Maßnahmen zur Vermeidung der Ausscheidungsbildung erarbeiten und durch experimentelle Analysen und numerische Simulation wertvolle Erkenntnisse über den Wärme- und Stofftransport in den großen Siliciumschmelzen für die vor Ort ansässige Industrie gewinnen. Diese Kenntnisse haben dazu geführt, dass der Industriepartner die Prozessbedingungen in der industriellen Herstellung von multikristallinen Siliciumblöcken so optimieren konnte, dass es zu einer Ausbeutesteigerung kam.

Im Bereich der Hochleistungsbauelemente auf Basis von Siliciumkarbid steht die Untersuchung von Kristallfehlern im Vordergrund, die die Langzeitstabilität der Bauelemente beeinträchtigen können. Dabei konnten gemeinsam mit den Industriepartnern Maßnahmen erarbeitet werden, die es erlauben, spezielle Kristalldefekte bei der Epitaxie weitestgehend zu vermeiden, was eine wichtige Grundlage für eine höhere Zuverlässigkeit der Bauelemente darstellt. Darüber hinaus wurde mittels Synchrotron-Weißlicht-Röntgentopographie (SXRT) an der Angströmquelle Karlsruhe (ANKA) nachgewiesen, dass heute übliche Ätzverfahren zur Klassifizierung von unterschiedlichen Versetzungstypen bei SiC mit $n > 10^{19} \text{cm}^{-3}$ nicht selektiv genug arbeiten. Deshalb ist weiterer Forschungsbedarf erforderlich, um mit einem einfachen Verfahren die Defekte in diesem SiC-Material eindeutig identifizieren zu können.

Im Bereich der Charakterisierung wurden die messtechnischen Möglichkeiten deutlich verbessert. Es wurde ein leistungsfähiges Gerät für röntgenographische Untersuchungen (Beugung und Reflektometrie) in Betrieb genommen, mit dem die struk-

turellen Eigenschaften von Gate-Schichtabfolgen, aber auch von extrem dünnen Schichten aus Silicium-Nanopartikeln untersucht wurden. Im Bereich der Elektronenmikroskopie steht neben der EDX-Analytik nun auch CL und EBIC sowohl für Raumtemperatur als auch für tiefere Temperaturen bis 77 K für die Aufklärung der Materialeigenschaften zur Verfügung.

Im Bereich Simulation wurde die Software CrysMAS, die das Hauptprodukt der Abteilung Kristallzüchtung darstellt, weiter bezüglich einfacherer Nutzung und effizienterer Strömungsberechnung auf die Kundenbedürfnisse zugeschnitten. Es wurde ein Modell zur Beschreibung von chemischen Reaktionen entwickelt und erprobt. Im Rahmen des Fraunhofer „ProfX2“-Programms wurde ein allgemeines Konzept zur Kopplung unterschiedlicher Software entwickelt. Dieses Konzept wird nun umgesetzt, um CrysMAS mit Openfoam zu koppeln, das sich für die dreidimensionale Strömungsberechnung als eine sehr leistungsstarke Software erwiesen hat.

Zur Stärkung des internationalen Renommées der Abteilung Kristallzüchtung trugen nicht zuletzt auch mehrere eingeladene Vorträge auf internationalen Konferenzen sowie die Mitarbeit in diversen nationalen und internationalen Fachgremien auf dem Gebiet der Kristallzüchtung bei. Darüber hinaus hat die Abteilung Kristallzüchtung mehrere Veranstaltungen organisiert. Für seinen Beitrag auf dem „International Workshop on Crystal Growth Technology“, der im Mai 2008 in Beatenberg stattfand, wurde Jochen Friedrich mit dem „Best Lecture Award“ ausgezeichnet.

Die Abteilung Kristallzüchtung arbeitet eng mit universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen zusammen und pflegt die Kooperationen mit der Industrie in Deutschland und im Ausland.

Ansprechpartner:

Dr. Jochen Friedrich
Telefon: +49 (0) 9131 761-269
jochen.friedrich@iisb.fraunhofer.de

CRYSTAL GROWTH

FOCAL AREAS OF RESEARCH AND DEVELOPMENT, TRENDS AND POTENTIALS OF THE DEPARTMENT

The research focus of the department of Crystal Growth is to clarify – in close collaboration with its industrial partners – how the material properties of bulk crystals as well as those of thin epitaxial or other functional layers correlate with their respective production conditions.

The chosen strategy of IISB is the optimization of crystal growth processes through a combination of thorough experimental process analysis and numerical modeling. For that purpose, IISB is provided with a well-suited infrastructure as well as powerful and user-friendly simulation tools. These software codes which are tailored to the applications in the field of crystal growth processes are continuously maintained and enhanced in performance with regards to the needs of industrial partners.

In 2008, the department of Crystal Growth of Fraunhofer IISB has consolidated its position as a worldwide acknowledged center of competence in the field of crystal growth.

In the field of crystallization of solar silicon, IISB together with its subsidiary in Freiberg, the Fraunhofer Technology Centre Semiconductor Materials, has developed ways to avoid the formation of harmful precipitates and gained valuable knowledge about the heat and mass transport processes in large silicon melts of its industrial partner by combined experimental analyses and numerical simulation. A consequent optimization of the industrial solidification process of multi-crystalline silicon ingots resulted in an enhancement of the production yield.

The investigations of crystal defects affecting long-term stability and reliability of silicon carbide devices are the focus in the area of research on high-power devices. Within this framework, it was possible to work out measures which helped to avoid the formation of special crystal defects during epitaxy. This is considered as an important prerequisite for higher reliability of bipolar SiC devices. A detailed study with synchrotron white beam topography (SWBXRT) at the synchrotron ANKA (Karlsruhe) demonstrated that it is not possible to classify the types of dislocations present in SiC with carrier concentrations of $n > 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ by means of regular defect-selective etching, as the usual etching techniques are not selective enough. An additional research effort is therefore necessary in order to enable the distinction and correct identification of dislocation types in SiC by simple etching techniques.

The capacities in the field of characterization were upgraded remarkably. A new high-performance X-ray diffractometer was installed which is suitable for many different diffraction techniques like high-resolution experiments as well as reflectometry or other methods of thin-film analysis. Structural properties of novel gate stacks, but also extremely thin layers made

of silicon nano-particles were analyzed. The electron microscopy equipment offers a wide potential for various imaging techniques and spectroscopy like EDX, CL and EBIC for the study of physical material properties under room temperature and lower temperatures (77 K).

In the simulation sector, the CrysMAS software which represents the main product of the department of Crystal Growth was further tailored to the needs of the customers and the requirements concerning easier usage and higher efficiency of flow calculations. A model for the description of chemical reactions was developed and tested. Within the Fraunhofer exchange program Profx2, a new concept for the coupling of various software was found, which is actually transferred to the coupling of CrysMAS and Openfoam, since Openfoam proved to be especially powerful in the calculation of three-dimensional flow patterns.

Last but not least, several invited talks during international conferences as well as the collaboration in different national and international expert panels in the field of crystal growth have contributed to strengthen the international reputation of the department of Crystal Growth. Moreover, the Crystal Growth department itself organized several meetings. For his contribution to the International Workshop on Crystal Growth Technology, held in May 2008 in Beatenberg, Jochen Friedrich got the Best Lecture Award.

The department of Crystal Growth works closely together with research institutions and maintains national, but also international co-operations with industry.

Contact:



Dr. Jochen Friedrich
Phone: +49 (0) 9131 761-269
jochen.friedrich@iisb.fraunhofer.de

KRISTALLZÜCHTUNG

REDUKTION DER SiC- UND Si₃N₄-BILDUNG BEI DER HERSTELLUNG VON MULTIKRISTALLINEM PHOTOVOLTAIK-SILICIUM

Mit „Virtuellen Öfen“ gegen den Klimawandel

Die Photovoltaik ist einer der wenigen Wirtschaftszweige, in denen seit Jahren ein dynamisches Wachstum mit der Schaffung neuer Arbeitsplätze stattfindet. Gleichzeitig ist sie langfristig gesehen eine der besten Antworten auf Treibhauseffekt und Klimawandel – eine der größten Bedrohungen für die Menschheit. Gemäß verschiedener Marktstudien wird sich das rasante Wachstum in der Photovoltaik trotz der derzeitigen Wirtschaftskrise auch in den nächsten Jahren fortsetzen. Mehr als 90 % der Absorbermaterialien, die Sonnenenergie in elektrische Energie umwandeln, bestehen aus dem Halbleitermaterial Silicium.

Kristallzüchtung

Verfahren der gerichteten Erstarrung sind eine dominierende Technologie für die Herstellung von multikristallinem Silicium für die Anwendung als Solarzellengrundmaterial. Durch einen Schmelz- und Kristallisationsprozess werden aus dem granularen Siliciumausgangsmaterial Silicium-Blöcke gefertigt. Nach dem Vereinzeln in Silicium-Quader können daraus anschließend einzelne Siliciumscheiben („Wafer“) gesägt werden. Die Qualität der Silicium-Wafer wird in großem Maße durch die während der Kristallisation und der Abkühlung auftretenden Wärme- und Stofftransportprozesse beeinflusst. Neben der Prozessoptimierung zur Verbesserung der Materialqualität rücken auch zunehmend Kosten senkende Maßnahmen bei vergleichbarem Zellwirkungsgrad in den Fokus. Der Einsatz von kostengünstigem Siliciumrohstoff sowie ein größerer Siliciumdurchsatz pro Zeiteinheit eines Kristallzüchtungsversuches sind dabei zwei Entwicklungsziele. Die Eigenschaften des multikristallinen Siliciums wie Minoritätsladungsträgerlebensdauer bzw. deren Diffusionslängen, die letztendlich den Zellwirkungsgrad bestimmen, resultieren aus dem Zusammenspiel von struktu-



Fig. 1: Multikristalline Siliciumsäule, Quelle: Solar World AG; Multicrystalline silicon brick, source: Solar World AG.

rellen Defekten (Versetzungen, Korngrenzen) innerhalb des Siliciumkristalls und auftretenden Verunreinigungen durch Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Metalle während des Kristallzüchtungsprozesses. Die Optimierung des Kristallzüchtungsprozesses im Hinblick auf eine größere Waferausbeute ist ein aktueller Forschungsschwerpunkt am Fraunhofer IISB gemeinsam mit dem Technologiezentrum für Halbleitermaterialien THM. Eine Laborversuchsanlage dient dazu, im Labormaßstab die Kristallisationsbedingungen in industriellen Öfen nachzubilden, sodass es möglich ist, relativ einfach einzelne Prozessparameter zu variieren und deren Einfluss auf die Materialqualität zu untersuchen.

Simulation

Mithilfe der selbstentwickelten und weltweit eingesetzten Simulationssoftware CrysMAS ist es möglich, die Wärme- und Stofftransportprozesse der Laborversuchsanlage in Form eines „virtuellen Ofens“ am Computer zu beschreiben. Neben der Berechnung der Schmelzströmung steht die Berechnung des Stofftransportes im Vordergrund. Es konnte gezeigt werden, dass die Schmelzkonvektion für die Verteilung von Kohlenstoff-, Stickstoff- und Sauerstoffverunreinigungen in multikristallinem Silicium verantwortlich ist und dass deren Verteilungen quantitativ vorhergesagt werden können.

Industrielle Umsetzung

Forscher haben am IISB und THM in Zusammenarbeit mit einem weltweit führenden Hersteller von Silicium-Wafern für die Photovoltaik einen typischen industriellen Kristallzüchtungsprozess nachgebildet. Den Wissenschaftlern ist es gelungen, Prozessbedingungen für die Herstellung von multikristallinen Silicium-Wafern zu entwickeln, die zu einer signifikanten Ausbeutesteigerung beim Industriepartner beigetragen haben.

Die Finanzierung dieser Forschungs- und Entwicklungsarbeiten wird vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFDF) sowie vom Wirtschafts- und Arbeitsministerium des Landes Sachsen übernommen.

Ansprechpartner:

Christian Reimann
Telefon: +49 (0) 9131 761-272
christian.reimann@iisb.fraunhofer.de

CRYSTAL GROWTH

REDUCTION OF THE SiC UND Si₃N₄ FORMATION DURING THE GROWTH OF MULTI-CRYSTALLINE PHOTOVOLTAIC SILICON

With "Virtual Furnaces" against Climate Change

Photovoltaics is one of the economic branches which has grown significantly in the last few years. This growth has a direct impact on the creation of new jobs. At the same time, photovoltaics is one of the best answers to the greenhouse effect which is one of the greatest threats to mankind. According to different market studies, the rapid growth of photovoltaics in the last years will continue further despite of the economic crisis. More than 90 % of absorber materials which transform solar energy into electrical energy consist of silicon.

Crystal Growth

The required multi-crystalline (mc) silicon material for solar cells is manufactured by means of the principle of directional solidification. A silicon block is produced from the granular feedstock material by a melting and crystallization process. After separating the block into columns, the individual silicon wafers are produced by wire sawing. The quality of the silicon wafers extremely depends on the heat and mass transport occurring during the crystallization and cooling process. Beside process optimization for improved material quality, cost reduction steps by comparable solar cell efficiencies are getting into the focus. The use of cheaper silicon raw material as well as an increased silicon throughput per time unit for a crystal growth run are dominating the developments. The properties of mc silicon like minority carrier lifetime or diffusion length, which are responsible for the solar cell efficiency, result from the interaction between structural defects (dislocations, grain boundaries) and the occurrence of carbon, nitrogen, oxygen and metal contamination. Optimization of the crystal growth processes regarding higher wafer yields is an actual research topic at the Fraunhofer Institute for Integrated Systems and Device Technology (IISB) together with the Technology Centre for Semiconductor Materials (THM). Unlike normal industrial furnaces, we have developed a special R&D furnace to vary individual process parameters very easily in order to check the influence on the material quality.

Simulation

With the inhouse development of the worldwide used simulation software CrysMAS, it is possible to develop the so-called "virtual furnace" which allows to describe the experimental results of the R&D furnace on the PC. The main tasks were the calculation of the stream function and the mass transport in the melt. Melt convection is assumed to be responsible for the carbon, nitrogen and oxygen distribution. Furthermore, a quantitative description of the mass transport and distribution

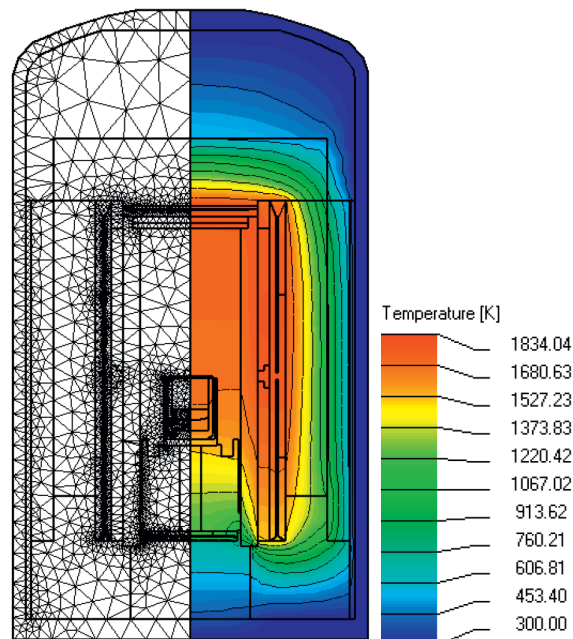


Fig. 2: Mittels CrysMas berechnetes Temperaturfeld der Versuchsanlage;
Temperature field for the R&D furnace calculated by means of CrysMas.

for carbon, oxygen and nitrogen is possible.

Industrial Transfer

In close collaboration together with a leading industrial partner in producing silicon wafers for photovoltaic applications, researchers of IISB and THM build up a typical industrial crystal growth process in a labscale. The researchers developed process conditions for manufacturing multi-crystalline silicon wafers which lead to a significant yield increase in the industrial process.

The research and development activities are funded partly by the European Regional Development Fund (ERDF) and by the Ministry of Economics and Employment of the state of Saxony.

Contact:

Christian Reimann
Phone: +49 (0) 9131 761-272
christian.reimann@iisb.fraunhofer.de

URSACHE UND VERMEIDUNG VON MAKRODEFEKTEN BEI DER FLÜSSIGPHASENEPITAXIE VON GaN

GaN ist ein wichtiger Verbindungshalbleiter mit großer Bandlücke vor allem für optoelektronische Anwendungen. Bei der Epitaxie der Halbleiterbauteile ist die Oberflächenqualität der Substrate von entscheidender Bedeutung. Die Substrate müssen im Idealfall eine völlig glatte Oberfläche bieten, die frei ist von mikroskopischen und makroskopischen Defekten. Prozessschritte zur Oberflächenpräparation sind nicht immer gewünscht, da es zu einer Schädigung der Kristallstruktur im oberflächennahen Bereich kommen kann (sog. „subsurface damage“). Der Einsatz von sog. „as-grown“-Substraten (keine Oberflächenpräparation) wäre daher aus Qualitäts- und Kostengründen wünschenswert.

Die Flüssigphasenepitaxie (LPE) von GaN aus ammoniakhaltiger Atmosphäre bei Umgebungsdruck wird seit einigen Jahren am Fraunhofer IISB entwickelt. Dabei ist bekannt, dass bei der GaN-LPE verschiedene makroskopische und mikroskopische Defekte auftreten können, wie zum Beispiel kreisförmige Defekte, hexagonale Inseln, Koaleszenz-Gräben, verkippte Bereiche sowie sogenannte Vertiefungen. Besonders letztere Defekte (siehe Fig. 1a) sind für eine Bauteilherstellung schädlich, da sie in den Quanten-Heterostrukturen Kurzschlüsse verursachen und auch durch präparative Schritte nicht zu entfernen sind. Daher muss die Entstehung der Defekte während der Epitaxie möglichst vermieden werden. Experimentell wurde gezeigt, dass Vertiefungen lokal an Stellen des Substrates entstehen, an welchen z.B. die Benetzung durch das Vorhandensein von Partikeln beeinträchtigt wird. Es sind nun mehrere Ansätze denkbar, wie die Entstehung der Vertiefungen verhindert werden kann.

An erster Stelle steht ganz allgemein eine möglichst weitgehende Vermeidung von Partikeln im ganzen Züchtungsraum. Jedoch ist dies mit vertretbarem Aufwand (Kosten) nicht immer realisierbar, da beispielsweise Partikel durch Abrieb bei der Bewegung des Schiebeboots oder durch die Bildung parasitärer GaN-Kristallite in der Lösung während der Züchtung entstehen können.

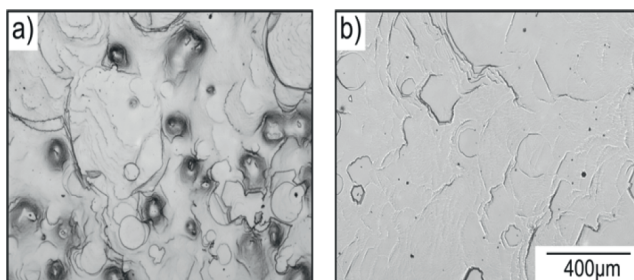


Fig. 1: Lichtmikroskopische Aufsichtsaufnahmen von GaN-LPE-Schichten mit (a) und ohne Vertiefungen (b); Plain view optical micrographs of as-grown epitaxial GaN layers with (a) and without depressions (b).

Als alternative Strategie gilt es daher, die in der Lösung vorhandenen Partikel von der Oberfläche des wachsenden Kristalls fern zu halten, sodass die Partikel nicht mit der Wachstumsfläche interagieren können. Beim sog. „bottom seeded“-Verfahren, bei welchem der Keim am Boden des Tiegels befestigt ist, kann dies dadurch realisiert werden, dass die Dichte der Lösung so weit erhöht wird, bis sie oberhalb der zu erwartenden Partikeldichte liegt. Auf diese Weise schwimmen die Partikel auf der Lösung und setzen sich nicht auf dem Substrat ab. Wegen ihrer hohen Dichte sind besonders Elemente wie Gold und Silber dazu geeignet, als Zusätze zur Lösung bereits bei relativ geringen Massenanteilen die Dichte so deutlich zu beeinflussen (siehe Fig. 2), dass dieser Effekt für GaN-Partikel in der Lösung zu erwarten ist.

Die experimentelle Durchführbarkeit dieser Herangehensweise konnte gezeigt werden. In Fig. 2 sind mit entsprechenden Symbolen LPE-Schichten gezeigt, die in Abhängigkeit von der Dichte der Lösung Vertiefungen aufweisen oder nicht. Fig. 2 zeigt die berechnete Dichte einer Züchtungslösung als Funktion des Au- und Ag-Anteils. Möchte man das Herabsinken z.B. von parasitär gebildeten GaN-Kristalliten verhindern, kann man aus Fig. 2 entnehmen, dass es eine Grenzdichte ($6,05 \text{ g/cm}^3$) bzw. -konzentration gibt, ab der die Züchtungslösung eine höhere Dichte als die der zu erwartenden Partikel hat und man daher LPE-Schichten ohne Vertiefungen züchten kann. Tatsächlich konnten in Querschnitten einiger Vertiefungen GaN-Partikel gefunden werden, was belegt, dass es sich bei den Vertiefungen um partikelinduzierte Defekte handelt.

Das grundlegende Prinzip, die Entstehung partikelinduzierter Makrodefekte durch Anpassen der Dichte der Züchtungslösung zu vermeiden, ist grundsätzlich auch auf die Lösungszüchtung in anderen Materialsystemen übertragbar.

Ansprechpartner:

Dr. Elke Meißner
 Telefon: +49 (0) 9131 761-136
 elke.meissner@iisb.fraunhofer.de

ORIGIN AND AVOIDANCE OF EXTENDED DEFECTS IN LIQUID-PHASE EPITAXY OF GaN

GaN is an important semiconductor with wide bandgap for optoelectronic and electronic devices. A high quality of the surface of substrates is an important factor for producing devices with advanced characteristics. The ideal substrates should have an absolutely flat surface without microscopic or macroscopic defects. Any type of surface preparation may cause damage to the crystalline structure in the region near to the surface (sub-surface damage). Using as-grown substrates would be favourable with respect to quality as well as to costs.

The liquid-phase epitaxy (LPE) of GaN from an ammonia atmosphere at ambient pressure has been developed at Fraunhofer IISB during the last years. Different types of macroscopic defects are known to appear in those GaN-LPE layers: circular defects, hexagonal islands, coalescence faults, misoriented areas as well as surface depressions. A typical surface of GaN-LPE layers exhibiting the latter defects is shown in fig. 1a. Especially this kind of depressions is deleterious for device fabrication – they can cause a short-circuit of the multi-quantum wells of LEDs or LDs – and cannot be removed by surface preparation (e.g. polishing). Therefore, the formation of depressions during growth should generally be avoided. It was experimentally shown that the depressions are developing locally at positions where the wetting of the substrate is impeded by particles on the solid-liquid interface. There are several approaches to suppress the formation of particle-induced depressions.

First of all, it is obligatory to reduce the total number of particles in the growth furnace as far as possible. However, it is very difficult or even impossible (at reasonable costs) to avoid particles generated by abrasion from sliding parts of the boat or small parasitic crystallites nucleating in the solution during GaN-LPE.

So, a different strategy was applied: If particles cannot be completely avoided and will be present in the solution, the contact between the particles and the LPE layer should be avoided so that they cannot interact with the growth interface and cause the formation of a macroscopic defect.

In case that the seed is placed at the bottom of the crucible (bottom-seeded process), this could be achieved by increasing the density of the solution until it is higher than that of the particles. Then the particles will float on the surface of the solution and cannot sediment on the growing LPE layer. Because of the high specific densities of gold and silver, only small compositional variations are needed to achieve large differences in solution densities (see fig. 2).

The results of exemplary experiments are summarized in fig. 2, where the calculated density of the “ideal solutions” is plotted against the concentration. The occurrence of depressions

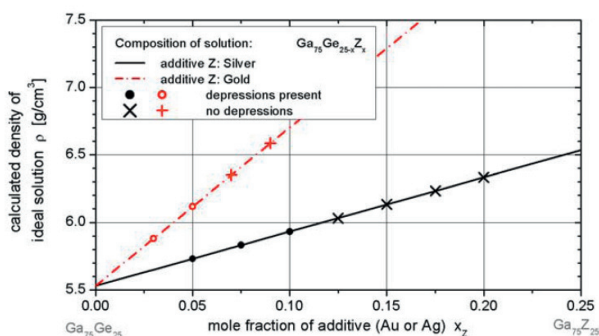


Fig. 2: Auftreten von Vertiefungen in Abhängigkeit von der Dichte der Züchtungslösung;

Appearance of depressions depending on the density of solution.

in the resulting GaN-LPE layers is shown by the respective symbols. From fig. 2 it is obvious that there is a lower limit of the solution density for the growth of depression-free layers (see fig. 1b for an example of a LPE layer without depressions). This limit fits well to the calculated density of GaN at process temperature. Indeed, GaN particles were found in cross-sections of some depressions investigated.

The principle of avoiding the formation of macroscopic defects originating from particles by adapting the density of the solution should be generally applicable to solution growth processes, regardless of the material system.

Contact:

Dr. Elke Meißner

Phone: +49 (0) 9131 761-136

elke.meissner@iisb.fraunhofer.de

KORRELATION VON KRISTALLDEFEKTEN MIT DEN EIGENSCHAFTEN VON 4H-SiC-LEISTUNGSBAUELEMENTEN

4H-Siliziumcarbid (SiC) ist im Bereich der Hochvolt- und Leistungselektronik anderen Halbleitermaterialien auf Grund seiner physikalischen Eigenschaften überlegen. Durch den Einsatz von effizienten 4H-SiC-Bauelementen im Bereich der Steuerung und Umformung elektrischer Energie könnte erheblich Energie eingespart werden auf Grund geringerer Verlustleistung und geringerem Kühlungsbedarf der SiC-Elektronik.

Die Kristallqualität und Wafergröße des 4H-SiC konnte in den vergangenen Jahren nachhaltig verbessert werden. Zum einen konnten die sog. Mikroröhren (MP) vollständig vermieden werden, zum anderen sind seit 2007 100 mm-Wafer kommerziell erhältlich. Beide Errungenschaften steigern die Bauelementausbeute und damit die Attraktivität des alternativen Halbleitermaterials 4H-SiC. Die Gesamtversetzungsdichte liegt bei 4H-SiC-Wafern typischerweise in der Größenordnung 10^4 cm^{-2} , wobei zwischen sog. „Threading Dislocations“ (TD) und Basalfächenversetzungen (BPD) unterschieden wird. Erstere breiten sich in Wachstumsrichtung des Kristalls aus, letztere senkrecht zur Wachstumsrichtung innerhalb der Basalebene. Im Hinblick auf die seit 2001 verfügbaren unipolaren Dioden werden alle Versetzungstypen (außer Mikroröhren) als unkritisch erachtet. Die unipolaren Bauelemente sind langzeitstabil.

Hinsichtlich der Kommerzialisierung bipolarer Dioden mit Sperrspannungen größer 2000 V gelten speziell die Basalfächenversetzungen als kritische Defekte, da diese während des Bauelementbetriebs als Ausgangspunkt für ausgedehnte Stapelfehler fungieren und letztere die Bauelementfunktionalität herabsetzen können bis zum Versagen des bipolaren Bauelements. Auf Grund der defektbedingten Degradation bipolarer Bauelemente sind solche auf Basis des 4H-SiC bislang nicht kommerziell erhältlich.

Bisher fehlt ein umfassendes physikalisches Verständnis der Defekteigenschaften und deren Auswirkungen auf verschiedene Bauelementtypen. Um den Zusammenhang zwischen Kristalldefekten und Bauelementeigenschaften aufzuklären, werden am Fraunhofer IISB in Zusammenarbeit mit den Partnern SiCrystal, SiCED, Infineon Technologies und dem Lehrstuhl für Angewandte Physik der Universität Erlangen-Nürnberg umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Das Projekt wird durch die Bayerische Forschungstiftung finanziert (AZ-720-06). Die Kenntnis der Bildungs- und Wechselwirkungsmechanismen zwischen Defekt und Bauelement ermöglicht die Identifikation kritischer Defekte und deren Vermeidung bei der Kristallzüchtung und der Homoepitaxie.

Die Basalfächenversetzungen spielen im Projekt eine zentrale Rolle. Solche Versetzungen entstehen bereits bei der Kristallzüchtung und liegen im Wafer vor. Beim anschließenden

homoepitaktischen Wachstum einer dünnen 4H-SiC-Schicht auf dem Wafer können sich die BPDs fortpflanzen oder umwandeln. Mittels Synchrotron-Weißlicht-Röntgentopographie (SXRT) an der Angströmquelle Karlsruhe (ANKA) konnte nachgewiesen werden, dass die BPDs aus dem Substrat in sog. „Threading Edge Dislocations“ (TED) umgewandelt werden.

Da die TEDs die Langzeitstabilität bipolarer Bauelemente nicht beeinflussen, wird die Umwandlung aller BPDs bei der Epitaxie angestrebt. Umfangreiche Parametervariationen bei der Homoepitaxie haben ergeben, dass bei Verwendung bestimmter Wachstumsparameter eine BPD-Umwandlungsquote $> 99 \%$ und folglich BPD-Dichten $< 3 \text{ cm}^{-2}$ in den Epitaxieschichten erzielt werden können. Ein Patentantrag zu diesem Epitaxieprozess wurde 2008 am deutschen Patentamt eingereicht.

Im nächsten Schritt werden nun Bipolardioden auf ausgewählten Wafern und Epitaxieschichten mit speziellem Defekthalt hergestellt und getestet. Mit dieser Versuchsreihe kann die Langzeitstabilität der nahezu BPD-freien Bipolardioden überprüft werden.

Ansprechpartner:

Birgit Kallinger
Telefon: +49 (0) 9131 761-273
birgit.kallinger@iisb.fraunhofer.de

CRYSTAL GROWTH

CORRELATION OF CRYSTAL DEFECTS WITH PROPERTIES OF 4H-SiC HIGH-POWER DEVICES

4H-silicon carbide (4H-SiC) is the preferred material for high-voltage and high-power devices because of its intrinsic physical properties. Applying such efficient devices in the field of power transformation and drives can save electrical energy because of reduced dissipation loss and cooling requirements of the devices.

The quality and size of 4H-SiC wafers has been significantly improved during the last years. On the one hand, the device-killing micropipes have been eliminated; on the other hand, the size of the wafers has been increased to a diameter of 100 mm. Both achievements increase the production yield and the attractiveness of the alternative semiconducting material 4H-SiC.

The overall dislocation density typically amounts to the order of 10^4 cm^{-2} . In general, threading dislocations (TD) and basal-plane dislocations (BPD) can be distinguished. Threading Dislocations are propagating along the growth direction which is typically the [0001] c-direction. Basal-plane Dislocations are lying in the [0001] c-plane. Concerning Schottky barrier diodes, which are commercially available since 2001, all of these dislocation types are regarded as uncritical defects for the device performance. Unipolar devices offer long-term stability.

In case of bipolar diodes for blocking voltages $> 2000 \text{ V}$, BPDs are suspected to be critical defects as they can trigger the formation and expansion of stacking faults during device operation. This so-called recombination-induced stacking fault formation leads to forward voltage drift of the bipolar diode and in the end to device failure. Such bipolar devices are not commercially available yet because of the defect-related device degradation.

Detailed knowledge of the defect properties and their impact on device performance is still missing up to now. To acquire such detailed knowledge, the industrial partners SiCrystal, SiCED Electronics Development and Infineon Technologies are working together with Fraunhofer IISB and the Chair for Applied Physics of the University of Erlangen-Nuremberg within the "KoSiC" project. This project is funded by the "Bayerische Forschungsstiftung", BFS, under contract number AZ-720-06. The knowledge of mechanisms concerning the formation of defects and the interaction of defects with device parameters allows the identification of critical defect types and their avoidance in crystal growth and homoepitaxy.

The basal-plane dislocations constitute the central part within the project. This defect type occurs during crystal growth and hence exists in each wafer with a density in the order of 10^2 to 10^4 cm^{-2} . One of the early steps in bipolar device production is the growth of a homoepitaxial layer on top of

the wafer. This step provides the ability of BPD conversion to threading edge dislocations (TED) instead of BPD propagation into the epitaxial layer. The conversion of BPDs from the substrate to TEDs in the epitaxial layer was confirmed by Synchrotron White Beam X-Ray Topography (SWB-XRT) at the Angströmquelle Karlsruhe (ANKA). As TEDs are considered to have no impact on the bipolar device functionality, this BPD conversion is strongly aspired. Extensive homoepitaxial growth series have proven that with a suitable epitaxial process more than 99% of the BPDs from the substrate can be converted to TEDs in the epilayer according to BPD densities $< 3 \text{ cm}^{-2}$. This homoepitaxial growth process with its specific parameters has been filed as a German patent in 2008.

As next step within the KoSiC project, bipolar diodes will be produced on selected epitaxial layers and substrates with special defect densities. Testing of these diodes leads to the evaluation of the long-term stability of bipolar diodes with low BPD densities.

Contact:

Birgit Kallinger

Phone: +49 (0) 9131 761-273

birgit.kallinger@iisb.fraunhofer.de

LEISTUNGSELEKTRONISCHE SYSTEME

SCHWERPUNKTE, TRENDS UND POTENTIALE DER ABTEILUNG

Mit dem „Kompetenzzentrum für Kraftfahrzeug-Leistungselektronik und Mechatronik“ (ZKLM) in Nürnberg konnte sich die Abteilung sehr gut in einem besonders zukunftsträchtigen Arbeitsgebiet etablieren. Ziel des ZKLM ist es, mit Innovationen auf dem Gebiet der Leistungselektronik neue technische Lösungen für Hybrid-, Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeuge zu erschließen. Entwickelt werden leistungselektronische Systeme für Fahrtriebe, elektrische Energiespeicher, das elektrische Energiemanagement in Kraftfahrzeugen sowie für die Integration von Elektrofahrzeugen in das öffentliche Stromversorgungsnetz.

Die im Jahr 2004 bewilligte Einrichtung erhielt bis Ende 2008 eine Anschubfinanzierung aus Ziel-2-Mitteln der EU. Mit aktuell 14 Ingenieuren und zwei Technikern sowie mehr als 20 Studien- und Diplomarbeiten im Jahr 2008 übertraf das ZKLM die Ziele des Aufbauplans ebenso wie bei den zu erbringenden Industriebeiträgen. Die Büro-, Labor- und Werkstattflächen in Nürnberg wurden bis 2008 mehrfach auf aktuell 680 m² erweitert. Bis heute 15 Patentanmeldungen, 45 Publikationen und 59 Vorträge sind nur einige Zahlen, die die außerordentlich erfolgreiche Arbeit des ZKLM belegen. Daneben wurden 2008 drei Fachseminare und eine Fachtagung mit jeweils mehr als 70 Teilnehmern veranstaltet. Inzwischen ist das ZKLM eine tragende Säule der Abteilung und des Instituts.

In einer Vielzahl von Projekten mit Automobilherstellern und Zulieferfirmen sind in den letzten Jahren diverse Prototypen und Demonstratorsysteme entwickelt worden, die bezüglich Leistungsdichte und Grad der Systemintegration weltweit Benchmarks definieren. Mit diesen Demonstratoren war das ZKLM 2008 auf mehreren Messen und Ausstellungen vertreten.

Das 2007 gestartete Projekt zur Entwicklung eines hybriden Versuchsfahrzeugs auf der Basis eines Serien-PKWs hat 2008 bundesweit ein großes und überaus positives Presse-Echo erfahren. Ziel dieses Projekts ist die Schaffung eines Technologieträgers zur Demonstration, Erprobung und Optimierung von Systemkomponenten für Hybridfahrzeuge. Daneben wurde das ZKLM 2008 auch Partner in dem vom Bundesumweltministerium geförderten Projekt „VW-Flottenversuch“. In Kooperation mit der Universität Erlangen-Nürnberg konnte 2008 die Entwicklung eines reinen Elektroautos (TechFak Eco-Car) gestartet werden.

Auch das im Jahr 2006 bewilligte „Forschungs- und Anwendungszentrum Zuverlässigkeit in der Leistungselektronik“ (FAZ-Le), eine Arbeitsgruppe des IISB, untergebracht in den erweiterten Räumen des ZKLM, konnte die wirtschaftlichen und personellen Ziele des Aufbauplans übertreffen. Im Fokus dieser

Arbeitsgruppe stehen die Betrachtung von Fragen der Systemintegration sowie der Zuverlässigkeit, Lebensdauer und Robustheit leistungselektronischer Systeme. Die Arbeitsgruppe ist auch nach dem Auslaufen der Anschubfinanzierung (EU Ziel-2) zum Ende 2008 auf Wachstum ausgerichtet. Die Kontakte zur Fachhochschule in Nürnberg konnten weiter ausgebaut werden, unter anderem über gemeinsame Projekte und eine Reihe von Diplomarbeiten.

Eines der Highlights der Arbeitsgruppe ist ein neuartiges, hoch innovatives Konzept für die doppelseitige Entwärmung von Leistungsmodulen. Auf der führenden Messe für Leistungselektronik, der PCIM 2008 in Nürnberg, konnte dazu ein erster Konzeptdemonstrator der Fachwelt präsentiert werden.

Auch das EU-Projekt HOPE, in welchem u.a. eine Vielzahl von Substratmaterialien vergleichenden Zuverlässigkeitsuntersuchungen unterzogen wurden, konnte Ende 2008 erfolgreich abgeschlossen werden. Mit dem Start des EU-Projekts CREAM begannen die Arbeiten an neuen Lösungen für Hochtemperatur-Leistungselektronik für Luftfahrtanwendungen.

Die Themen Leistungselektronik und Elektromobilität, förderpolitisch lange Zeit im Schatten von Nanoelektronik und IT, sind 2008 – nicht zuletzt infolge der Ölpreisentwicklung und Umweltdebatte – in das Blickfeld der Politik gerückt. Das BMBF hat Ende 2008 einen Projektaufruf für energieeffiziente Leistungselektronik gestartet, an dem sich die Abteilung mit mehreren Projektskizzen beteiligt hat.

Im Rahmen des ENIAC-Projekts e3Car wird die Abteilung in den kommenden Jahren eine Energiespeichereinheit für Elektrofahrzeuge realisieren. Der Fokus wird dabei auf neuen Zellmanagementlösungen liegen, die gemeinsam mit mehreren Halbleiterherstellern als Projektpartner entwickelt werden.

Ansprechpartner:

Dr. Martin März
 Telefon: +49 (0) 9131 761-310
 martin.maerz@iisb.fraunhofer.de

POWER ELECTRONIC SYSTEMS

FOCAL AREAS OF RESEARCH AND DEVELOPMENT, TRENDS AND POTENTIALS OF THE DEPARTMENT

With the "Competence centre for automotive power electronics and mechatronics" (German abbr.: ZKLM) in Nuremberg, the power electronics systems department could open an outstandingly attractive R&D market. The ZKLM aims at new technical solutions for hybrid, electrical and fuel-cell vehicles based on innovations in the field of power electronics. Power electronic systems for traction drives, electrical energy storages, the electrical energy management in vehicles as well as for the integration of electric vehicles into the public power grid are developed.

The ZKLM started work in 2004 and received a start-up financing from EU until the end of 2008. The targets defined in the ZKLM business plan could be surpassed with currently 14 engineers, two technicians and more than 20 diploma theses only in 2008. The same is valid concerning the industry contributions that had to be acquired. The office and laboratory areas in Nuremberg have been extended several times to currently 680 m². Fifteen patent applications, 45 papers, and 59 presentations – these are only a few numbers that illustrate the successful work of the ZKLM. Meanwhile, the ZKLM is a major column of the department and the institute.

In a large number of projects with automobile manufacturers and suppliers, various prototypes and demonstrator systems have been developed within the last few years that define worldwide benchmarks regarding both power density and the degree of system integration. With these demonstrators, the ZKLM was represented at several fairs and exhibitions in 2008.

The Hybrid-TT project that started in 2007 aims at developing a hybrid test vehicle platform based on a conventional series car. This project arrested nationwide attention and got a very positive press echo in 2008. The Hybrid-TT is intended as a technology platform for the demonstration, characterization, and optimization of system components for hybrid and electric vehicles. The project is within the time schedule, first test runs are planned for 2009. Beside this, the ZKLM became a partner in the Volkswagen "Twin-Drive fleet" test project in 2008, a project funded by the German Ministry for the Environment. In cooperation with the University of Erlangen Nuremberg, the development of a pure electrical car ("TechFak-EcoCar") was started in 2008.

The "research and application group for reliability in power electronics" (German abbr. FAZLe) was founded in 2006 with a start-up funding from the EU that ended in 2008. The group, located in the rooms of the ZKLM in Nuremberg, could surpass the economic and personnel targets of the business plan, too, and aims on further growth. In the focus of this group are questions of system integration as well as questions

of reliability, lifetime, and ruggedness of power electronic systems.

One of the highlights of the working group is a completely new innovative concept for double-sided cooled power modules. A first concept demonstrator could be presented at the PCIM 2008 in Nuremberg, the leading exhibition for power electronics in Europe.

The EU project HOPE, in which – among others – a variety of substrate materials has been characterized regarding reliability issues, could be completed successfully at the end of 2008. With the EU project CREAM, we started the work on new solutions for high-temperature power electronics for aviation applications.

"Power electronics" and "electric mobility", two topics that - especially regarding public research funding policy - were in the shadow of leading-edge microelectronics and information technologies for a long time, gained great public and political attention in 2008. The BMBF started a project call with the title "energy-efficient power electronics" at the end of 2008. The power electronics department submitted several project outlines that will be evaluated in spring 2009.

In the context of the ENIAC project e3Car, the department will perform research on electrical energy storages for electric vehicles. The focus is on new Lilon cell management solutions that will be developed in cooperation with several semiconductor manufacturers.

Contact:



Dr. Martin März
Phone: +49 (0) 9131 761-310
martin.maerz@iisb.fraunhofer.de

LEISTUNGSELEKTRONISCHE SYSTEME

HYBRID-TECHNOLOGIEPLATTFORM

Die Anforderungen an zukünftige Pkw und Nutzfahrzeuge hinsichtlich hoher Energieeffizienz und niedriger Emissionen machen neue elektrische Antriebsstrangkonzeppte notwendig. Ein weit verbreiteter Ansatz ist der Hybridantrieb, der die hohe Energiedichte flüssiger Energieträger wie Benzin, Diesel oder synthetische Kraftstoffe (BTL) in Verbrennungsmotoren und die hervorragende Effizienz elektrischer Antriebe nutzt.

Die Abteilung Leistungselektronische Systeme arbeitet seit dem Jahr 2000 an Komponenten für Elektro-, Hybrid- und Brennstoffzellenfahrzeuge. Um die Kompetenzen noch besser darstellen zu können und um Studenten und junge Ingenieure für das interessante Gebiet der Leistungselektronik zu gewinnen, wurde Anfang 2008 das Eigenforschungsprojekt „Technologieplattform Hybridfahrzeug“ gestartet. Ziel dieses Projekts ist es, ein Serienfahrzeug möglichst modular und ohne Eingriffe in die mechanische Struktur des Fahrzeugs zu einem vollwertigen Hybridfahrzeug umzubauen.

Nach eingehenden Recherchen wurde ein über die Straße gekoppelter Hybrid entwickelt, dessen Vorderachse konventionell von einem Verbrennungsmotor angetrieben wird. Gleichzeitig wird an der Hinterachse eine elektrische Antriebseinheit montiert, die für die Hybridfunktionalität sorgt. Dazu bietet sich ein Fahrzeug an, welches als front- und allradgetriebene Version erhältlich ist. Dafür wurde ein Audi TT mit einem modernen 2 L TFSI-Motor mit einer Leistung von 147 kW und einer besonders leichten Aluminiumkarosserie ausgewählt.

Im Rahmen des Projekts wird das Allraddifferential an der Hinterachse entfernt und an dessen Stelle eine mechatronische Antriebseinheit eingesetzt. Sie besteht aus zwei Asynchronmaschinen mit jeweils 20 kW Leistung, fest übersetzten 6:1-Planetengetrieben, mit denen ein Raddrehmoment von jeweils 500 Nm erreicht wird, und einem integrierten Doppelumrichter für die Regelung der beiden elektrischen Maschinen. Als elektrischer Energiespeicher kommt ein luftgekühlter LiFePo-



Fig. 1: Hybrid-Technologieplattform des IISB - Audi TT 2 L TFSI mit elektrischem Hinterachs Antrieb;
Hybrid Technology Platform of IISB – Audi TT 2 L TFSI with electric rear axle.

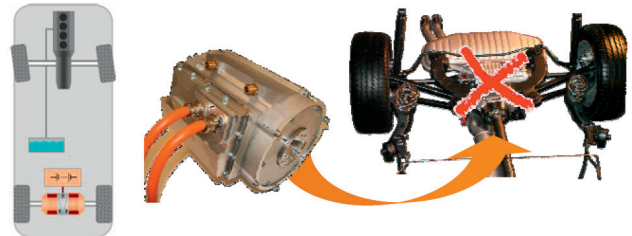


Fig. 2: Konzept des über die Straße gekoppelten Hybrids und der elektrischen Antriebseinheit;
Concept of the axle-split hybrid and the electric drive unit.

Akku mit einer Spannung von 320 V bei 6,9 Ah zum Einsatz. Neben der Einzelzellüberwachungselektronik werden in das Akkusystem noch Spannungswandler zur Versorgung des konventionellen 12 V-Netzes mit 2 kW Leistung und zur Stabilisierung der Zwischenkreisspannung des Antriebsumrichters auf 420 V eingesetzt. Darüber hinaus wird ein bidirektionaler 2 kW-Gleichspannungs-/ Wechselspannungswandler zum Laden des Akkus an der Steckdose, zum Bereitstellen von 230 V im Fahrzeug und zum Rückspeisen von gespeicherter Energie ins Stromnetz implementiert. Der sichere Betrieb der Hochvoltbatterie im Fahrzeug wird u.a. durch die Integration einer Isolationsüberwachung und aktiver Spannungsfreischaltung im Fehlerfall ermöglicht.

Simulative Untersuchungen haben gezeigt, dass sich mit dieser Auslegung im Stadtverkehr eine Kraftstoffersparnis von über 40% erreichen lässt. Gleichzeitig kann die Beschleunigungszeit des Fahrzeugs von 0-100 km/h von 6 s auf ca. 4,5 s verbessert werden, trotz des zusätzlichen Gewichts des Akkus von 50 kg und der gewichtsmäßig noch nicht optimierten elektrischen Antriebseinheit mit einem Gewicht von 120 kg.

2008 wurde das Fahrzeug angeschafft, die elektrische Antriebseinheit entwickelt und das Akkusystem konstruiert. Als nächste Schritte stehen die Inbetriebnahme der Einzelkomponenten, die Integration ins Fahrzeug und die messtechnische Verifikation der Simulationsergebnisse an.

Ansprechpartner.

Bernd Eckardt
Telefon: 09131 / 761-139
bernd.eckardt@iisb.fraunhofer.de

POWER ELECTRONIC SYSTEMS

HYBRID TECHNOLOGY PLATFORM

Requirements for future cars and transportation vehicles regarding high fuel efficiency and low emission rates call for new power train solutions. A well-established solution is the hybrid power train using the excellent energy density of liquid fuels like gasoline or diesel and the high efficiency of electric drives.

The Power Electronics department is involved in a wide range of research and development projects in the field of components for electric, hybrid and fuel cell cars since the year 2000. In order to demonstrate our expertise in this field more efficiently, a research project called "Technology Platform Hybrid Vehicle" was launched in the beginning of 2008. Additionally, we want to draw students' and young engineers' attention to the interesting field of power electronics. The project's aim is to convert a conventional series production car to a full hybrid vehicle in a modular way and without modifying the vehicle's mechanical structure.

After extensive investigations, an axle-split hybrid was developed. The front axle is conventionally powered by the vehicle's combustion engine. An electric propulsion unit is mounted to the rear axle for hybrid functionality. Using a production car that is available as a front-wheel and a four-wheel drive version, is the preferred way to go. The Audi TT with its modern 2 L TFSI engine producing 147 kW of power and its lightweight aluminum chassis seems ideal.

As part of the project, the four-wheel drive differential on the rear axle is removed. The place is used for a mechatronically integrated electric propulsion unit. It comprises two asynchronous traction motors with 20 kW of power as well as two fixed 6:1 planetary gear sets and an integrated inverter for controlling the motors. An air-cooled LiFePo battery with



Fig. 3: Hinterachsdemonstrator des Hybrid-TT mit integrierter E-Antriebseinheit;
Rear axle demonstrator of hybrid TT with integrated electric drive unit.

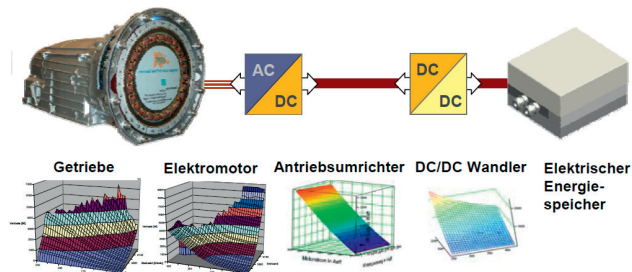


Fig. 4: Elektrisches Antriebsstrangmodell des Hybridfahrzeugs für Fahrzyklensimulationen;
Electric power train model of hybrid car for drive-cycle simulation.

a voltage of 320 V at 6.9 Ah will be used to store the electric energy. The battery system includes various components such as a single-cell voltage monitoring circuit, a 2 kW DC/DC converter for supplying the 12 V net, a DC/DC converter to hold the high-voltage DC link at 420 V and a bidirectional AC/DC converter to charge the battery from the mains, to supply 230 V AC power on board of the vehicle, or to feed back stored energy to the grid. For safe operation of the high voltage battery system inside the vehicle, an insulation monitoring system as well as a battery disconnection unit will be implemented.

Simulations show that it is possible to save more than 40% of fuel consumption in urban traffic with this configuration. At the same time, it is possible to improve acceleration from 0 to 100 km/h of about 6 s down to 4.5 s. These improvements are possible in spite of the additional 50 kg caused by the battery and another 120 kg caused by the electric drive unit.

In 2008, the vehicle was procured, the electrical propulsion unit was developed and the battery system was designed. The next steps are going to be starting up the system components, integrating the whole system into the vehicle and verifying the simulation results.

Contact:

Bernd Eckardt
Phone: +49 9131 / 761-139
bernd.eckardt@iisb.fraunhofer.de

LEISTUNGSELEKTRONISCHE SYSTEME

MONTAGEOPTIMIERTE ENTWÄRMUNGSLÖSUNGEN FÜR DIE LEISTUNGSELEKTRONIK

Nach dem Stand der Technik werden zur Entwärmung elektronischer Bauelemente bevorzugt metallische Kühlkörper eingesetzt. Sind mehrere Bauelemente zu kühlen, so müssen diese elektrisch voneinander isoliert, aber zum Kühlkörper thermisch gut leitfähig montiert werden. Gebräuchliche, jedoch aufwändige Montagemethoden hierfür sind das Verschrauben, Verklammern oder Verkleben sowie das Einlegen von z.B. Isolationsfolien oder Glimmerscheiben. Fig. 1 zeigt hierfür ein typisches Anwendungsbeispiel.

Durch das Einbringen thermisch leitfähiger Füllstoffe in die Polymermatrix eines Kunststoffes gelingt die Herstellung elektrisch isolierender Kühlelemente mit einer thermischen Leitfähigkeit von bis zu 10 W/mK. Obgleich ihrer im Vergleich zu Metallen geringen inneren thermischen Leitfähigkeit können diese, unter den Bedingungen natürlicher Konvektion, vergleichbare Verlustleistungen abführen. Hierzu muss lediglich eine möglichst homogene Wärmeeinleitung in das Kühlelement erfolgen. Fig. 2 zeigt für den im Bild links dargestellten Kunststoffkühlkörper ein Simulationsergebnis zum einen (oben) für einen flächigen Wärmeeintrag (10 W) und zum anderen (unten) für einen lokal begrenzten Wärmeeintrag gleicher Leistung. Die Simulation bestätigt, dass bei entsprechender Spreizung des Wärmeeintrags auch eine geringe thermische Leitfähigkeit des Kühlelements (ca. 4 W/mK) hinreichend ist. Damit lassen sich montageoptimierte Entwärmungslösungen realisieren, die es erlauben, mehrere auf unterschiedlichen elektrischen Potenzialen liegende Leistungsbaulemente mit einem einzigen Kühlelement zu entwärmen. Aufgrund der elektrischen Isolationsfähigkeit des Kunststoffkühlkörpers sind hierfür Lösungen naheliegend, die auf einer direkten Verbindung von Leiterplatte und Kühlkörper, z.B. durch Verkleben, basieren. Aufgrund der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten sind diese aber hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit kritisch zu beurteilen.

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Projektes PROMOLE (www.promoles.de) wurde u.a. die in Fig. 3 dargestellte neuartige Entwärmungslösung entwickelt. Mittels in den Kunst-

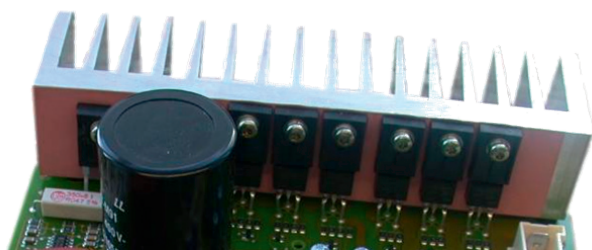


Fig. 1: Typische Montage von Leistungshalbleitern nach dem Stand der Technik;
Typical mounting of power electronic devices.

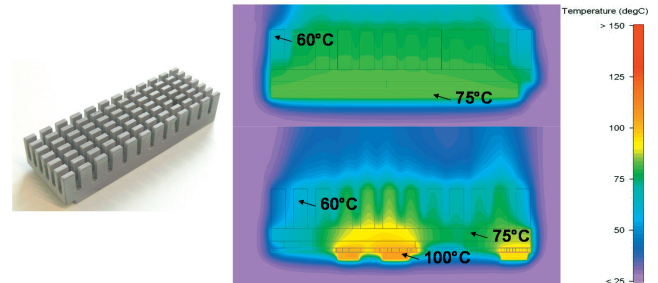


Fig. 2: Temperaturverteilung in einem Kunststoffkühlkörper (Simulationsergebnis);
Temperature distribution of a plastic heatsink.

stoffkühlkörper integrierter (vorzugsweise umspritzter) metallischer Formteile erfolgt zunächst eine Abfuhr der Wärme vom Bauelement. Aufgrund der hohen thermischen Leitfähigkeit ist hierzu eine nur sehr geringe Grundfläche pro Leistungsbaulement notwendig, was eine spätere, zur Elektronikfertigung kompatible Montage (Bestücken, Löten) des gesamten Kühlelements ermöglicht. Die metallischen Formteile im Inneren des Kühlkörpers können durch entsprechende Dimensionierung der jeweilig abzuführenden Verlustleistung angepasst werden. Zudem besteht die Möglichkeit, auch bei komplex geformten Kühlelementen (z.B. Teil eines Gerätegehäuses) durch Variation der Länge der aus dem Kühlkörper austretenden metallischen Formteile eine thermische Verbindung zu den in einer Ebene liegenden Leistungsbaulementen herzustellen.

Fig. 4 zeigt die Erprobung des neuartigen Kühlkonzeptes am Beispiel eines 250 W DC/DC-Wandlers, wie er für Flachbildschirme benötigt wird.

Ansprechpartner:

Stefan Zeltner
Telefon: +49 (0) 9131 761-140
stefan.zeltner@iisb.fraunhofer.de

INNOVATIVE HEATSINK SOLUTIONS FOR POWER ELECTRONICS

State-of-the-art heatsink solutions for power electronics are typically using metallic radiators. If several power devices have to be cooled, then these must be installed in an electrically insulated way and with good thermal conductivity towards the heatsink. Common, however time-consuming assembly methods for this are bolting, clipping or glueing as well as inserting e.g. insulation foils and washers. Fig. 1 shows a typical example of use for this.

By bringing thermally conductive fillers into the polymer matrix of a plastic heatsink, a thermal conductivity of up to 10 W/mK for an electrically insulating cooling element can be reached. Although heatsinks made of filled polymers have a small internal thermal conductivity compared with metals, comparable power dissipation can be achieved under natural convection conditions. Therefore, a homogeneous heat input into the cooling element is important. Fig. 2 shows simulation results for the plastic heatsink represented on the left side, for a laminar heat entry (above, 10 W) and for a locally limited (down) entry of the same heat input.

The simulation and experiments confirm that with an appropriate spreading of the heat entry the low thermal conductivity of the plastic heatsink (approx. 4 W/mK) is sufficient as well.

Thus, innovative solutions for cooling several power electronic devices on different electrical potentials, with only one heatsink are possible. Due to the electrical insulation ability of the plastic heatsink, a direct connection of the printed circuit board and the radiator, e.g. by adhesive bonding, seems to be obvious. Unfortunately, the reliability of such a connection is critical, due to the different thermal expansion coefficients.

In the context of the PROMOLES project (www.promoles.de), promoted by the BMBF, the innovative heatsink solution represented in fig. 3 was one of the achievements. By means of integrated molded metallic parts (preferably produced by injection molding), heat will first be removed from the power device. Due to the high thermal conductivity of the inserts, only a very small surface area per power device will be necessary therefore. This makes the assembling of the heatsink

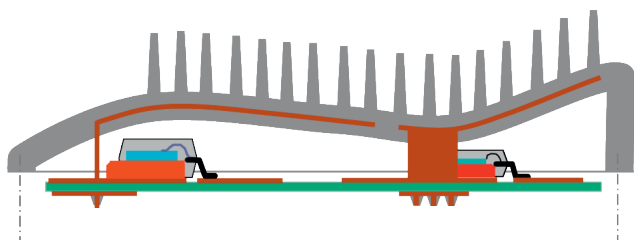


Fig. 3: Montageoptimierte Entwärmungslösung für die Leistungselektronik (schematisch);
Innovative heatsink solutions for power Eelectronics (schematical).

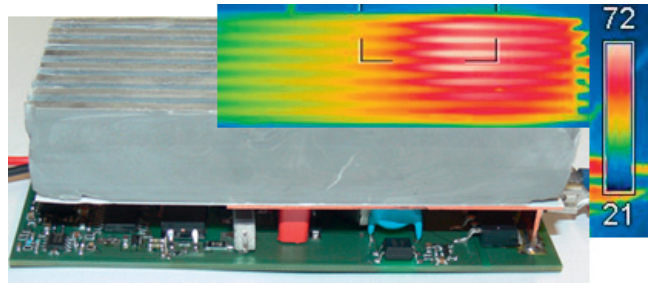


Fig. 4: 250 W DC/DC- Wandler für Flachbildschirme mit neuartiger Entwärmungslösung;
250 W DC/DC converter for flat screens with innovative heatsink solution.

compatible to the typical manufacturing process of printed circuit boards (SMD placement and soldering). The molded metallic parts inside the radiator can be adapted to the power losses by appropriate dimensioning of the surface area. Moreover, by variation of the length of the withdrawing molded metallic parts, it is possible to use complex heatsink solutions (e.g. part of the housing).

Fig. 4 shows a 250 W DC/DC converter with the innovative heatsink solution used in flat-screen applications.

Contact:

Stefan Zeltner
Phone: +49 (0) 9131 761-140
stefan.zeltner@iisb.fraunhofer.de

AUFBAU- UND VERBINDUNGSTECHNOLOGIEN FÜR HOCHTEMPERATUR-LEISTUNGSELEKTRONIK

Durch Verlustleistung verursachte Wärmeentwicklung ist während des Betriebs von Elektronik unvermeidlich. Die so entstehenden erhöhten Temperaturen sind jedoch eine der größten Gefahren für elektronische Systeme. Des Weiteren herrschen bei Fahrzeuganwendungen zumeist unwirtliche Umgebungsbedingungen. Deshalb kann das Ziel hoher Leistungsdichte bei gleichzeitig großer Zuverlässigkeit nur durch eine sorgfältige Auswahl von Bauteilen erreicht werden. Entscheidendes Kriterium ist die Differenz zwischen maximal zulässiger Einsatztemperatur und der Temperatur des Kühlmediums. Je kleiner diese und je größer die vom Bauteil verursachten Verluste, umso besser muss die thermische Anbindung an die Wärmesenke sein. Die Zuverlässigkeit verschiedener Substratarten wurde daher im Rahmen des Projekts HOPE (High Density Power Electronics for Fuel Cell and Internal Combustion Engine Hybrid Electric Vehicle Power Trains) getestet. HOPE wurde vom Sechsten Rahmenprogramm (FP6) der Europäischen Kommission finanziert. Die Substrate für die Leistungselektronik bestehen in der Regel aus einer Keramik, die beidseitig mit Metallfolien versehen ist. Die Nomenklatur ergibt sich je nach Art der Verbindung zwischen Metall und Keramik: „direct copper bonded“ (DCB), „direct aluminum bonded“ (DAB) und „active metal brazed“ (AMB). Während der Experimente wurden gewöhnliche DCBs aus Aluminiumoxid und Aluminiumnitrid sowie gedimpelte Al_2O_3 -DCBs (Electrovac-Curamik), Kupfer-Aluminiumnitrid-AMBs (Anceram), AlN-DABs (Denka) und Kupfer-Siliciumnitrid-AMBs (Kyocera) in einem Zweikammerofen passiven Temperaturwechseln (TW) ausgesetzt. Die untere und obere Temperatur wurde auf $-40\text{ }^\circ\text{C}$ bzw. $150\text{ }^\circ\text{C}$ bei Haltezeiten von je 30 min festgelegt. Der Fehlermechanismus – in der Regel Muschelbruch der Keramik und folgende Delamination der Metallisierung – und dessen Fortschreiten wurde mithilfe von Ultraschallmikroskopie und der Resonanzfrequenzmethode beobachtet. Während der Lebensdauer eines Fahrzeugs müssen die leistungselektronischen Schaltungen etwa 11.000 passive TW bei einer mittleren Temperatur von

$45\text{ }^\circ\text{C}$ und einem ΔT von 85 K überstehen. Im Versuch wirkte ein ΔT von 190 K bei einer Durchschnittstemperatur von $55\text{ }^\circ\text{C}$ für 3000 Zyklen. Hier stellt sich die Frage nach der Vergleichbarkeit der beiden Datensätze. Unglücklicherweise existiert bisher kein mathematisches Modell um das Fortschreiten der Delamination in DCB-, DAB- und AMB-Substraten vorherzusagen. Auch sind die während der TW-Tests gewonnenen Informationen nicht ausreichend, um einen Beschleunigungsfaktor bestimmen zu können. Die Auswertung beschränkt sich daher auf einen qualitativen Vergleich.

Unbehandelte Al_2O_3 - und AlN-DCBs und AMBs zeigen nur sehr schlechte Zuverlässigkeit und sollten nicht in hochintegrierten Wandlern verbaut werden. Falls der Zwang zum Einsatz von Cu- Al_2O_3 -DCBs besteht, ist Dimpling, das Einätzen kleiner Löcher entlang der Kanten der Metallisierung, eine Möglichkeit, die Zuverlässigkeit zu erhöhen (um den Faktor 10). AlN-DABs zeigten auch gute Ergebnisse während der TW-Tests und sind damit für hochintegrierte Schaltungen geeignet. Ihre hervorragende Wärmeleitfähigkeit von 180 W/mK (Al_2O_3 : 25 W/mK) spricht zudem für diese. Aufgrund der verbesserten Entwärmung ist es zudem möglich, kleinere und kostengünstigere Chips zu verbauen. Außerdem sind AlN-DABs aufgrund ihrer Metallisierung aus Aluminium für neue Modulkonzepte, die eine direkte Kühlung des Substrates vorsehen, geeignet. Der Grund ist, dass der Kühlkreislauf von Verbrennungsmotoren ausschließlich aus Aluminium besteht. Würde Kupfer, z.B. DCBs, eingebaut und dem Kühlmedium ausgesetzt, wäre elektrochemische Korrosion die Folge. Si_3N_4 -AMBs zeigten herausragende Zuverlässigkeit. Nicht ein einziger Ausfall war nach 3000 Zyklen zu verzeichnen. Da eine noch viel höhere Zyklusfestigkeit zu erwarten ist, können sie definitiv für den Einsatz in hochbeanspruchten Baugruppen empfohlen werden. Darüber hinaus können die Zuverlässigkeitskriterien auch bei Erhöhung der Metallisierungsdicken (im Test $300\text{ }\mu\text{m}$) immer noch erfüllt werden. Eine dickere Metallisierung würde die Wärmespreizung und damit die Kühlung der Chips verbessern.

Zusammenfassend ergaben die Tests, dass AlN-DABs und Cu- Si_3N_4 -AMBs die beste Wahl für hochintegrierte Leistungselektronik für Brennstoffzellen- und Hybridantriebe sind.

Ansprechpartner:

Andreas Schletz
 Telefon: +49 (0) 911 23568-27
 andreas.schletz@iisb.fraunhofer.de

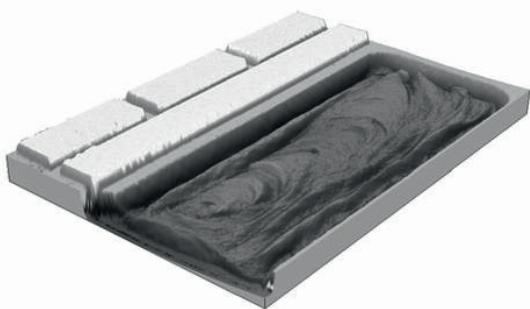


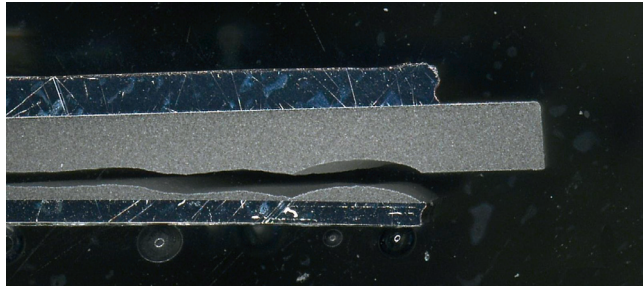
Fig. 1: Muschelbruch: Kompl. Metallisierungspad herausgebrochen; Conchoidal crack: a whole metallisation pad has come off.

POWER ELECTRONIC SYSTEMS

SUBSTRATE AND JOINING TECHNOLOGIES FOR HIGH-TEMPERATURE POWER ELECTRONICS

Heat due to power dissipation is an unavoidable co-product of operating electronics. Elevated temperatures are one of the big threats for electronic systems, though. Moreover, harsh thermal and mechanical ambient conditions are to be expected in automotive applications. Therefore, high power density and high system reliability at the same time can only be achieved by means of careful component selection. A power electronics system can never be reliably operated above the temperature level defined by its weakest component. Therefore, the reliability of different types of substrates commonly used in power electronics applications was tested in the project acronymed HOPE (High-Density Power Electronics for Fuel Cell- and Internal Combustion Engine Hybrid Electric Vehicle Power Trains). HOPE was funded by the Sixth Framework Programme of the European Commission. Substrates for power electronics are usually made of a ceramic sheet which is sandwiched between two metal foils. They are denominated depending on the joint between metal and ceramic as "direct copper bonded" (DCB), "direct aluminium bonded" (DAB) or "active metal brazed" (AMB). During the experiments, standard alumina and aluminum nitride and dimpled alumina DCBs (Electrovac-Curamik), copper aluminum nitride AMBs (Anceram), aluminum nitride DABs (Denka), and copper silicon nitride AMBs (Kyocera) were stressed by thermal cycling in a two-chamber oven. Lower and upper temperatures were adjusted to $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectively. Dwell times were set to 30 minutes. The failure mechanism – usually conchoidal cracking of the ceramic leading to delamination of the metal foils – and its progress were observed using scanning acoustic microscopy and Grindosonic, an eigenfrequency measurement method. During the lifetime of a car, power electronics have to withstand 11,000 passive cycles with a mean temperature of $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ and a ΔT of 85 K. In our laboratory setup, the substrates had to endure a ΔT of 190 K at a mean temperature of $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ for about 3,000 cycles. The question is how these two different sets of data can be compared to each other. Unfortunately, no mathematical model for predicting the progress of delamination in DCB, DAB and AMB substrates exists until now. The information gained during the cycling experiments is not sufficient to calculate any kind of acceleration factor, either. Therefore, only qualitative recommendations can be given.

Untreated alumina DCBs and aluminum nitride DCBs offer poor reliability and should not be chosen for application in highly integrated inverters. If for some reasons one has to stick with standard $\text{Cu Al}_2\text{O}_3$ DCBs, dimpling is a great way to boost the reliability of these substrates. Their durability was increased tenfold by the dimples. Therefore, dimpled alumina



*Fig. 2: Rissfortschritt in AlN-DAB;
Crack path in AlN-DAB.*

DCBs should easily meet the reliability requirements for use in integrated inverters. AlN DABs with aluminum metallization also did well in the cycling tests and can be deemed suitable for highly integrated inverters. Their excellent thermal conductivity of 180 W/mK (Al_2O_3 : 25 W/mK) is another strong argument for using them. Due to the improved heat removal, it is possible to use smaller chips and save costs in semiconductor production. Further, AlN DABs are eligible for new module concepts that include direct cooling of the bottom of the substrate due to their Al metallization. The reason is that the cooling circuit of the internal combustion engine is built using aluminum parts only. If copper parts, such as DCBs, were introduced into the circuit and exposed to the coolant, electrochemical corrosion would take place due to aluminum being considerably less noble than copper. Plating does not help because of micro-cracks in these layers. Si_3N_4 AMBs have shown the best endurance in the cycling tests. Not a single specimen has failed after 3,000 cycles. With a much bigger cycling capability to be expected, they can definitely be recommended for heavy-duty applications as in integrated inverters. Beyond that, the thickness of the copper sheets could even be increased from currently $300\text{ }\mu\text{m}$ while still meeting the reliability requirements. Thicker metallization pads of the substrates would enhance heat spreading and, as a consequence, improve the cooling of the chips.

To sum up, aluminum nitride ceramic with aluminum metallization and silicon nitride with copper metallization even without stress-relieving measures are the best choice for high-density power electronics for fuel cell and combustion engine hybrid electric vehicle power trains.

Contact:

Andreas Schletz
Phone: +49 (0) 911 23568-27
andreas.schletz@iisb.fraunhofer.de

NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

Ereignisse

Integriertes EU-Projekt SEA-NET sehr erfolgreich - Zweites Review Meeting fand im Februar am IISB statt

Am 26. und 27. Februar 2008 fand am IISB das zweite Review Meeting für das von der Europäischen Kommission geförderte und vom IISB koordinierte Integrierte Projekt SEA-NET (Semiconductor Equipment Assessment for NanoElectronic Technologies) statt. Die jährlich stattfindende Evaluierung mit drei externen Gutachtern hat zum Ziel, Ergebnisse und Fortschritt des Projekts zu analysieren und zu bewerten. Dem Projekt wurde ein guter Fortschritt bescheinigt und die präsentierten Ergebnisse wurden als sehr gut bewertet. Ziel des Projekts ist die Evaluierung von europäischen Leading-Edge-Halbleiterfertigungsgeräten unter Einbeziehung von Geräteherstellern, Halbleiterherstellern und Forschungsinstituten. Europäische Gerätehersteller haben damit die Möglichkeit, die Entwicklungsphase vom innovativen Prototyp bis zum fertigungstauglichen Gerät mit hohem Durchsatz und großer Zuverlässigkeit unter Einbeziehung der späteren Nutzer zu beschleunigen. SEA-NET ist eines der drei großen integrierten Projekte, die sich im 6. IST-Aufruf zum 6. Rahmenprogramm erfolgreich behaupten konnten. An SEA-NET sind 33 Partner (einschließlich zwei Partner aus Israel) beteiligt. Dies umfasst die wichtigsten europäischen Halbleiterhersteller wie Infineon, Qimonda, ST und NXP, 15 europäische Gerätehersteller sowie die großen Forschungsorganisationen IMEC, LETI und Fraunhofer. Das Projekt wurde am 1. Januar 2006 gestartet und hat eine Laufzeit von dreieinhalb Jahren. Das Budget beläuft sich auf über 20 Mio. Euro, mit einer EU-Fördersumme von mehr als 11 Mio. Euro.

Mit Mikrotechnologie in die Erfolgsspur

Linda Martin, ehemalige Auszubildende am IISB, wurde von der IHK Nürnberg für Mittelfranken als beste Auszubildende im Beruf „Mikrotechnologie/in“ des Prüfungsjahrgangs 2007/2008 geehrt.

Die Jahrgangsbesten unter den Auszubildenden standen bei einer Feierstunde in der IHK Akademie Mittelfranken am 11. November 2008 im Mittelpunkt. IHK-Präsident Prof. Klaus L. Wübbenhorst zeichnete zusammen mit der Landtagsabgeordneten Helga Schmitt-Bussinger 141 junge Kaufleute und Facharbeiter aus, die in ihren Ausbildungsberufen Spitzenleistungen erzielt hatten. Insgesamt hatten 9035 Prüflinge an den IHK-Abschlussprüfungen im Winter 2007/2008 und im Sommer 2008 teilgenommen.

Das IISB bildet seit 1999 äußerst erfolgreich und in enger Zusammenarbeit mit der Universität Erlangen-Nürnberg Mikro-



Fig. 1: IHK-Präsident Prof. Klaus L. Wübbenhorst, Linda Martin und MdL Helga Schmitt-Bussinger (v.l.) bei der Auszeichnung der Prüfungsbesten (Foto: IHK Nürnberg für Mittelfranken / Kurt Fuchs); IHK president Prof. Klaus Wübbenhorst, Linda Martin and MdL Helga-Schmitt-Bussinger during award for the best exam.

technologien aus. Dabei ist rund die Hälfte der Auszubildenden am IISB weiblich.

Linda Martin arbeitet indes weiter erfolgreich an ihrer Karriere: Mittlerweile studiert sie Elektrotechnik an der Fachhochschule Nürnberg und ist dabei dem IISB in Form einer Hiwi-Tätigkeit auf dem Gebiet der leistungselektronischen Systeme weiter verbunden.

Erlanger Techniktage

Auch im Jahr 2008 war das IISB Partner der Erlanger Techniktage für die Bayerische Eliteakademie, die vom 9. - 12. März 2008 stattfanden. Die Techniktage bieten Studenten nicht-technischer Fachrichtungen wie Betriebswirtschaftslehre oder Jura die Möglichkeit, über Vorträge und vor allem eigene praktische Erfahrungen einen Eindruck von den Möglichkeiten sowie der volkswirtschaftlichen Bedeutung moderner Technologien zu bekommen, um diese Erfahrung in späteren Führungspositionen nutzen zu können. Am IISB und am Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente der Universität Erlangen-Nürnberg konnten sich rund 35 Studenten der Bayerischen Eliteakademie sowie des Augsburgsburger Elitestudiengangs „Finance & Information Management“ (FIM) am Abschlusstag der Veranstaltung einen Einblick in die Mikro- und Nanoelektronik verschaffen. Neben Programmpunkten zur Prozess- und Bauelementesimulation sowie zur Leistungselektronik war ein Höhepunkt der Besuch im Reinraumlabor (Fig. 2), in dem die Studenten unter fachmännischer Betreuung selbst einige Prozessschritte für die Herstellung von elektronischen Bauelementen durchführen konnten.

Events

Integrated EU-Project SEA-NET Very Successful – Second Review Meeting at IISB in February

On 26th and 27th February 2008, the second review meeting for the Integrated Project SEA-NET (Semiconductor Equipment Assessment for NanoElectronic Technologies) took place at IISB – a project funded by the European Commission and coordinated by IISB. The annual evaluation by three external reviewers aims at analyzing goals, quality of results, and progress of the project. The final statement of the jury was that the progress was found definitely observable and the presentations of the results quite remarkable. Goal of the project is the evaluation of European leading-edge semiconductor manufacturing equipment together with equipment suppliers, semiconductor manufacturers, and research institutes. Consequently, European equipment suppliers can accelerate the development phase from the innovative prototype to the production line equipment with high capacity and high reliability involving future users. SEA-NET is one of the three major Integrated Projects which asserted themselves successfully in the 6th IST Call for the 6th Framework Program.

33 partners participate in SEA-NET- including two partners from Israel – as well as the most important European semiconductor manufacturers such as Infineon, Qimonda, ST and NXP, 15 European equipment suppliers and the major research organisations IMEC, LETI and Fraunhofer. The project was launched 1st January 2006, with a schedule of three and a half years, the budget adding up to over 20 Mio. euros and with an EU funding of more than 11 million euros.

With Microtechnology on the Road to Success

Linda Martin, former IISB trainee, was honoured by the IHK Nuremberg for Middle Franconia (Nuremberg Chamber of Commerce and Industry CCI) for the best exam as microtechnologist in the year 2007/2008.

Within the framework of a celebration at the IHK Academy Middle Franconia on 11th November 2008, the trainees with the best grades were honoured by the IHK President Professor Klaus L. Wuebbenhorst and MdL (member of the Landtag) Helga Schmitt-Bussinger. 141 of the young merchants and technicians finished their job training with outstanding results. Altogether, 9035 examinees participated in the final IHK exams in winter 2007/2008 and in summer 2008.

Since 1999, the IISB - in close cooperation with the University Erlangen-Nuremberg – offers students a vocational training as

a microtechnologist. About half of the students in this course are female.

Linda Martin keeps climbing the ladder: Meanwhile she studies Electrical Engineering at the University of Applied Sciences Nuremberg, additionally working as a student assistant at the IISB in the field of power electronic systems.

Erlangen Technology Days

Once again, the IISB was host for the Erlangen Technology Days 2008 of the Bavarian Elite Academy, taking place from 9th to 12th March. The “Erlanger Techniktage” offer students of the Elite Academy with non-technical subjects – like Business Studies or Law – to learn by lectures or own practical experience about the possibilities as well as the economic importance of new technologies in order to use this know-how in potential leading positions in their future job life. At the IISB and the Chair of Electron Devices at the University of Erlangen-Nuremberg, about 35 students of the Bavarian Elite Academy as well as the Augsburg Elite Study Course “Finance & Information Management” (FIM) could get an insight in micro- and nanoelectronics on the last day of the event. Besides agenda items concerning process and device simulation as well as power electronics, one highlight definitely was the guided tour through the cleanroom laboratory (Fig. 2), where the students themselves could execute some process steps for the production of electronic devices under expert supervision.



Fig. 2: Teilnehmer an den Erlanger Techniktagen;
Participants of the Erlangen Technology Days.

NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

Großer Erfolg des vierten IISB-Lithographie-Simulations-Kurses

Am 19. Mai 2008 konnte die Gruppe Lithographiesimulation des IISB zahlreiche Teilnehmer aus Industrie und Forschung zu ihrem zweitägigen Kurs am IISB in Erlangen begrüßen. Die international große Resonanz der Veranstaltung unterstrich erneut das hohe Ansehen der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten der von Dr. Andreas Erdmann geleiteten Gruppe. Die inhaltlichen Schwerpunkte des Kurses richteten sich an den aktuellen Forschungs- und Entwicklungsthemen im Bereich Halbleiterlithographie aus. Dies beinhaltete insbesondere die Simulation der Wirksamkeit von Anti-Reflexionsschichten bei nicht-planaren Halbleiterscheiben. Ein zweiter Themenschwerpunkt war die Simulation von auflösungsverbessernden Maßnahmen bei Fotomasken und den optischen Abbildungssystemen. Ergänzend zu den früheren Kursen dieser Reihe wurden dieses Jahr nicht nur die theoretischen Modelle zur Beschreibung und Charakterisierung von Lithographieprozessen behandelt. Am zweiten Tag der Veranstaltung wurde zusätzlich praxisorientiert vorgeführt, wie moderne Simulationswerkzeuge für die Prozessentwicklung und -optimierung eingesetzt werden können.

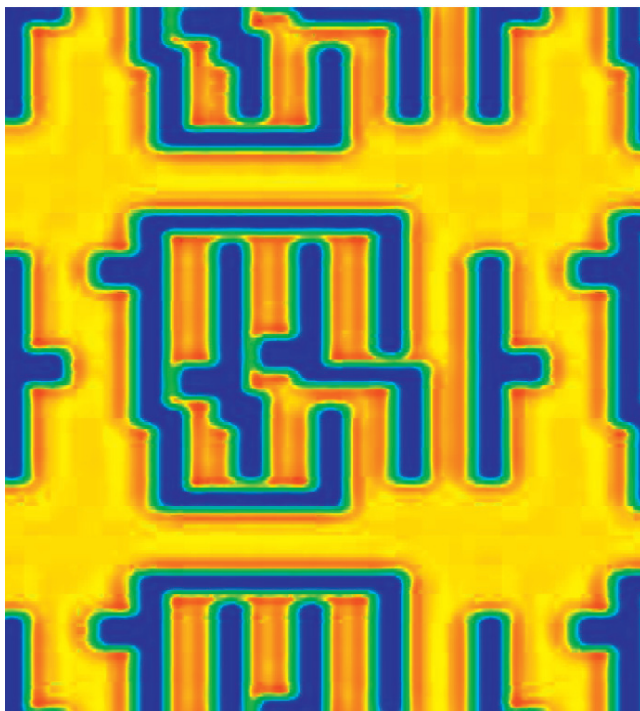


Fig. 3: Mit Dr.LiTHO simuliertes Luftbild einer EUV-Maske mit der kleinsten Strukturgröße von 32 Nanometern. Der simulierte Ausschnitt hat eine Größe von $3,1 \mu\text{m}$ mal $3,3 \mu\text{m}$;
Air picture simulated by Dr. LiTHO of an EUV mask with smallest dimensions of 32 nm. The simulated area has a size of $3.1 \mu\text{m} \times 3.3 \mu\text{m}$.

Girls' Day 2008 am IISB – Mädchen erkunden die Welt der Kristalle und Mikrochips

Im Rahmen des bundesweiten „Girls' Day“ am 24. April 2008 bot das IISB in Erlangen Schülerinnen wieder die Gelegenheit, sich über die Berufsmöglichkeiten und die wissenschaftlichen Geheimnisse der Mikro- und Nanoelektronik zu informieren. Unter dem Motto „Wie entsteht ein Chip?“ erlebten die Mädchen einen Tag in der Welt von Halbleitern, Transistoren und Kristallen. Mikrochips sind heute – wenn auch meist gut versteckt – überall zu finden, ob im Computer, MP3-Player oder Handy, aber auch in hochmodernen medizinischen Geräten oder im Auto. Sie sind aus unserem Leben nicht mehr wegzudenken und haben eine entsprechend große wirtschaftliche Bedeutung. Aber was steckt drin in so einem Chip, auf welchen Materialien basiert er, welche winzigen und leistungsfähigen Bauelemente der Mikro- und Nanoelektronik ermöglichen all diese Dinge? Diese Fragen untersuchten Mädchen der Klassenstufen 6 bis 10 beim „Girls' Day“ 2008 am IISB.

Das IISB als attraktives Exkursionsziel

Am 7. Mai 2008 konnte das IISB die Klasse 11bE des Bamberger Clavius-Gymnasiums als Gewinner eines Preisausschreibens bei der Berufs- und Informationsmesse „realize your visions!“ zu einer Führung am Institut begrüßen. Das IISB hatte sich mit einem Vortrag sowie einem Informationsstand an der Messe am 10.4.2008 beteiligt, die zum Ziel hat, Schüler unter Mitwirkung von Firmen und Forschungseinrichtungen für den Ingenieurberuf zu begeistern. Neben der Geschichte und der wirtschaftlichen Bedeutung der Mikro- und Nanoelektronik wurden die Schülerinnen und Schüler über einschlägige Studien- und Ausbildungsmöglichkeiten informiert. Höhepunkte der Exkursion waren der Besuch im Reinraumlabor sowie die Fahrt in einem Hybridauto. Im Frühjahr 2008 war das IISB zudem noch Exkursionsziel für einen Physik-Leistungskurs, für die Elektronik- und Mechatronik-Auszubildenden der Firma Kaeser Kompressoren aus Coburg sowie für die Altstipendiaten der Adenauer-Stiftung.

ECPE Students Day auf der PCIM 2008

Auch in diesem Jahr präsentierte das IISB seine Kompetenzen in der Leistungselektronik und Mechatronik auf der PCIM, einer der führenden Fachmessen auf dem Gebiet der Leistungselektronik und deren Anwendung in der Antriebstechnik. Am letzten Tag der Messe war das IISB zusammen mit zahlreichen bekannten Firmen Partner des „Students Day“ des in Nürnberg ansässigen „European Center for Power Electronics e.V.“ (ECPE) und des bayerischen Clusters Leistungselektronik. Die

NAMES, DATA, EVENTS

Big Success of the 4th IISB Lithography Simulation Course

On 19th May 2008, IISB's Lithography Simulation group had the pleasure to welcome numerous participants from industry and research for a two-day course at IISB in Erlangen. Once again, the great international response of the event underlines the high reputation of the research and development work of the group led by Dr. Andreas Erdmann. Regarding the content, the focal points of the course concentrated on current research and development topics in the field of semiconductor lithography. This particularly included simulating the efficiency of anti-reflection layers for non-planar semiconductor wafers. A second main topic was the simulation of resolution improvement methods for photomasks and optical imaging systems. In addition to former courses of this series, this year's course not only dealt with the theoretical models for the description and characterization of lithography processes. On the second day of the event, a praxis-oriented presentation was given on how modern simulation tools can be applied to process development and optimization.

Girls' Day 2008 at IISB – Girls Exploring the World of Crystals and Microchips

Within the framework of the nationwide Girls' Day campaign on 24th April 2008, the Fraunhofer IISB invited female secondary school students in Erlangen to learn about the professional careers as well as the scientific mysteries of micro- and nanoelectronics. Under the heading "How is a chip being produced?", the girls experienced a day in the world of semiconductors, transistors and crystals. Today, microchips are everywhere – though well hidden in most cases, as in computers, MP3 players or mobile phones, but also in highly innovative medical devices or cars. As a result, modern life is unthinkable without microchips and they play quite an important role in our economic system. But what does such a chip consist of, what material is it made of, which tiny, yet high-performance components of micro- and nanoelectronics make all these things possible? These questions were examined by girls of classes 6 to 10 during the Girls' Day 2008 at IISB.

IISB – an Attractive Destination for Excursions

On 7th May 2008, IISB had the pleasure to welcome pupils of the class 11bE of the "Clavius-Gymnasium" of Bamberg as winner of a competition at the professional and information fair called "realize your visions!" and to give them a guided tour of the institute. On 10th April 2008, IISB contributed to the fair with a lecture and an information booth with the goal

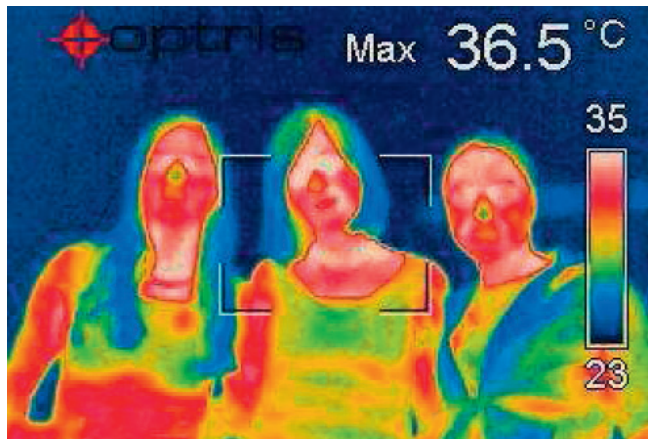


Fig. 4: Einige Teilnehmerinnen am Girls Day, gesehen mit einer Wärmebildkamera;
Some participants of the Girls Day, seen by an infrared camera.

of inspiring pupils for the profession of an engineer with the collaboration of companies and research institutions. Besides the history and economic importance of micro- and nanoelectronics, the pupils were informed about corresponding possibilities for studies and vocational training. Highlights of the visit were a guided tour of the cleanroom facilities as well as a trip in a hybrid vehicle. Furthermore, in spring 2008 IISB was the destination of excursions of an advanced course in physics, of the electronics and mechatronics apprentices of the "Kaeser Kompressoren" company from Coburg as well as of former scholarship holders of the Konrad Adenauer Foundation.

ECPE Students Day at the PCIM 2008

This year again, IISB presented its competencies in the field of Power Electronics and Mechatronics at the PCIM (Power Conversion Intelligent Motion), one of the leading international trade fairs for power electronics and their applications in the field of intelligent motion and power quality. On the last day of the event, within the framework of the Students Day of the European Center for Power Electronics e.V. (ECPE) and the Bavarian Cluster on Power Electronics in Nuremberg, the IISB – together with numerous renowned companies – hosted around 150 students. In introductory lectures, the participants learned about the technical innovations and vocational and/or economic perspectives. Then the students gained first-hand information from industry representatives and research specialists in small groups during a guided tour.

NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

rund 150 Teilnehmer des „Students Day“ wurden zunächst in Einführungsvorträgen über technische Innovationen und berufliche Perspektiven in der Wirtschaft informiert. Anschließend gab es auf geführten Rundgängen in Kleingruppen Informationen aus erster Hand von den beteiligten Firmen und Forschungseinrichtungen.

IISB-Solartankstelle eingeweiht

Am 5. Juni 2008 wurde am IISB in Erlangen die neue instituts-eigene Solartankstelle in Anwesenheit von Oberbürgermeister Dr. Siegfried Balleis feierlich eingeweiht. Vor dem Hintergrund der „Bayerischen Klimawoche“ und der „Umweltwoche Erlangen“ untermauerte die Veranstaltung die Verantwortung und die Kompetenz der Forschung in der Region, mit energiesparenden Technologien wichtige Beiträge für den Klimaschutz zu leisten. Im Winter wurde am IISB eine Photovoltaikanlage in Betrieb genommen. Damit speist das Institut umweltfreundlich gewonnene Energie ins Netz ein. Jüngst hinzugekommen ist nun die Solartankstelle direkt am Haupteingang des Instituts, an der von jedermann Elektrofahrzeuge oder an der Steckdose aufladbare Hybridfahrzeuge aufgeladen werden können – bis auf weiteres kostenfrei!



Fig. 5 : Marlene Wüstner, Umweltreferentin der Stadt Erlangen, Dr. Siegfried Balleis, Erlanger Oberbürgermeister, Prof. Heiner Ryssel, Leiter des IISB, und Prof. Martin Hundhausen, Universität Erlangen-Nürnberg, (v.l.) bei der Einweihung der Solartankstelle des IISB am 5. Juni 2008 (Foto: K. Fuchs);

Marlene Wüstner, environmental officer of the city of Erlangen, Dr. Siegfried Balleis, Lord Mayor of the city of Erlangen-Nuremberg, Prof. Heiner Ryssel, director of IISB and Prof. Martin Hundhausen, University of Erlangen, during the Inauguration of IISB's solar filling station.

Neuer Institutsleiter am Fraunhofer IISB – Prof. Lothar Frey wird Nachfolger von Prof. Heiner Ryssel

Am Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB) fand im September der Wechsel in der Institutsleitung statt. Der bisherige Leiter des IISB, Prof. Dr. Heiner Ryssel, wechselte nach 23-jähriger erfolgreicher Tätigkeit als Institutsleiter zum 30. September 2008 in den Ruhestand. Sein Nachfolger ist Prof. Dr. Lothar Frey. Er wurde zugleich auf den Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente (LEB) der Universität Erlangen-Nürnberg berufen und wird wie sein Vorgänger beide Einrichtungen in Personalunion leiten. „Aufbauend auf den Stärken und breiten Kompetenzen des Instituts in der Mikroelektronik und in enger Kooperation mit der Universität Erlangen-Nürnberg werden weiterhin führende Innovationen für die Halbleitertechnologie und die Leistungselektronik vom Fraunhofer IISB kommen. Der Schwerpunkt wird in der näheren Zukunft bei neuen Materialien, modernen elektronischen Bauelementen und leistungsfähigen Systemen für die Automobilelektronik liegen. Insbesondere werden wir unsere Aktivitäten im Bereich Nanotechnologie für energieeffiziente Leistungselektronik weiter ausbauen. Mit energiesparender Elektronik lässt sich erheblich zum Klimaschutz beitragen, ob im Automobil, im Haushalt oder bei der Energiegewinnung“, so Prof. Frey über seine neue Aufgabe.

Internationales Treffen der Kristalltechnologen in Beatenberg, Schweiz

Technologische Fortschritte im Bereich der Herstellung von Halbleiter und optischen Kristallen sowie im Bereich der Waferfertigung waren die Schwerpunkte des „4th International Workshop on Crystal Growth Technology (IWCGT-4)“, der unter der Leitung von Prof. Scheel (Scheel Consulting), Dr. Friedrich (IISB) und Dr. Dutta (Rensselaer Polytechnic) vom 18. - 25. Mai 2008 in Beatenberg, Schweiz, stattfand. Weltweit anerkannte Kristalltechnologen aus Industrie und Forschung gaben den etwa 70 Teilnehmern aus der ganzen Welt einen detaillierten Überblick über die aktuellen Forschungsergebnisse für eine Vielzahl von industriell bedeutsamen Materialien, von Silicium für die Mikroelektronik und Photovoltaik, über Verbindungshalbleiter, Halbleiter mit großer Bandlücke bis hin zu Laser- und Detektorkristallen. Es gab exzellente Beiträge unter anderem von Prof. Neugebauer über die Mehrskalmodellierung, von Dr. Schaffers zur Herstellung von Laserkristallen oder von Dr. Molchanov zu den Herausforderungen an Hersteller von industriellen Kristallzüchtungsanlagen.

NAMES, DATA, EVENTS

Inauguration of IISB's Solar Filling Station

On 5th June 2008, the institute's own solar filling station was inaugurated in the presence of the Lord Mayor Dr. Siegfried Balleis at IISB in Erlangen. In the context of the "Bayerische Klimawoche" (Bavarian Climate Week) and the "Umweltwoche Erlangen" (Environment Week Erlangen), the event underlined the responsibility and competence of the region's research to make important contributions to climate protection by means of energy-saving technologies. In winter, a photovoltaic system has been put into operation at IISB. Thus, the institute feeds environmentally friendly energy into the public mains. Recently, the solar filling station directly at the main entrance of the institute has been added at which everybody can charge electric vehicles or hybrid vehicles which can be charged via a socket. For the time being, this service is free of charge!

Appointment of a New Director at Fraunhofer IISB – Professor Heiner Ryszel is Succeeded by Professor Lothar Frey

A change in the management of the Fraunhofer Institute for Integrated Systems and Device Technology (IISB) took place in September. The previous director of IISB, Professor Heiner Ryszel, resigned after 23 years of a successful career on 30th September 2008. He is followed by Professor Lothar Frey, who is also heading the Chair of Electron Devices (LEB) at the University Erlangen-Nuremberg in personal union, as it was the case with his predecessor. On the basis of the institute's strengths and broad competencies in the field of microelectronics – and in close cooperation with the University of Erlangen-Nuremberg – the IISB will continue with its R&D work for semicon-

ductor technology as well as for power electronics. In the near future, special emphasis will be given to novel materials, innovative electron devices, and high-performance systems for automobiles. "In particular, we are planning to further extend our activities in the field of nanotechnology for energy-efficient power electronics. Using energy-efficient electronics, we can highly contribute to climate protection – in cars, at home as well as regarding energy generation", Professor Frey defines his new challenge.

International Meeting of Crystal Technologists in Beatenberg (Switzerland)

Technological progress in the field of manufacturing of optical and semiconductor crystals as well as in the field of wafer manufacturing was the main topic of the "4th International Workshop on Crystal Growth Technology (IWCGT-4)", which took place in Beatenberg (Switzerland) from 18th to 25th May 2008 under the direction of Prof. Scheel (Scheel Consulting), Dr. Friedrich (IISB) and Dr. Dutta (Rensselaer Polytechnic). Approximately 70 participants from all over the world received a detailed overview by worldwide recognized crystal technologists from industry and research of latest research results for numerous industrially significant materials such as silicon for microelectronics and photovoltaics, compound semiconductors, semiconductors with large band gap and laser as well as detector crystals. Excellent lectures were given, e.g. by Prof. Neugebauer about multiscale modeling, by Dr. Schaffers concerning the manufacturing of laser crystals and by Dr. Molchanov regarding the challenges for manufacturers of industrial crystal growth facilities.

Award of the Youth Prize for Microelectronics

On 25th June 2008, the 8th Youth Prize for Microelectronics ("Jugendpreis Mikroelektronik") of the "Förderkreis für die Mikroelektronik e.V." in Nuremberg was awarded at IISB. Grammar school pupils and pupils of specialized secondary schools from all over Bavaria were invited to submit projects and papers with regard to the subject of microelectronics. The chairman of the "Förderkreis", Dr. Dietrich Ernst, awarded a prize of 500 Euros each to four works of pupils at the occasion of a ceremony at IISB. Martin Schneider (grammar school "Katharinen-Gymnasium", Ingolstadt) was awarded for his work "Martinshorn-Checker". The aim of this work is to prevent accidents with police, fire engine and ambulance cars by means of electronics which is integrated into the car and detects the characteristic noise of a siren, informs the driver and mutes the car radio. Felix Jankowski (grammar school Marktoberdorf)



Fig. 6: Prof. Lothar Frey (links) und Prof. Heiner Ryszel vor dem Haupteingang des Fraunhofer IISB in Erlangen;
Prof. Lothar Frey (left) and Prof. Heiner Ryszel in front of the main entrance of the Fraunhofer IISB in Erlangen.

NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

Jugendpreis Mikroelektronik verliehen

Am 25. Juni 2008 wurde am IISB zum achten Mal der „Jugendpreis Mikroelektronik“ des Förderkreises für die Mikroelektronik e.V., Nürnberg, verliehen. Gymnasiasten und Fachoberschüler aus ganz Bayern waren aufgerufen, Projekte und Facharbeiten zu Themen der Mikroelektronik einzureichen. Der Vorsitzende des Förderkreises, Dr. Dietrich Ernst, zeichnete bei einer Feierstunde im IISB vier Schülerarbeiten mit Preisen von jeweils 500 Euro aus. Martin Schneider (Katharinen-Gymnasium Ingolstadt) wurde für die Arbeit „Martinshorn-Checker“ ausgezeichnet. Dieser hat zum Ziel, Unfälle mit Polizei-, Feuerwehr- und Krankenwagen dadurch zu verhindern, dass im Auto eingebaute Elektronik die charakteristischen Geräusche eines Martinshorns erkennt, den Fahrer informiert und das Autoradio stumm schaltet. Felix Jankowski (Gymnasium Marktoberdorf) war mit dem Projekt „Reduzierung des Standby-Energieverbrauchs elektrischer Geräte auf Null ohne Komforteinbußen“ erfolgreich. Das aktuelle Thema Energieeinsparung bei elektronischen Geräten setzte er durch die Entwicklung eines eigenen Moduls um, das den Energieverbrauch im Standby-Betrieb unterbindet. Michael Schneider (Albert-Schweitzer-Gymnasium Erlangen) beschäftigte sich mit dem „Kodierverfahren am Beispiel von MPEG-4 AAC“, einem Nachfolger des am Fraunhofer IIS in Erlangen entwickelten weltbekannten MP3-Formats. In einer Arbeit stellte er insbesondere die Arbeitsweise der Komprimierungsmethoden nachvollziehbar dar. Stephan Lutz (Gymnasium bei St. Stephan, Augsburg) war mit der Arbeit „Entwurf und Bau einer Mikroprozessorsteuerung mit Computer-Interface für das Schulplanetarium“ erfolgreich. Äußerst professionell brachte er das Schulplanetarium auf den neuesten Stand der Technik.

Auszeichnung „Best of West“ für SEA-NET Unterprojekt

Der im Rahmen des Projekts SEA-NET entwickelte laserbasierte Waferdicer hat auf der Halbleiterfachmesse SEMICON WEST (San Francisco/USA) im Juli 2008 die Auszeichnung „Best of West“ erhalten. Die Auszeichnung wird jährlich an neue Produkte mit außergewöhnlichen technischen Merkmalen vergeben. Der Laser-Dicer wird von der Jenoptik Automatisierungstechnik mit wissenschaftlicher Unterstützung durch das IISB und Infineon Österreich als Evaluierungspartner entwickelt und evaluiert. Das hier eingesetzte „TLS“-Verfahren (Thermal Laser Separation) basiert auf der geschickten Kombination von Wärmeeintrag durch einen Laser und nachfolgender Kühlung. Die Vorzüge dieses neuen Vereinzelnungsverfahrens für Halbleiterchips sind eine schnelle Bearbeitung mit außergewöhnlich glatten Schnittkanten und minimalem Verschnitt. Das von der EU geförderte Projekt SEA-NET bündelt insgesamt 18 solcher



Fig. 7: Jenoptik Laser-Waferdicer;
Jenoptik laser dicer.

Evaluierungsvorhaben innovativer Prozess- und Messgeräte für die Halbleitertechnik und wird vom IISB koordiniert.

MdBs Ilse Aigner und Stefan Müller besuchen das IISB

Am 18. Juli 2008 informierten sich MdB Ilse Aigner (nun Bundesministerin für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) die Vorsitzende der Arbeitsgruppe Bildung und Forschung der CDU/CSU-Bundestagsfraktion sowie Sprecherin der Fraktion im Ausschuss für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung, und der Erlanger Wahlkreisabgeordnete im Deutschen Bundestag, Stefan Müller, am IISB über die Rolle der Mikro- und Nanoelektronik für die zukünftige wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung. Ein wichtiger Aspekt ist hierbei die Verfügbarkeit modernster nanoelektronischer Technologieforschung für die deutsche Industrie, die in Maschinenbau, Automobilbau oder Kommunikationstechnologie zur Verteidigung ihrer starken internationalen Position auf innovative Elektronik angewiesen ist. Die Besucher diskutierten zudem mit den Forschern über Energiekonzepte für die Mobilität der Zukunft und den Beitrag, den intelligente und energieeffiziente Elektronik hierzu leisten kann. Für die Besucher aus der Politik war diese Thematik von besonderem Interesse, denn, so Ilse Aigner, die Politik stehe in den nächsten Jahren vor der Herausforderung, langfristige Weichenstellungen für die Energieversorgung der Zukunft vorzunehmen, und dazu gehöre in beträchtlichem Maße auch die Frage der Mobilität. Die Bundestagsabgeordneten konnten von ihrem Besuch am IISB hierzu viele Anregungen mit nach Hause nehmen. Sie versprachen außerdem, sich für politische Unterstützung der deutschen Mi-

NAMES, DATA, EVENTS

has been successful with his project "Reducing the stand-by energy consumption of electrical devices to zero without any loss of comfort". He implemented the up-to-date topic of energy saving for electronic devices by developing an own module which prevents energy consumption during stand-by operation. Michael Schneider (Albert-Schweitzer grammar school, Erlangen) dealt with "Coding methods using the example of MPEG-4 AAC", a successor of the worldwide renowned MP3 format developed by Fraunhofer IIS in Erlangen. In his work, he particularly presented the functioning of the compression methods in an comprehensible way. Stephan Lutz (grammar school near St. Stephan, Augsburg) has been successful with his work "Design and construction of a microprocessor control with computer interface for the school's planetarium". Very professionally, he took care that the school's planetarium complies with the state-of-the-art.

"Best of West" Award for SEA-NET Subproject

In July 2008, the laser-based wafer dicer developed within the framework of the SEA-NET project has won the "Best of West" award at the semiconductor trade fair SEMICON WEST in San Francisco (USA). Every year, the award is assigned to new products with extraordinary technical properties. The laser dicer has been developed and evaluated by Jenoptik Automatisierungstechnik GmbH with the scientific support of IISB and Infineon Austria as evaluation partners. The TLS procedure (thermal laser separation) applied here is based on a smart combination of heat input by a laser and subsequent cooling. Advantages of this new separation procedure for semiconductor chips are fast processing with exceptionally smooth edges and minimum cutting scrap. The SEA-NET project funded by the EU comprises a total of 18 evaluation projects with regard to innovative process and measuring devices for semiconductor technology and is coordinated by IISB.

Visit of Ilse Aigner and Stefan Müller (Members of the German Bundestag) at IISB

On 18th July 2008, the Members of the German Bundestag Ilse Aigner (now "Bundesministerin für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz") as chairwoman of the workgroup for education and research of the CDU/CSU group in the Bundestag and spokeswoman of the group in the committee for education, research and technological impact assessment, and the delegate of the electoral district of Erlangen in the Bundestag, Stefan Müller, visited IISB to get information about the role of micro- and nanoelectronics for the future economic and social development. Here, an important aspect is the availabil-

ity of state-of-the-art nanoelectronic technology research for German industry which depends on innovative electronics to maintain its strong international position in the fields of mechanical engineering, automotive engineering or communications technology. Moreover, visitors and researchers discussed energy concepts for future mobility and what intelligent and energy-efficient electronics can contribute to this. According to Ilse Aigner, for the visitors from the field of politics, this topic is of special interest as one of the challenges for politics during the next years will be to set the course in the long term for future energy supply which also concerns the topic of mobility. From their visit at IISB, the Members of the Bundestag could take home many suggestions regarding this topic. Furthermore, they promised to speak up for a political support of German microelectronics research concerning the participation in European joint projects, because international networking is of particular importance in this field.

Waeber Award for Work concerning UV Nanoimprint Lithography

For their work concerning the so-called UV nanoimprint lithography, Dr. Mathias Rommel and Dr. Holger Schmitt from IISB, Dr. Michael Hornung from Süss MicroTecLithography GmbH in Garching as well as Gilbert Lecarpentier from the French company S.E.T. SAS were granted the "Georg Waeber Innovation Award 2008" of the "Förderkreis für die Mikroelektronik e.V." located in Nuremberg. Contrary to optical lithography cur-



Fig. 8: Verleihung des Georg-Waeber-Innovationspreises 2008: Dr. Ralf Süss (stellv. für Dr. Michael Hornung), Gilbert Lecarpentier, Dr. Mathias Rommel, Dr. Holger Schmitt, Dr. Dietrich Ernst, Vorsitzender des Förderkreises (v.l) (Foto: Kurt Fuchs); Georg-Waeber Innovation Award 2008 to Dr. Ralf Süss (on behalf of Dr. Michael Hornung), Gilbert Lecarpentier, Dr. Mathias Rommel and Dr. Holger Schmitt; CEO of the Förderkreis, Dr. Dietrich Ernst, on the right side.

NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

kroelektronikforschung für die Beteiligung an europäischen Gemeinschaftsvorhaben einzusetzen, denn internationale Vernetzung ist in diesem Forschungsgebiet von essentieller Bedeutung.

Waeber-Preis für Arbeiten zur UV-Nanoimprint-Lithographie

Den Georg-Waeber-Innovationspreis 2008 des in Nürnberg ansässigen Förderkreises für die Mikroelektronik e.V. erhielten Dr. Mathias Rommel und Dr. Holger Schmitt vom IISB sowie Dr. Michael Hornung von der Süss MicroTecLithography GmbH in Garching sowie Gilbert Lecarpentier von der französischen Firma S.E.T. SAS für ihre Arbeiten zur so genannten UV-Nanoimprint-Lithographie. Im Gegensatz zur aktuell für die Chipherstellung eingesetzten optischen Lithographie, die äußerst teure Geräte mit hochpräzisen Linsenoptiken benötigt, werden beim Nanoimprint-Verfahren die winzigen Strukturen der Bauelemente durch einen Prägevorgang mit einer Quarzform in eine Lackschicht übertragen, die durch Bestrahlung mit UV-Licht ausgehärtet wird. Diese strukturierte Lackschicht ermöglicht die Übertragung der Strukturen in darunterliegende Schichten durch anschließende Ätzprozesse. Die Entwickler konnten durch ihre Arbeit ihr kostengünstiges Verfahren in zwei Anlagentypen zur Marktreife entwickeln. Damit ist es auch kleinen und mittelständischen Unternehmen möglich, innovative Ideen in der Mikro- und Nanoelektronik umzusetzen.

Werkzeugkasten für die Technologieentwicklung

Unter dem Titel „Fokus Technologie“ fand am 30. und 31. Oktober 2008 in Stuttgart die Abschlussveranstaltung für das II. Präsidialprojekt der Fraunhofer-Gesellschaft statt. Das IISB steuerte als Projektpartner mit seinen Entwicklungen zur Hybridantriebstechnik sowie zu Hoch-Epsilon-Dielektrika für die Nanoelektronik zwei Highlights als Fallbeispiele für Innovation und Technologieentwicklung bei. Ziel des vom Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft, Prof. Hans-Jörg Bullinger, initiierten Projekts war die Identifizierung typischer Innovationsabläufe anhand erfolgreicher Technologien und die Übertragung der Erkenntnisse in ein Paket von Hilfsmitteln für Forschungseinrichtungen, vor allem aber Unternehmen beim effizienten Technologiemanagement zu unterstützen.

Verabschiedung von Prof. Heiner Ryssel

Prof. Heiner Ryssel, ehemaliger Leiter des IISB und Inhaber des Lehrstuhls für Elektronische Bauelemente (LEB) der Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) wurde am 20. November 2008 im Rahmen einer Festveranstaltung am IISB in den Ruhestand



Fig. 9: Heiner Ryssel (links) übergibt den Institutsschlüssel an seinen Nachfolger Lothar Frey (Foto: IISB/Kurt Fuchs); Heiner Ryssel hands over the Institute's key to his successor Lothar Frey.

verabschiedet. Prof. Ryssel leitete Fraunhofer-Institut und Lehrstuhl mehr als 23 Jahre seit deren Gründung im Jahr 1985. Sein Nachfolger als Leiter von IISB und LEB ist Prof. Lothar Frey. Rund 150 internationale Forschungs- und Industriepartner, Wegbegleiter und Kollegen überbrachten Heiner Ryssel bei der Festveranstaltung die besten Wünsche für die Zukunft und ihre Anerkennung für seine Leistungen in der Wissenschaft und beim Aufbau von IISB und LEB. Zu den Grußwortrednern gehörten Erlangens Oberbürgermeister Dr. Siegfried Balleis, FAU-Rektor Prof. Karl-Dieter Gröske, Fraunhofer-Forschungsvorstand Prof. Ulrich Buller, Dr. Gerd-Achim Gruppe vom Bayerischen Wirtschaftsministerium, Markus Löttsch, Hauptgeschäftsführer der IHK Nürnberg für Mittelfranken, Prof. Heinz Gerhäuser, Vorsitzender des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik, und Prof. Johannes Huber, Dekan der Technischen Fakultät der FAU. Prof. Dieter Seitzer, ehemaliger Leiter des zweiten Erlanger Fraunhofer-Instituts (IIS), hob in seiner Laudatio insbesondere Ryssels aktiv führende Rolle bei internationalen Halbleitertechnologie-Aktivitäten, seine Initiative bei der sehr erfolgreichen Ausweitung der Arbeitsgebiete des IISB sowie sein großes Engagement für die Technische Fakultät der FAU hervor. Festredner Dr. Reinhard Ploß, Vorstandsmitglied der Infineon Technologies AG und Kuratoriumsvorsitzender des IISB, betonte die Schlüsselrolle und das enorme Potential der Mikroelektronik, insbesondere effizienter Leistungselektronik, für massive Energieeinsparung und damit den Klimaschutz. Seit 1. Oktober 2008 befindet sich Prof. Ryssel im Ruhestand, steht IISB und LEB aber weiterhin beratend zur Seite.

NAMES, DATA, EVENTS

rently applied for chip manufacturing which requires very expensive equipment with high-precision lens systems, the nanoimprint procedure uses a quartz mold to “stamp” the tiny structures into a photoresist layer which then is cured by being exposed to UV light. This structured photoresist layer allows the transfer of the structures to deeper layers by means of subsequent etching processes. With their work, the researchers could develop the cost-effective method for two types of systems which are ready for the market. Thus, even small and medium-sized companies now have the possibility of realizing innovative ideas in the field of micro- and nanoelectronics.

Toolkit for Technology Innovations

Under the title “Focus Technology” in Stuttgart on 30th and 31st October 2008, the closing event for the second Presidential Project of the Fraunhofer Society took place. The IISB as a project partner contributed with its developments towards hybrid drive systems as well as high-epsilon dielectrics for nanoelectronics, two highlights as case studies for innovation and novel technology.

The project – initiated by the President of the Fraunhofer Society, Professor Hans-Joerg Bullinger – consisted in identifying typical innovation chains by studying successful technologies as well as in the transfer of this know-how into a comprehensive all-round package for research institutions, also supporting companies with regard to efficient technology management.

Retirement Celebration of Professor Ryssel

Professor Heiner Ryssel, former director of the IISB and Head of the Chair of Electron Devices (LEB) at the University Erlangen-Nuremberg (FAU), celebrated his retirement on 20th November 2008 at the IISB. For more than 23 years, Professor Ryssel headed the Fraunhofer Institute and the Chair since they were founded in 1985. His successor in the function as head of the IISB and the LEB is Professor Lothar Frey. On the occasion of the celebration, about 150 international research and industrial partners, companions and colleagues honoured Heiner Ryssel for his outstanding scientific contributions and his commitment in the development of the IISB and the LEB conveying their best wishes for the future. Among the speakers were the Lord Mayor of Erlangen, Dr. Siegfried Balleis, FAU Director, Professor Karl-Dieter Grueske, the Fraunhofer Senior Vice President for Research Planning, Professor Ulrich Buller, Dr. Gerd-Achim Gruppe from the Bavarian Ministry of Economic Affairs, Markus Loetzsch, Chief Executive of the IHK (CCI for Nuremberg Middle Franconia), Professor Heinz Ger-

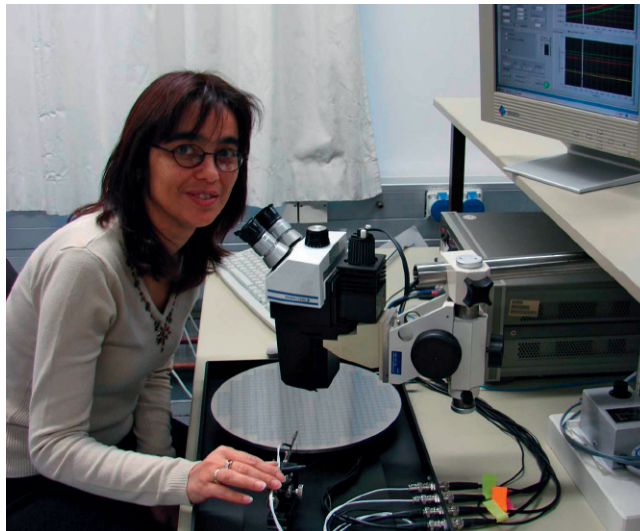


Fig. 10: Dr. Alben Paskaleva bei der elektrischen Charakterisierung zirkoniumbasierter Isolatorzellen für DRAM-Speicherzellen; Dr. Alben Paskaleva characterizes zirconium-based insulator cells for DRAM memory cells.

haeuser, Chairman of the Fraunhofer Group for Microelectronics VμE as well as Professor Johannes Huber, Dean of the Technical Engineering Faculty at the University of Erlangen-Nuremberg. In his laudatio, Professor Dieter Seitzer, former director of the Fraunhofer IIS – the sister institute to the IISB – particularly emphasized Professor Ryssel’s leading role in international semiconductor activities, his initiative in very prosperously expanding the field of the IISB activities as well as his great commitment to the Technical Faculty of the FAU. In his speech, Dr. Reinhard Ploss, Member of the Management Board of Infineon Technologies AG and Chairman of the Board of Trustees of the IISB, pointed out the key role and the enormous potential of microelectronics, in particular efficient power electronics, for massive energy saving and climate protection as a consequence.

Since 1st October 2008 Professor Ryssel is retired, however offering consulting services to the IISB as well as the LEB.

Visit from the Bulgarian Academy of Sciences

For six years now, Dr. Alben Paskaleva from the “Georgi Nadjakov Institute of Solid State Physics” of the Bulgarian Academy of Sciences is cordially welcome at the IISB and the Chair of Electron Devices (LEB) on her regular visits. On the basis of a first stay at the LEB as a Humboldt Fellow, a close cooperation in the area of analysis of electronic power mechanisms in dielectrics with high dielectric constant has emerged.

NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

Besuch von der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften

Seit mittlerweile sechs Jahren ist Frau Dr. Albena Paskaleva vom „Georgi Nadjakov Institute of Solid State Physics“ der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften ein regelmäßiger und gern gesehener Gast am IISB und am Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente (LEB). Aus einem ersten Aufenthalt am LEB als Humboldt-Stipendiatin hat sich eine enge Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Untersuchung elektrischer Leitungsmechanismen in Dielektrika mit hoher Dielektrizitätskonstante entwickelt.

Praktikum „Mädchen & Technik“

Vom 8. bis 12. September 2008 fand das diesjährige Praktikum „Mädchen & Technik“ statt. Beteiligt waren Lehrstühle der Universität Erlangen-Nürnberg sowie beide Erlanger Fraunhofer-Institute. Das IISB und der Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente (LEB) trugen auch dieses Jahr wieder mit insgesamt 4 Versuchen bei. Die Mädchen hatten dabei die Möglichkeit, ein breites Themenspektrum rund um die Halbleiter- und Bauelementetechnologie kennen zu lernen. Der Versuch „Untersuchung von Solarzellen“ stieß dabei auf besonderes Interesse. In diesem Versuch wird zuerst die Herstellung und Funktionsweise einer Solarzelle diskutiert. Durch eigene Messungen untersuchten die Schülerinnen anschließend die Einflussfaktoren für den Betrieb einer Solarzelle.

NAMES, DATA, EVENTS

Internship "Girls & Technics 2008"

On 8th to 12th September 2008, the internship "Girls & Technics" took place again this year. Chairs of the University Erlangen-Nuremberg as well as both Fraunhofer Institutes in Erlangen were involved. This year, the IISB and the Chair of Electron Devices (LEB) repeatedly contributed with four experiments. The girls were offered an insight in the manifold topics in the field of semiconductor and device technology. The experiment "Analysis of Solar Cells" apparently seemed to be most interesting for the students. In this experiment, the production and the operation mode of a solar cell was discussed first. Then the girls analyzed the influencing factors for an operating solar cell by performing measurements on their own.

NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

Förderkreis für die Mikroelektronik e.V.

Vor über 25 Jahren erkannten die Gründer des gemeinnützigen „Förderkreises für die Mikroelektronik e.V.“ die Auswirkung und Rolle der Mikroelektronik in allen technischen Gebieten und in fast allen Lebensbereichen, die als Schlüsseltechnologie und Innovationsmotor über die Wirtschaftskraft, die Arbeitsplätze und den Wohlstand einer High-Tech-produzierenden Nation wie Deutschland entscheidet und somit für einen Wirtschaftsstandort eine essentielle Bedeutung hat. So wurde 1983 der „Förderkreis für die Mikroelektronik e.V.“ aus der Taufe gehoben mit dem Ziel, die Mikroelektronik im und für den nordbayerischen Raum zu fördern. Dies wurde durch großzügige Spenden der Wirtschaft, umfangreiche Fördermittel der Bayerischen Staatsregierung, die permanente Unterstützung der IHK Nürnberg für Mittelfranken sowie erhebliche Investitionen der Fraunhofer-Gesellschaft ermöglicht und hat in der Neugründung von Lehrstühlen der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft (u.a. des IISB) mit hochmoderner Ausstattung resultiert.

Neben den Mitgliedern aus der Wirtschaft setzen sich die akademischen Partner des Förderkreises aus den beiden Erlanger Fraunhofer-Instituten IIS und IISB sowie von Seiten der Universität Erlangen-Nürnberg aus den Lehrstühlen für Technische Elektronik, für Rechnergestützten Schaltungsentwurf, für Informationstechnik mit Schwerpunkt Kommunikationselektronik sowie dem Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente zusammen, den mit Prof. L. Frey der Leiter des IISB innehat.

Die umfangreichen Aktivitäten des Förderkreises umfassen:

- Förderung der Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft
- Unterstützung technisch-wissenschaftlicher Veranstaltungen und Präsentationen
- Vergabe von Preisen und Stipendien

Gerade durch den letzten Punkt verwirklicht der Förderkreis seine Zielsetzung, Forschung, Entwicklung, Lehre und Technologietransfer zusammen mit seinen Partnern zu fördern. So wurde 1996 der „Innovationspreis Mikroelektronik“ gestiftet, der seitdem jährlich verliehen wird und mit 3000 Euro dotiert ist. Kriterien bei der Vergabe des Preises sind vor allem ein herausragender Erkenntnisfortschritt auf dem Gebiet der Mikroelektronik, aber auch dessen Umsetzung in Form einer praktischen Nutzung durch die gewerbliche Wirtschaft. Neben einer Auszeichnung für besondere Leistungen auf dem Gebiet der Mikroelektronik soll dieser Preis auch einen Ansporn für innovatives Engagement und die Stärkung des Wirtschaftsstandortes Deutschland, der für seine Behauptung auf dem Weltmarkt

auf Höchsttechnologie angewiesen ist, darstellen. Auch das IISB konnte mit Dr. Thomas Falter (1996, mit Fa. GeMeTec), Dr. Lothar Frey (1999, mit Fa. Nanosensors GmbH), Dr. Andreas Erdmann (2000, mit Fa. Sigma-C GmbH) und Marc Hainke, Dr. Thomas Jung, Flaviu Jurma Rotariu, Dr. Matthias Kurz, Dr. Michael Metzger und Artur Pusztai (2002), Dr. Martin März und Stefan Zeltner (2005, mit Fa. Semikron), Dr. Anton Bauer und Dr. Volker Häublein (2006, u.a. mit Fa. Infineon) sowie Dr. Mathias Rommel und Dr. Holger Schmitt (2008, mit Fa. Süss und Fa. S.E.T. SAS), Preisträger stellen. Ebenso hat der Förderkreis die Bedeutung der Zukunftssicherung in der technischen Ausbildung erkannt. In diesem Zusammenhang wurde im Jahr 2000 ein mit jeweils 500 Euro dotierter Jugendpreis ins Leben gerufen, um das Interesse und Engagement unserer Jugend als zukünftiger Gestalter des technischen Fortschritts zu fördern. Der Jugendpreis, der ebenfalls jährlich in ganz Bayern an ca. 300 Schulen ausgeschrieben wird, findet äußerst reges Interesse.

Ein weiteres Instrument der Förderung durch den Förderkreis stellt ein Promotionsstipendium dar, mit dem besonders qualifizierte wissenschaftliche Nachwuchskräfte, die an einem der Mikroelektronik-Lehrstühle der Universität Erlangen-Nürnberg ihre Promotion durchführen, über einen Zeitraum von drei Jahren mit 720 Euro pro Monat unterstützt werden können.

Zudem unterstützt der Förderkreis den Aufenthalt von Gastwissenschaftlern und Diplomanden an den genannten Fraunhofer-Instituten und Mikroelektronik-Lehrstühlen.

Eine Unterstützung dieser Aktivitäten und Förderziele ist am besten durch eine Mitgliedschaft im Förderkreis umzusetzen. Einzelheiten hierzu und ausführliche Informationen über die Tätigkeiten des Förderkreises sind über untenstehende Kontaktadresse oder auch über das IISB zu erhalten.

Für das IISB war der „Förderkreis für die Mikroelektronik e.V.“ auch im Jahre 2008 wieder ein guter und verlässlicher regionaler Partner.

Förderkreis für die Mikroelektronik e.V.

Vorstandsvorsitzender:

Dr. sc. techn. h.c. Dietrich Ernst

Geschäftsstelle:

IHK Nürnberg für Mittelfranken

Ansprechpartner:

Knut Harmsen

Geschäftsführer des Förderkreises

Telefon: +49 (0) 911 1335-320

harmsen@nuernberg.ihk.de

www.foerderkreis-mikroelektronik.de

NAMES, DATA, EVENTS

“Förderkreis für die Mikroelektronik e.V.”

More than 25 years ago, the founders of the non-profit “Förderkreis für die Mikroelektronik e.V.” (society for promotion of microelectronics) recognized the influence and importance of microelectronics in all technical fields and almost all aspects of daily life, with microelectronics as a key technology and innovation motor being decisive for economic power, jobs, and wealth of a high-tech producing nation like Germany and thus having an essential meaning for a business location. Therefore, the “Förderkreis für die Mikroelektronik e.V.” was launched in 1983 with the goal of promoting microelectronics in and for the region of northern Bavaria. This was made possible by generous donations from industry, large subsidies from the Bavarian government, the permanent support by the IHK Nuremberg for middle Franconia (the local CCI), as well as by enormous investments by the “Fraunhofer-Gesellschaft”, and resulted in the start-up of chairs of the Friedrich-Alexander University of Erlangen-Nuremberg and institutes of the “Fraunhofer-Gesellschaft” (among them the IISB) with ultramodern equipment.

Besides the industrial members, academic partners of the “Förderkreis” are the two Fraunhofer institutes IIS and IISB in Erlangen, and of the University of Erlangen-Nuremberg the chairs of Electronics, Computer-Aided Circuit Design, Information Technology with focus on Communication Electronics, as well as the Chair of Electron Devices, which is held by the head of the IISB, Prof. L. Frey. The large activities of the “Förderkreis” include:

- promotion of the cooperation between science and industry
- support of technical and scientific events and presentations
- granting of awards and grants

Especially by the last item, the “Förderkreis” realizes its goal of promoting research, development, teaching and technology transfer together with its partners. Thus, in 1996 an innovation award for microelectronics was founded, which is annually granted and endowed with 3000 euros. Criterion for the jury is mainly an outstanding progress in the field of microelectronics, but also its transfer through practical utilization by industry. Besides a decoration for special achievements in the field of microelectronics, this award also represents a stimulation for innovative activities and the strengthening of the business location Germany, which depends on ultra-high technology for competing in the world market. The IISB could already provide some of the laureates with Dr. Thomas Falter (1996, together with GeMeTec), Dr. Lothar Frey (1999, together with Nanosensors GmbH), Dr. Andreas Erdmann (2000, together

with Sigma-C GmbH), and Marc Hainke, Dr. Thomas Jung, Flaviu Jurma Rotariu, Dr. Matthias Kurz, Dr. Michael Metzger as well as Artur Pusztai (2002), Dr. Martin März and Stefan Zeltner (2005, together with Semikron), Dr. Anton Bauer and Dr. Volker Häublein (2006, together with Infineon) as well as Dr. Mathias Rommel and Dr. Holger Schmitt (2008, together with Süss and S.E.T. SAS). Furthermore, the “Förderkreis” has recognized the importance of protection the future of technical education. In this context, in 2000 a youth award endowed with 500 euros was created in order to support the interests and activities of young people as the future creators of our technical progress. The youth award, which is annually announced in about 300 schools in Bavaria, induces a brisk interest.

Another instrument of promotion by the “Förderkreis” is a PhD grant, by which especially qualified young PhD students who work on their thesis at one of the microelectronics chairs of the University of Erlangen-Nuremberg can be supported with 720 euros per month over a period of three years. Moreover, the “Förderkreis” supports the stays of guest scientists and graduates at the listed Fraunhofer institutes and microelectronics chairs.

A support of these activities and promotion goals can be achieved best by a membership in the “Förderkreis”. Details on this and extended information on the activities of the “Förderkreis” can be obtained from the contact address below or also from the IISB.

For the IISB, the “Förderkreis für die Mikroelektronik” again was a good and reliable regional partner.

Förderkreis für die Mikroelektronik e.V.

Chief Executive Officer

Dr. sc. techn. h.c. Dietrich Ernst

Office:

IHK Nürnberg for middle Franconia

Contact:

Knut Harmsen

Managing Director of the “Förderkreis”

Phone: +49 (0) 911 1335-320

harmsen@nuernberg.ihk.de

www.foerderkreis-mikroelektronik.de

NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

Gastwissenschaftler

Guest Scientists

Dazhong, Guan

10.11. - 23.12.2008

China

Chinese Academy of Sciences CAS

Fraunhofer Doctoral Training Program

Thermale Optimierung von Kraftmodulen

Thermal Optimization of Power Modules

Fried, Dr., Miklos

17.11. - 21.11.2008

Ungarn / Hungary

Hungarian Academy of Sciences

DAAD Austauschprojekt / MÖB PPP

Entwicklung eines Modells für "ex-situ" und "in-line"-Ellipsometrie von chemisch abgeschiedenen Nanostrukturen

Development of Optical Models for ex-situ and in-line Mapping Ellipsometry of Chemically Deposited Nanostructures

Gyulai, Prof., Jozsef

02.07. - 29.07.2008

Ungarn / Hungary

Research Institute for Technical Physics and Materials Science

Allgemeine Zusammenarbeit

General Cooperation

Juhasz, Dr., Gyorgy

07.11. - 21.11.2008

Ungarn / Hungary

Hungarian Academy of Sciences

DAAD Austauschprojekt / MÖB PPP

Entwicklung eines Modells für "ex-situ" und "in-line"-Ellipsometrie von chemisch abgeschiedenen Nanostrukturen

Development of Optical Models for ex-situ and in-line Mapping Ellipsometry of Chemically Deposited Nanostructures

Kazantsev, Dmitry

16.01. - 01.02.2008

10.03. - 02.06.2008

09.06. - 25.06.2008

Russland / Russia

Institute of Theoretical and Experimental Physics, Moscow

SAOT

Charakterisierung von strukturierten Materialien der Halbleitertechnologie mittels aperturloser Streulicht-Rasternahfeldmi-

kroskopie

Characterization of Patterned Materials in Semiconductor Technology Using Apertureless Scattering Near-field Optical Microscopy

Kozma, Peter

19.05. - 23.05.2008

17.11. - 22.11.2008

Ungarn / Hungary

Hungarian Academy of Sciences

DAAD Austauschprojekt / MÖB PPP

Entwicklung eines Modells für "ex-situ" und "in-line"-Ellipsometrie von chemisch abgeschiedenen Nanostrukturen

Development of Optical Models for ex-situ and in-line Mapping Ellipsometry of Chemically Deposited Nanostructures

Kumar, Ashutosh

19.05. - 28.07.2008

Indien / India

IIT Roorkee

DAAD (WISE-Programm)

Temperaturbestimmung von SiC-Scheiben während der Ionenimplantation

Wafer Temperature Control During Ion Implantation of SiC

Liu, Dr., Shijie

01.05. - 31.05.2008

China

Academy of Sciences Shanghai

SAOT

Simulation dicker Photolacke

Simulation of Thick Resists

Major, Dr., Csaba

19.05. - 23.05.2008

17.11. - 21.11.2008

Ungarn / Hungary

Hungarian Academy of Sciences

DAAD

Test des „Wide Area Ellipsometers“

Test of the "Wide Area Ellipsometer"

Entwicklung eines Modells für "ex-situ" und "in-line"-Ellipsometrie von chemisch abgeschiedenen Nanostrukturen

Development of Optical Models for ex-situ and in-line Mapping Ellipsometry of Chemically Deposited Nanostructures

NAMES, DATA, EVENTS

Murakami, Dr., Katsuhisa

06.03. - 14.03.2008

19.09. - 24.09.2008

Japan

Osaka University

Untersuchung von mittels Elektrostrahl abgeschiedenen Kohlenstofffeldemittern mittels TEM

Investigation of Electron Beam Induced Deposited C Field Emitters by TEM

Noborio, Dr., Masato

10.07. - 30.07.2008

Japan

Kyoto University

Stabilitätsmessung von abgeschiedenen Oxiden auf 4H-SiC

Reliability Measurements of Deposited Oxides on 4H-SiC

Ostrogorsky, Prof., Aleksandar, G.

14. - 20.07.2008

USA

Rensselaer Polytechnic Institute of New York

Humboldt Stiftung

Simulation der Schmelzzüchtung von Detektor-Kristallen

Simulation of Melt Growth of Detector Crystals

Ouyang, Yi

26.11. - 31.12.2008

China

Chinese Academy of Sciences CAS

Fraunhofer Doctoral Training Program

Motorkontrolle ohne Sensor

Sensorless Motor Control

Paskaleva, Dr., Albena

13.10. - 05.11.2008

Bulgarien / Bulgaria

Bulgaria Academy of Science

Fortschrittliche elektrische Charakterisierung von Hochepsilon-Stapeln mit metallischen Elektroden

Advanced Electrical Characterization of High-k Metal Electrode Stacks

Petrik, Dr., Peter

08.01. - 11.01.2008

17.03. - 28.03.2008

19.05. - 23.05.2008

07.07. - 18.07.2008

17.11. - 21.11.2008

Ungarn / Hungary

Hungarian Academy of Sciences

DAAD

Schulung auf dem neuen Ellipsometer am IISB

Training with the new Ellipsometer at IISB

Entwicklung eines Modells für "ex-situ" und "in-line"-Ellipsometrie von chemisch abgeschiedenen Nanostrukturen

Development of Optical Models for ex-situ and in-line Mapping Ellipsometry of Chemically Deposited Nanostructures

Polgar, Dr., Oliver

17.11. - 21.11.2008

Ungarn / Hungary

Hungarian Academy of Sciences

Austauschprojekt DAAD

Entwicklung eines Modells für "ex-situ" und "in-line"-Ellipsometrie von chemisch abgeschiedenen Nanostrukturen

Development of Optical Models for ex-situ and in-line Mapping Ellipsometry of Chemically Deposited Nanostructures

Takai, Prof., Miko

19.09. - 23.09.2008

Japan

Osaka University

WTZ-Projekt des BMBF

Allgemeine Zusammenarbeit

General Cooperation

Yeckel, Dr., Andrew

05.02. - 05.04.2008

USA

University of Minnesota

PROF. X2

Entwicklung eines allgemeinen Kopplungs-Algorithmus

Development of a Generic Coupling Algorithm

Zhu, Youhui

01.01. - 31.03.2008

China

Chinese Academy of Sciences CAS

Stipendiat des „China Scholarship Council“

Stipendiary of the "China Scholarship Council"

NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

Patenterteilungen

Patents

Lorentz, V., März, M., Berberich, S.

Vorrichtung und Verfahren zum Erfassen eines Stromes in einer Spule

DE 10 2008 044 634.3-35

März, M., Domes, K., Schletz, A.

Filtereinheit mit multifunktionaler Stromverschiebung

Prio-Tag: 20. Februar 2008

DE 10 2008 028 196.4

März, M., Eckardt, B., Schimanek, W., Tadros, V., Starzinger, J., Schmidhofer, A.

Scheibenumrichter

Prio-Tag: 3. September 2008

DE 10 2008 050 017.8

März, M., Saliternig, M., Marr, V.

Leiterplatte mit Sensor und Verfahren zum Detektieren einer Temperaturänderung einer Leiterplatte

DE 10 2008 052 467.0102

Mitarbeit in Fachgremien, Fachverbänden und Komitees

Participation in Committees

Bauer, A.

- ITG Informationstechnische Gesellschaft im VDE, Fachbereich 8 Mikroelektronik, Fachausschuss 8.1 Festkörpertechologie, Fachgruppe: Heißprozesse
- Member of the Technical Program Committee of the "38th European Solid-State Device Research Conference" (ESS-CERC' 08), Edinburgh, September 15 - 16, 2008
- Member of the Local Organization Committee of the "International Conference on Silicon Carbide and Related Materials 2009" (ICSCRM'09), Nuremberg, October 11 - 16, 2008

Erdmann, A.

- Member of the Program Committee of the "Micro- and Nanoengineering Conference Europe (MNE) 2008", Athens, Greece, September 15 - 18, 2008
- Mentor of the "Erlangen Graduate School of Advanced Optical Technologies" (SAOT)

Frickinger, J.

- Leader of the "SEMI International Environmental Contamination Control Task Force"
- Mitglied der GMM-Nutzergruppe „Inspektion & Analytik“
- Mitglied des VDI-Ausschusses „Reinraumtechnik - Chemische Kontamination“

Friedrich, J.

- Vorstandsmitglied der "Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung" (DGKK)
- Leiter des DGKK-Arbeitskreises "Verbindungshalbleiter"
- Member of the Organization Committee of the "International Conference on Crystal Growing" (ICCG-17), Warsaw, Poland

Häublein, V.

- Mitglied der GMM-Fachgruppe 1.2.2.
- Mitglied der ITG-Fachgruppe 8.1.1. „Ionenimplantation“

Jank, M.

- Mitglied im Arbeitskreis „Materialien für nichtflüchtige Speicher“ der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde

NAMES, DATA, EVENTS

Lorenz, J.

- Chairman of the Modeling and Simulation International Working Group (ITWG) of the ITRS (International Technology Roadmap for Semiconductors)
- Member of the Technical Committee of the "2008 International Conference on Simulation of Semiconductor Processes and Devices" (SISPAD 2008), Hakone, Japan, September 9 - 11, 2008
- Member of the Program Committee of the "38th European Solid-State Device Research Conference" (ESSDERC'08): Subcommittee "Process and Device Simulation", Edinburgh, United Kingdom, September 15 - 19, 2008
- Member of the Electrochemical Society
- Member of the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

März, M.

- Wissenschaftlicher Beirat der „Conference on Integrated Power Systems“ (CIPS)
- Wissenschaftlicher Beirat der „Automatic Power Electronics Conference“ (APE)
- Stellvertretender Vorsitzender des Fachbereichs Q1 „Leistungselektronik und Systemintegration“ im VDE ETG
- Mitglied im Fachausschuss „Stromversorgungen“ des VDE ETG/ITG
- Mitglied im Cluster-Beirat „Bayerisches Cluster Leistungselektronik und Sensorik“
- Member of the Roadmap Committee of the "European Center for Power Electronics" (ECPE)
- Member of the Steering Committee "Automotive" of the "Center for Transportation & Logistics Neuer Adler e.V. (CNA)"

Meissner, E.

- Mentorin im Mentoring-Programm ARIADNE der Technischen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg
- Member of the International Steering Committee for Bulk Nitride Semiconductors
- Co-chair of the "6th International Workshop for Bulk Nitride Semiconductors" (IWBNS-6), Poland
- Member of the Organization Committee of the "International Conference on Crystal Growing" (ICCG-17), Warsaw, Poland

Nutsch, A.

- Co-chair of the GMM Yield Enhancement User Group
- Co-chair of the Yield Enhancement International Working Group (ITWG) of the ITRS (International Technology Road-

map for Semiconductors)

- Member of the Defect Detection and Characterization Working Group (DDC) of the ITRS (International Technology Roadmap for Semiconductors)

Öchsner, R.

- Member of the "Factory Integration Working Group (FIT-WG)" of the "International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS)"
- Member of the Advisory Committee "online educa", International Conference on Technology-Supported Training and Learning
- Member of SEMI European Equipment Automation Committee
- Member of the SEMI Semiconductor Technology Programs Committee
- Member of SEMI Task Force: Equipment Productivity Metrics Task Force
- Member of SEMI Task Force: Process Control Systems (PCS)
- Member of SEMI Task Force: Data Quality

Otto, M.

- Member of the WECC Liquid Chemicals Subgroup Committee of the ITRS (International Technology Roadmap for Semiconductors)
- Member of the Equipment Automation Committee of the SEMICON Europe 2008 Conference, Stuttgart, October 8 - 9, 2008
- Member of the SEMI Standards International Contamination Control Task Force
- European Leader of the International Environmental Contamination Control Task Force
- Beauftragter des Fraunhofer-Qualitätsmanagement-Netzwerkes
- Mitglied der GMM-Fachgruppe „Prozesskontrolle, Inspektion & Analytik“

Pichler, P.

- Member of the Board of Delegates of the European Materials Research Society (E-MRS)
- Member of the Organization Committee of the Symposium "Front-end Junction and Contact Formation in Future Silicon/Germanium Based Devices" of the 2008 E-MRS Spring Meeting, Strasbourg, May 26 - 30, 2008
- Member of the Subcommittee on Modeling and Simulation of the "International Electron Devices Meeting 2008 (IEDM 2008)", December 15 - 17, 2008, San Francisco, USA

NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

Pfitzner, L.

- Honorarprofessor an der Universität Erlangen-Nürnberg, Fachbereich Elektrotechnik
- Chairman of the "Yield Enhancement Working Group" (ITWG) of the ITRS (International Technology Roadmap for Semiconductors)
- Chairman of the Program Committee for the "9th Annual European AEC/APC Conference 2008", Tel Aviv, Israel, March 31 - April 2, 2008
- Member of the Program Committee ISSM 2008 (IEEE "International Symposium on Semiconductor Manufacturing"), Tokyo, Japan, October 27 - 29, 2008
- Member of the Program Committee of the "Advanced Semiconductor Manufacturing Conference" (ASMC), Berlin, May 10 - 12, 2008
- Mitglied der VDE/VDI-Gesellschaft für Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik, Fachbereich „Halbleitertechnologie und Halbleiterfertigung“, Leiter des Fachausschusses „Produktion und Fertigungsgeräte“
- Mitglied der VDE/VDI-Gesellschaft für Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik, Fachbereich „Halbleitertechnologie und Halbleiterfertigung“, Leiter der Fachgruppe 1.1 „Geräte und Materialien“
- Co-chair of the SEMI Task Force "Environmental Contamination Control"
- Co-chair of the Standardization Committee "Equipment Automation Standards Committee" of SEMI
- Member of the "Global Committee" of SEMI
- Member of the European Planning Group for 450 mm Technology

Roeder, G.

- Head of the SEMI Integrated Measurement Task Force Europe
- Koordinator der VDE/VDI-GMM-Fachgruppe 1.2.3 „Abscheide- und Ätzverfahren“

Ryssel, H.

- International Committee of the Conference "Ion Implantation Technology" (IIT), the conference takes place biannually alternatingly in Europe, the USA, and East Asia.
- Mitglied der Informationstechnischen Gesellschaft (ITG): Leiter des Fachausschusses 8.1 „Festkörpertechnologie“
- Mitglied der VDE/VDI-Gesellschaft für Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik (GMM), Leiter des Fachbereichs 1, „Mikro- und Nanoelektronik-Herstellung“, Leiter der Fachgruppe 1.2.2 „Ionenimplantation“
- Mitglied des Beirats der Bayerischen Kooperationsinitiative

Elektronik/Mikrotechnologie (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie)

- Mitglied der Böhmisches Physikalischen Gesellschaft
- Life Fellow of the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- Editorial Board of "Radiation Effects and Defects in Solids" Taylor & Francis Ltd., Abingdon, U.K.
- Mitglied der Studienkommission Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (bis Ende SS 2008)
- Member of the European SEMI Award Committee
- Member of the Technical Program Committee of the "2008 International Conference on Solid State and Integrated Circuits Technology (ICSICT 2008)", Beijing, China
- European Subcommittee of the International Symposium on VLSI Technology, Systems and Applications (IEEE VLSI-TSA), Taiwan
- Member of the International Advisory Committee of the "International Conference Micro- and Nanoelectronics" (ICMNE)

Schellenberger, M.

- Coordinator of the EuSIC User Group "Software"
- Co-chair of the European SEMI-PCS Taskforce "Process Control Systems"
- Mitglied im Programm-Komitee und im Steering-Komitee der Europäischen AEC/APC-Konferenz

NAMES, DATA, EVENTS

Konferenzen und Workshops

Conferences and Workshops

Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Messtechnik

IISB, Erlangen

fortlaufende Veranstaltung im Sommersemester und Wintersemester 2008

Reinraumführungen für Studenten des Lehrstuhls für Chemische Reaktionstechnik mit Schwerpunkt Ionenimplantation und CVD

IISB, Erlangen

28. - 29. Januar 2008

MAVO DFM Kick-off Meeting

IISB, Erlangen

28. - 29. Februar 2008

Beteiligung an den Erlanger Techniktage für die Bayerische Eliteakademie

Erlangen

9. - 12. März 2008

9th European Advanced Equipment Control / Advanced Process Control (AEC/APC) Conference

Tel Aviv, Israel

31. März - 2. April 2008

Realize your Visions 2008 - Ingenieure gestalten Zukunft Flughafen Nürnberg

9. April 2008

Exkursion des LK Physik des Emil-von-Behring Gymnasiums Spardorf

IISB, Erlangen

9. April 2008

Stand und Vortrag bei „Realize your Visions!“ Nürnberg

10. April 2008

Girls' Day

IISB, Erlangen

24. April 2008

Adenauer-Stiftung

IISB, Erlangen

5. Mai 2008

Infoveranstaltung und Führung für Schüler des Clavius-Gymnasiums Bamberg im Rahmen von „Realize your Visions“

IISB, Erlangen

7. Mai 2008

39. Treffen der Nutzergruppe Ionenimplantation

IISB, Erlangen

9. Mai 2008

4th International Workshop on Crystal Growth Technology

Beatenberg, Schweiz

18. - 25. Mai 2008

„SEMI Technology Symposium: Metrology and Yield Management“ auf der SEMICON Europa

Stuttgart

7. Oktober 2008

ECPE-HOPE Symposium, Automotive Power Electronics, High Density Power Electronics for Hybrid Traction

Sindelfingen

7. - 8. Oktober 2008

DGKK-Arbeitskreis „Herstellung und Charakterisierung von massiven Verbindungshalbleitern

Erlangen

9. - 10. Oktober 2008

10. IISB-Jahrestagung „Neue Materialien und Systeme in der Siliciumtechnologie“

IISB, Erlangen

16. Oktober 2008

Verleihung des Georg-Waeber-Innovationspreises 2008 des Förderkreises für die Mikroelektronik e. V.

IISB, Erlangen

16. Oktober 2008

40. Treffen der Nutzergruppe Ionenimplantation bei ELMOS

Dortmund

24. Oktober 2008

NAMEN, DATEN, EREIGNISSE

„Fokus Technologie“, Stand bei der Abschlussveranstaltung
des Präsidialprojekts der Fraunhofer-Gesellschaft
Stuttgart
30. - 31. Oktober 2008

Alumnis der Technischen Fakultät der Universität Erlangen-
Nürnberg
IISB, Erlangen
31. Oktober 2008

Kernfachpraktikum „Cz-Versuch“
Universität Erlangen-Nürnberg
Wintersemester 2008/2009

10th GMM YE User Group Meeting
Regensburg
10. - 11. November 2008

Management for Engineers, Universität Linz
IISB, Erlangen
17. November 2008

Festveranstaltung zur Verabschiedung von Prof. Ryssel und
Amtsübergabe an Prof. Frey
IISB, Erlangen
20. November 2008

GMM-VDE/VDI-Fachgruppe 1.2.3, Abscheide- und Ätzverfah-
ren, Fachausschuss 1.2: Verfahren, „Nutzergruppentreffen
PVD & PECVD und Ätzen“
IISB, Erlangen
25. November 2008

GMM-VDE/VDI-Fachgruppe 1.2.3, Abscheide- und Ätzverfah-
ren, Fachausschuss 1.2: Verfahren, Workshop 2008, „Wafer
Level Packaging und neue Entwicklungen beim Abscheiden
und Ätzen“
IISB, Erlangen
26. November 2008

Verlag Bildung und Wissen
IISB, Erlangen
27. November 2008

Messebeteiligungen

Fairs and Exhibitions

Joint ANNA and SEA-NET Booth on the 9th European Advan-
ced Equipment Control / Advanced Process Control (AEC/APC)
Conference Dresden
Dresden
18. - 20. April 2008

PCIM 2008
Messezentrum, Nürnberg
27. - 29. Mai 2008

Firmenkontaktmesse „akademika“
Messezentrum, Nürnberg
3. - 4. Juni 2008

Firmenkontaktmesse „bonding“ 2008
Universität Erlangen-Nürnberg, Technische Fakultät
17. - 18. Juni 2008

Zulieferer Innovativ 2008 - 10. BAIKA-Jahreskongress
Audi Forum Ingolstadt
1. - 2. Juli 2008

ANNA Booth on the “9th International Symposium on Ultra
Clean Processing of Semiconductor Surfaces“
Brugge, Belgium
22. - 24. September 2008

SEMICON Europa 2008
Neues Messezentrum, Stuttgart
7. - 9. Oktober 2008

Firmenkontaktmesse „contactING“
Messezentrum, Nürnberg
21. November 2008

Information Technology Conference (ICT) 2008
Lyon, France
24. - 25. November 2008

SPS/IIPC/DRIVES – Elektrische Automatisierung – Systeme und
Komponenten, Fachmesse & Kongress
Messezentrum, Nürnberg
25. - 27. November 2008

<Table of Contents>

NAMES, DATA, EVENTS

CONTACT 2008

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

26. - 27. November 2008

SEMICON Japan 2008

Chiba, Japan

3. - 5. Dezember 2008

PUBLIKATIONEN

Publikationen

Publications

Bános, N., Friedrich, J., Müller, G.:

Simulation of Dislocation Density: Global Modeling of Bulk Crystal Growth by a Quasi-steady Approach of the Alexander-Haasen Concept

Journal of Crystal Growth 310, 501, 2008

Bauer, A.J., Lemberger, M., Erlbacher, T., Weinreich, W.:

High-k: Latest Developments and Perspectives

Materials Science Forum, 573-574, 165, 2008

Beljakova, S., Pensl, G., Rommel, M.:

Degradation of the Minority Carrier Lifetime Caused by Mn-correlated Defects in Ga-implanted Si:P

Technical Digest "17th International Vacuum Congress", (IVC-17) 2007, 577, 2008

Beuer, S., Yanev, V., Rommel, M., Bauer, A.J., Ryssel, H.:

SSRM Characterisation of FIB Induced Damage in Silicon

Microelectronic Engineering 85, 1135, 2008

Beuer, S., Yanev, V., Rommel, M., Bauer, A.J., Ryssel, H.:

SSRM Characterisation of FIB Induced Damage in Silicon

Proceedings "International Conference on Nano Science and Technology", Journal of Physics: Conference Series, 100, 052007, 2008

Beuer, S., Rommel, M., Petersen, S., Amon, B., Sulzbach, T., Engl, W., Bauer, A.J., Ryssel, H.:

Recent Improvements in the Integration of field Emitters into Scanning Probe Microscopy Sensors

Proceedings "33rd International Conference on Micro- and Nano-Engineering 2007", Elsevier, 1135, 2008 und Microelectronic Engineering 85, 5 - 6, 2008

Burenkov, A., Kampen, C., Bär, E., Lorenz, J., Ryssel, H.:

Application-driven Simulation of Nanoscaled CMOS Transistors and Circuits

Journal of Computational and Theoretical Nanoscience 5, 1170, 2008

Burenkov, A., Kampen, C., Lorenz, J., Ryssel, H.:

Pre-Silicon SPICE Modeling on Nano-Scaled SOI MOSFETs

Proceedings "9th International Conference on Ultimate Integration on Silicon" (ULIS) 2008, CFP0849D, 215, 2008

Burger, S., Zschiedrich, L., Schmidt, F., Evanschitzky, P., Erdmann, A.:

Benchmark of Rigorous Methods for Electromagnetic Field Simulations

Proceedings SPIE Conference "Photomask Technology", 7122, 71221S, 2008

Dagner, J., Friedrich, J., Müller, G.:

Influence of Forced Convection to the Directional Solidification of AlSi Alloys - Comparison of Experiments and Simulation

Proceedings "6th International Conference on CFD in Oil & Gas", Metallurgical and Process Industries, Trondheim, CFD08-024, 2008

Dagner, J., Friedrich, J., Müller, G.:

Numerical Study on the Prediction of Microstructure Parameters by Multi-scale Modeling of Directional Solidification of Binary Aluminum-Silicon Alloys

Computational Materials Science 43, 4, 872, 2008

Dorp, J. vom, Berberich, S.E., Bauer, A.J., Ryssel, H.:

DC-Arc Behavior of a Novel Active Fuse

Proceedings "38th European Solid-State Device Research Conference" (ESSDERC2008), Eds.: J. Hall, A. Walton, 67, 2008

Eckardt, B., März, M.:

Anforderungsgerechte Auslegung von Leistungselektronik im Antriebsstrang

Elektro-Mobil-Ausstellung (EMA) 2008, ETG-Fachbericht, 114, 21, 2008

Egelkraut, S., März, M., Ryssel, H.:

Polymer Bonded Soft Magnetic Particles for Planar Inductive Devices in Highly Integrated DC-DC Converters

5th International Conference on Integrated Power Electronic Systems (CIPS) 2008

Egelkraut, S., Heinle, C., Eckardt, B., Krämer, P., Brocka, Z., März, M., Ryssel, H., Ehrenstein, G.:

Highly Filled Polymers for Power Passives Packaging

2nd Electronics System Integration Technology Conference (ESTC) 2008, 403, 2008

PUBLICATIONS

Erdmann, A., Evanschitzky, P., Fühner, T., Schnattinger, T., Xu, C.B., Szmanda, C.:
Rigorous Electromagnetic Field Simulation of Two-Beam Interference Exposures for the Exploration of Double Patterning and Double Exposure Scenarios
Proceedings SPIE Conference "Advanced Lithography", 6924, 692452, 2008

Erdmann, A., Fühner, T., Evanschitzky, P.:
Optimization of Mask Absorber Stacks and Illumination Settings for Contact Hole Imaging
Proceedings SPIE Conference "Photomask and Next Generation Lithography Mask Technology XV", 7028, 70283L, 2008

Erlbacher, T.:
Schichten hoher Dielektrizitätskonstante für den Einsatz in ladungsbasierten nichtflüchtigen Speicherzellen
Dissertation, http://www.opus.uni-erlangen.de/opus/frontdoor.php?source_opus=934&la=de

Erlbacher, T., Jank, M.P.M., Lemberger, M., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
HfSiO₂/SiO₂ and SiO₂/HfSiO₂/SiO₂ Gate Stacks for Non-volatile Memories
Thin Solid Films, 516, 7727, 2008

Erlbacher, T., Jank, M.P.M., Ryssel, H., Frey, L., Engl, R., Walter, A., Sezi, R., Dehm, C.:
Self-Aligned Growth of Organometallic Layers for Nonvolatile Memories: Comparison of Liquid-Phase and Vapor-Phase Deposition
Journal of the Electrochemical Society, 155, H693, 2008

Fet, A., Häublein, V., Ryssel, H.:
Threshold Voltage Engineering by Lanthanide Doping of the MOS Gate Stack
Proceedings "International Conference on Ion Implantation Technology" (IIT 2008), 501, 2008

Fet, A., Häublein, V., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
Effective Work Function Engineering by Lanthanide Ion Implantation of MOS Gate Stacks
Journal of Vacuum Science and Technology B, 27, 1, 290, 2008

Friedrich, J., Kallinger, B., Knoke, I., Berwian, P., Meissner, E.:
Crystal Growth of Compound Semiconductors with Low Dislo-

cation Densities
IEEE Proceedings "20th International Conference on Indium Phosphide and Related Materials", Paris, WeB3.1- Inv, 2008

Friedrich, J.:
Yield Improvement and Defect Control in Bridgman-Type Crystal Growth with the Aid of Thermal Modeling
Crystal Growth Technology: From Fundamentals and Simulation to Large-Scale Production, Eds.: Hans J. Scheel and Peter Capper) WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2008

Fühner, T., Kodrasi, I., Kampen, C., Schnattinger, T., Burenkov, A., Erdmann, A.:
A Simulation Study on the Impact of Lithographic Process Variations on CMOS Device Performance
Proceedings SPIE Conference "Advanced Lithography", 6924, 692453, 2008

Fühner, T., Erdmann, A., Evanschitzky, P.:
Simulation-Based EUV Source and Mask Optimization
Proceedings SPIE Conference "Photomask Technology", 7122, 71221Y, 2008

Grieb, M., Peters, D., Bauer, A.J., Friedrichs, P., Ryssel, H.:
Influence of the Oxidation Temperature and Atmosphere on the Reliability of Thick Gate Oxides on the 4H-SiC C(000-1) Face
ICSCRM 2007 Otsu, Japan, Materials Science Forum, 600, 597, 2008

Häublein, V., Frey, L., Ryssel, H.:
Simulation of Mass Interferences Considering Charge Exchange Events and Dissociation of Molecular Ions During Extraction
Proceedings "17th International Conference on Ion Implantation Technology" (IIT 2008), 159, 2008

Hamida, A.F., Ouenoughi, Z., Sellai, A., Weiss, R., Ryssel, H.:
Barrier Inhomogeneities of Tungsten Schottky Diodes on 4H-SiC
Semiconductor Science and Technology 23, 045005, 2008 fc

Himmerlich, M., Yanev, V., Opitz, A., Keppler, A., Schäfer, J.A., Krischok, S.:
Effects of X-Ray Radiation on the Surface Chemical Composition of Plasma Deposited Thin Fluorocarbon Films

PUBLIKATIONEN

Polymer Degradation and Stability 93, 3, 700, 2008

Hussy, S.

Flüssigphasenepitaxie von GaN aus ammoniakhaltiger Atmosphäre

Dissertation, <http://www.opus.ub.uni-erlangen.de/opus/volltexte/2009/1265/>

Hussy, S., Meißner, E., Berwian, P., Friedrich, J., Müller, G.:
Low-Pressure Solution Growth (LPSG) of GaN Templates with Diameters up to 3 Inch

Journal of Crystal Growth 310, 4, 738, 2008

Hussy, S., Berwian, P., Meißner, E., Friedrich, J., Müller, G.:
On the Influence of Solution Density on the Formation of Macroscopic Defects in the Liquid Phase Epitaxy of GaN
Journal of Crystal Growth 31, 62, 2008

Jank, M.P.M., Bauer, A.J., Fischer, B., Slama, A., Potinecke, T.:
Hightech-Materialien für die Elektronik von morgen
Fokus Technologie, Chancen erkennen - Leistungen entwickeln, Hrsg.: H.-J. Bullinger, 365, 2008

Kallinger, B., Thomas, B., Friedrich, J.:
Influence of Substrate Preparation and Epitaxial Growth Parameters on the Dislocation Densities in 4H-SiC Epitaxial Layers
Materials Science Forum 600 - 603, 143, 2008

Kallinger, B., Meißner, E., Berwian, P., Hussy, S., Friedrich, J., Müller, G.:
Vapor Phase Growth of GaN Using GaN Powder Sources and Thermogravimetric Investigations of the Evaporating Behavior of the Source Material
Crystal Research and Technology, 43, 1, 14, 2008

Kampen, C., Burenkov, A., Lorenz, J., Ryssel, H.:
Alternative Source/Drain Contact-Pad Architectures for Contact Resistance Improvement in Decanano-Scaled DMOS Devices
Proceedings "9th International Conference on Ultimate Integration on Silicon (ULIS) 2008", CFP0849D, 179, 2008

Kampen, C., Burenkov, A., Lorenz, J., Ryssel, H., Aubry-Fortuna, V., Bournel, A.:
An Application-Driven Improvement of the Drift-Diffusion Model for Carrier Transport in Decanano-scaled CMOS Devices
IEEE Transactions on Electron Devices 55, 11, 3227, 2008

Kampen, C., Fühner, T., Burenkov, A., Erdmann, A., Lorenz, J., Ryssel, H.:
On the Stability of Fully Depleted SOI MOSFETs Under Lithography Process Variations
Proceedings "38th Solid-State Device Research Conference (ESSDERC) 2008", 194, 2008

Kampen, C., Martinez-Limia, A., Pichler, P., Burenkov, A., Lorenz, J., Ryssel, H.:
Advanced Annealing Strategies for the 32 nm Node
Proceedings "International Conference on Simulation of Semiconductor Processes and Devices (SISPAD) 2008", IEEE, 317, 2008

Knoke, I.Y., Meissner, E., Friedrich, J., Strunk, H.P., Müller, G.:
Reduction of the Dislocation Density in GaN During Low-Pressure Solution Growth
Journal of Crystal Growth 310, 3351, 2008

Kozłowska, M., Oechsner, R., Pfeffer, M., Bauer, A., Meißner, E., Ryssel, H., Pfitzner, L., Maass, W.:
Properties of TaN Thin Films Produced Using PVD Linear Dynamic Deposition Technique
Proceedings "14th International Conference on Solid Films and Surfaces", 2008

Kis-Szabo, K., Don, E., Papp, A., Pavelka, T., Laviron, C., Oechsner, R., Pfeffer, M.:
Junction Photovoltage Metrology and High-Resolution Mapping of Ion Implants Electrically Isolated from the Wafer Surface
Proceedings "IIT 2008 Conference", 2008

Kunder, D., Bär, E.:
Comparison of Different Methods for Simulating the Effect of Specular Ion Reflection on Microtrenching During Dry Etching of Polysilicon
Microelectronic Engineering, 5 - 6, 992, 2008

Lerch, W., Paul, S., Niess, J., McCoy, S., Gelpey, J., Cristiano, F., Severac, F., Fazzini, P., Martinez-Limia, A., Pichler, P., Khey-randisch, H., Bolze, D.:
Advanced Activation Trends for Boron and Arsenic by Combinations of Single, Multiple Flash Anneals and Spike Rapid Thermal Annealing
Materials Science and Engineering B 154 - 155, 3, 2008

PUBLICATIONS

Lorentz, V.:

Bidirectional DC Voltage Conversion for Low-Power Applications // Bidirektionale DC-Spannungswandlung für Kleinleistungsanwendungen

Dissertation, http://www.opus.ub.uni-erlangen.de/opus/frontdoor.php?source_opus=1237&la=de

März, M., Eckardt, B., Schletz, A.:

Anforderungsgerechte Auslegung von Leistungselektronik im Antriebsstrang

Tagung „Elektrik/Elektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen“, 213, 2008

Manke, C., Schröder-Heber, A., Roeder, G., Baumann, P.K., Ruhl, G., Pfitzner, L., Schellenberger, M.:

Control and Optimization of RuDeposition by Pulsed MOCVD Using Mass Spectroscopy

Proceedings "9th European Advanced Equipment Control / Advanced Process Control (AEC/APC) Conference", P303, 2008

Mao, M. ; Tchobanov, D. ; Li, D. ; März, M.:

Design Optimization of a 1 MHz Half-Bridge CLL Resonant Converter

IET Power Electronics 1, 1, 100, 2008

Martinez-Limia, A., Pichler, P., Steen, C., Paul, S., Lerch, W.:
Modeling the Diffusion and Activation of Arsenic in Silicon Including Clustering and Precipitation

"Gettering and Defect Engineering in Semiconductor Technology XII" – GADEST 2007, Eds.: A. Cavallini, H. Richter, M. Kittler, S. Pizzini, Solid-State Phenomena, 13, 277, 2008

Martinez-Limia, A., Pichler, P., Steen, C., Paul, S., Lerch, W.:
Modeling and Simulation of Advanced Annealing Processes
"Rapid Thermal Processing and Beyond: Applications in Semiconductor Processing", Eds: W. Lerch, J. Niess, Materials Science Forum 573 - 574, 279, 2008

Martinez-Limia, A., Pichler, P., Lerch, W., Paul, S., Kheyrandish, H., Pakfar, A., Tavernier, C.:

Experimental Investigations and Simulation of the Deactivation of Arsenic During Thermal Processes after Activation by SPER and Spike Annealing

Materials Science and Engineering B, 154-155, 211, 2008

März, M., Egelkraut, S., Zeltner, S.:

Montage in der Leistungselektronik für globale Märkte – Design, Konzepte, Strategien

Hrsg.: K. Feldmann, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2008

Meliorisz, B., Erdmann, A., Schnattinger, T., Ströbner, U., Scherübl, T., De Bisschop, P., Philipsen, V.:

Increasing the Predictability of AIMSTM Measurements by Coupling to Resist Simulations

Proceedings SPIE Conference "Photomask and Next Generation Lithography Mask Technology XV", 7028, 70282S, 2008

Meliorisz, B., Partel, S., Schnattinger, T., Fühner, T., Erdmann, A., Hudek, P.:

Investigation of High-Resolution Contact Printing

Proceedings "33rd International Conference on Micro- and Nano-Engineering (MNE) 2007", 744, 2008

Meliorisz, B., Partel, S., Schnattinger, T., Fühner, T., Erdmann, A., Hudek, P.:

Investigation of High-Resolution Contact Printing

Microelectronic engineering, 85, 5, 2008

Nutsch, A., Pfitzner, L., Gandin, T., Levecq, X., Bucourt, S.:

Determination of Flatness on Patterned Wafer Surfaces Using Wavefront Sensing Methods

Proceedings SPIE, 7155, 71550Z, 2008

Otto, M.:

Complementary Metrology within a European Joint Laboratory
Solid State Phenomena Vol. 145 - 146, 97, 2008

Otto, M.:

Monitoring System for Airborne Molecular Contamination (AMC) in Semiconductor Manufacturing Areas and Micro-Environments

Solid State Phenomena Vol. 145 - 146, 135, 2008

Paskaleva, A., Yanev, V., Rommel, M., Lemberger, M., Bauer, A.J.:

Improved Insight in Charge Trapping of High-k ZrO₂/SiO₂ Stacks by Use of Tunneling Atomic Force

Microscopy Journal of Applied Physics, 104, 024108, 2008

Pei, L., Duscher, G., Steen, C., Pichler, P., Ryssel, H., Napolitani, E., De Salvador, D., Piro, A.M., Terrasi, A., Severac, F., Cristiano, F., Ravichandran, K., Gupta, N., Windl, W.:

PUBLIKATIONEN

- Detailed Arsenic Concentration Profiles at Si/SiO₂ Interfaces*
Journal of Applied Physics, 104, 023518, 2008
- Pei, L., Duscher, G., Steen, C., Pichler, P., Ryssel, H., Napolitani, E., De Salvador, D., Piro, A.M., Terrasi, A., Severac, F., Cristiano, F., Ravichandran, K., Gupta, N., Windl, W.:
Detailed Arsenic Concentration Profiles at Si/SiO₂ Interfaces
Virtual Journal of Nanoscale Science & Technology 18(9), 2008
- Pfeffer, M., Oechsner, R., Pfitzner, L., Ryssel, H., Ocker, B., Verdonck, P.:
Performance Optimization of Semiconductor Manufacturing Equipment by the Application of Discrete Event Simulation
Proceedings "28th Computers and Information in Engineering Conference (CIE) 2008", 2008
- Pichler, P., Martinez-Limia, A., Kampen, C., Burenkov, A., Schermer, S., Paul, S., Lerch, W., Gelpey, J., McCoy, S., Kheyrandish, H., Pakfar, A., Tavernier, C., Bolze, D.:
Process Models for Advanced Annealing Schemes and their Use in Device Simulation
2008 International Workshop on Junction Technology, Eds.: Y.-L. Jiang, X.-P. Qu, G.-P. Ru, B.-Z. Li, IEEE: Piscataway, 120, 2008
- Rambach, M., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
Electrical and Topographical Characterization of Aluminum Implanted Layers in 4H Silicon Carbide
Physica Status Solidi (b) 245, 1315, 2008
- Reimann, C., Jung, T., Trempa, M., Friedrich, J.:
Modeling of Convective Heat and Mass Transfer Processes in Crystal Growth of Silicon for Photovoltaic Application
Proceedings "23rd European Photovoltaic Solar Energy Conference", 1233, 2008
- Roeder, G.:
Entwicklung von Verfahren zur Kontrolle von Plasmaätzprozessen mittels in-situ-Ellipsometrie und optischer Emissionsspektroskopie
Dissertation, Hochschulschrift der Universität Erlangen-Nürnberg, 2008 <http://d-nb.info/990935264>
- Roeder, G., Manke, C., Baumann, P.K., Petersen, S., Yanev, V., Gschwandtner, A., Ruhl, G., Petrik, P., Schellenberger, M., Pfitzner, L., Ryssel, H.:
Characterization of Ru and RuO₂ Thin Films Prepared by Pulsed Metal Organic Chemical Vapor Deposition"
Physica Status Solidi (c) 5, 1231, 2008
- Rommel, M., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
Detailed Carrier Lifetime Analysis of Iron-Contaminated Boron Doped Silicon by Comparison of Simulation and Measurement
Journal of the Electrochemical Society 155, 2, H117, 2008
- Schermer, J., Martinez-Limia, A., Pichler, P., Zechner, C., Lerch, W., Paul, S.:
On a Computationally Efficient Approach to Boron-Interstitial Clustering
Solid-State Electronics 52, 1424 - 1429, 2008
- Schmitt, H.:
Untersuchung der UV-Nanoimprint-Lithographie als Strukturierungsverfahren für elektronische Bauelemente
Dissertation, http://www.opus.ub.uni-erlangen.de/opus/frontdoor.php?source_opus=1198&la=de
- Schmitt, H., Zeidler, M., Rommel, M., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
Custom-Specific UV Nanoimprint Templates and Lifetime of Antisticking Layers
Proceedings "33rd International Conference on Micro- and Nano-Engineering (MNE) 2007", Elsevier, 897, 2008
- Schmitt, H., Zeidler, M., Rommel, M., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
Custom-Specific UV Nanoimprint Templates and Lifetime of Antisticking Layers
Microelectronic Engineering 85, 5 - 6, 897, 2008
- Schnattinger, T.:
Mesosopic Simulation of Photoresist Processing in Optical Lithography
Dissertation, <http://www.opus.ub.uni-erlangen.de/opus/volltexte/2008/743/>
- Schnattinger, T., Erdmann, A.:
A Comprehensive Resist Model for the Prediction of Line-Edge Roughness Material and Process Dependencies in Optical Lithography
Proceedings SPIE Conference "Advanced Lithography", 6924, 692452, 2008

PUBLICATIONS

Sekowski, M., Steen, C., Nutsch, A., Birnbaum, E., Burenkov, A., Pichler, P.:
Total Reflection X-Ray Fluorescence as a Sensitive Analysis Method for the Investigation of Sputtering Processes
Spectrochimica Acta B 63, 1382, 2008

Sekowski, M., Burenkov, A., Hernandez-Mangas, J., Martinez-Limia, A., Ryssel, H.:
Angular Distributions of Sputtered Atoms from Semiconductor Targets at Grazing Ion Beam Incidence Angles
Proceedings "International Conference on Ion Implantation Technology" (IIT 2008), 236, 2008

Shao, F., Evanschitzky, P., Reibold, D., Erdmann, A.:
Fast Rigorous Simulation of Mask Diffraction Using the Waveguide Method with Parallelized Decomposition Technique
Proceedings SPIE Conference, 6792, 679206, 2008

Steen, C., Martinez-Limia, A., Pichler, P., Ryssel, H., Paul, S., Lerch, W., Pei, L., Duscher, G., Severac, F., Cristiano, F., Windl, W.:
Distribution and Segregation of Arsenic at the SiO₂/Si Interface
Journal of Applied Physics, 104, 023518, 2008

Steen, C., Pichler, P., Ryssel, H.:
Segregation of Antimony to Si/SiO₂ Interfaces
Materials Science and Engineering B, 154, 264, 2008

Sun, G., Meißner, E., Berwian, P., Müller, G.:
Application of a Thermogravimetric Technique for the Determination of Low Nitrogen Solubilities in Metals: Using Iron as an Example
Thermochimica Acta 474, 36, 2008

Thiede, T., Parala, H., Reuter, K., Passing, G., Kirchmeyer, S., Hinz, J., Lemberger, M., Baier, A.J., Fischer, R.A.:
Evaluation of MOCVD Grown Niobium Nitride Films as Gate Electrode for Advanced CMOS Technology
ECS Transactions, 16 (5), 229, 2008

Walther, S., Jank, M.P.M., Ebbers, A., Ryssel, H.:
Ion Implantation into Nanoparticulate Functional Layers Proceedings
"International Conference on Ion Implantation Technology" (IIT 2008), 537, 2008

Wunderer, T., Hertkorn, J., Lipski, F., Brückner, P., Feneberg, M., Schirra, M., Thonke, K., Knoke, I., Meißner, E., Chuvilin, A., Kaiser, U., Scholz, F.:
Optimization of Semipolar GaInN/GaN Blue/Green Light Emitting Diode Structures on {1-101} GaN Side Facets
Proceedings SPIE Conference "Gallium Nitride Materials and Devices III," Eds.: H. Morkoç, C. W. Litton, J. Chyi, Y. Nanishi, E. Yoon, Vol. 6894, V1 - V9, 2008

Yanev, V., Rommel, M., Lemberger, M., Erlbacher, T., Petersen, S., Amon, B., Bauer, A. J., Ryssel, H., Paskaleva, A., Weinreich, W., Fachmann, C., Heitmann, J., Schröder, U.:
Tunneling Atomic-Force Microscopy as a Highly Sensitive Mapping Tool for the Characterization of Film Morphology in Thin High-k Dielectrics
Applied Physics Letters, 92, 252910, 2008

Zeltner S.:
High Efficiency Isolated Half-Bridge Gate Driver with PCB Integrated Transformer
Proceedings "5th International Conference on Integrated Power Electronics Systems (CIPS) 2008", 143, 2008

Cristiano, F., Lauwers, A., Pichler, P., Feudel, T., Windl, W.:
Front-End Junction and Contact Formation in Future Silicon/Germanium-Based Devices
Sonderband "Materials Science and Engineering B", Band 154 - 155, zu Symposium I, 2008

Vorträge

Presentations

Asenov, A., Lorenz, J.:
Leakage and Leakage Variability in Nano-CMOS Devices
ESSDERC Workshop "CMOS Variability Research in Europe: From Atomic Scale to Circuits and Systems"
Edinburgh, United Kingdom
19. September 2008

Azizi, M.:
Flüssigphasenepitaxie von GaN auf AlN
DGKK Arbeitskreis „Herstellung und Charakterisierung von massiven Verbindungshalbleitern“
Erlangen
9. - 10. Oktober 2008

PUBLIKATIONEN

- Azizi, M.:
Flüssigphasenepitaxie von GaN auf AlN
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Messtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
1. Dezember 2008
- Bauer, A.J.:
High-k: Latest Developments and Perspectives
Alexander von Humboldt-Kolleg „Modern Trends in Mathematics and Physics“
Varna, Bulgaria
5. - 10. September 2008
- Bauer, A.J.:
High-k: Latest Developments and Perspectives
24. Treffen der Nutzergruppe RTP
Dortmund
23. Oktober 2008
- Baumann, P.K., Manke, C., Ruhl, G., Roeder, G., Schröder-Heber, A., Pfitzner, L., Schellenberger, M.:
Ruthenium and Ruthenium Oxide Thin Films Prepared by Atomic Vapor Deposition for MIM Applications
AVS 55th International Symposium Boston, MA, USA
21. October 2008
- Baumann, P.K., Seitzinger, B., Peter, K., Manke, C., Schröder-Heber, A., Ruhl, G., Roeder, G., Pfitzner, L., Schellenberger, M.:
Ruthenium Atomic Vapor Deposition AVD®, Enabling Solutions for Emerging Semiconductor Applications
Workshop 2008 der GMM-Fachgruppe 1.2.3 Abscheide- und Ätzverfahren
IISB, Erlangen
26. November 2008
- Burenkov, A., Kampen, C., Lorenz, J., Ryssel, H.:
Pre-Silicon SPICE Modeling on Nano-Scaled SOI MOSFETs
Poster Presentation, 9th International Conference on Ultimate Integration on Silicon (ULIS) 2008
Udine, Italy
13. - 14. März 2008
- Burger, S., Zschiedrich, L., Schmidt, F., Evanschitzky, P., Erdmann, A.:
Benchmark of Rigorous Methods for Electromagnetic Field Simulations
SPIE/BACUS Symposium
Monterey, CA, USA
6. - 10. Oktober 2008
- Dagner, J., Friedrich, J., Müller, G.:
Influence of Forced Convection to the Directional Solidification of Aluminum-Silicon Alloys - Comparison of Experiment and Simulation
6th International Conference on Computational Fluid Dynamics in the Oil & Gas, Metallurgical and Process Industries (CFD) 2008
Trondheim, Norway
8. - 13. Juni 2008
- Dagner, J., Friedrich, J., Müller, G.:
Modeling of Convective Phenomena in Crystal Growth of Silicon for Photovoltaic Applications
6th International Conference on Computational Fluid Dynamics in the Oil & Gas, Metallurgical and Process Industries (CFD) 2008
Trondheim, Norway
8. - 13. Juni 2008
- Dagner, J., Friedrich, J., Müller, G.:
Influence of a Rotating Magnetic Field to the Microstructure of Directional Solidified Aluminum-Silicon Alloys - Comparison of Experiment and Simulation
MEP Modelling for Electromagnetic Processing
Hannover
26. - 30. Oktober 2008
- Eckardt, B.:
Fahrzeugsimulation als Werkzeug zur optimierten Auslegung leistungselektronischer Fahrzeugkomponenten
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Messtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
14. Januar 2008
- Eckardt, B., März, M.:
Anforderungsgerechte Auslegung von Leistungselektronik im Antriebsstrang
Elektro Mobil Ausstellung (EMA) 2008
Aschaffenburg
10. Oktober 2008
- Egelkraut, S., März, M., Ryssel, H.:
Polymer Bonded Soft Magnetic Particles for Planar Inductive Devices in Highly Integrated DC-DC Converters

PUBLICATIONS

5th International Conference on Integrated Power Electronics Systems (CIPS) 2008
Nürnberg
12. März 2008

Egelkraut, S., Heinle, C., Eckardt, B., Krämer, P., Brocka, Z., März, M., Ryssel, H., Ehrenstein, G.:
Highly Filled Polymers for Power Passives Packaging
2nd Electronics System-Integration Technology Conference (ESTC) 2008
London, United Kingdom
2. September 2008

Erdmann, A.:
Optical Lithography: Technology, Physical Effects, and Modeling
Vorlesung
IISB, Erlangen
Wintersemester 2008

Erdmann, A., Evanschitzky, P., Fühner, T., Meliorisz, B., Schnattinger, T.:
Lithography Simulation: Modeling Techniques and Selected Applications
SEMICON 2008
Seoul, Korea
30. Januar - 1. Februar 2008

Erdmann, A.:
Mask Topography Effects: Modeling Techniques and Impact on Lithographic Processes
Samsung
Seoul, Korea
30. Januar 2008

Erdmann, A., Evanschitzky, P., Fühner, T., Schnattinger, T., Xu, C.B., Szmada, C.:
Rigorous Electromagnetic Field Simulation of Two-Beam Interference Exposures for the Exploration of Double Patterning and Double Exposure Scenarios
SPIE Conference "Advanced Lithography 2008"
San José, CA, USA
24. - 29. Februar 2008

Erdmann, A., Fühner, T., Evanschitzky, P.:
Optimization of Mask Absorber Stacks and Illumination Settings for Contact Hole Imaging
Photomask 2008 Japan

Yokohama, Japan
16. - 18. April 2008

Erdmann, A.:
Selected Topics in Advanced Lithography Simulation
Toshiba Research Centre
Yokohama, Japan
18. April 2008

Erdmann, A.:
Lithography Simulation
Dornbirner Mikrotechniktage
Dornbirn, Austria
28. Mai 2008

Erdmann, A., Reibold, D., Fühner, T., Evanschitzky, P.:
Photomasks for Semiconductor Lithography: from Simple Shadow Casters to Complex 3D Scattering Subjects
CIMTEC 2008
Acireale, Italy
8. - 13. Juni 2008

Erdmann, A.:
Pushing Optical Lithography Deeper into the Sub-Wavelength Range: Double Patterning and Double Exposure
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Messtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
16. Juni 2008

Erdmann, A.:
Optische Lithographie in der Halbleiterherstellung: Grundlagen, Techniken zur Verbesserung der Auflösung und ausgewählte aktuelle Problemstellungen
Universität Jena
Jena
16. Juli 2008

Erdmann, A.:
Optical Lithography for Semiconductor Fabrication: Basics, Resolution Enhancement Techniques and Selected Problems
Max-Planck-Einrichtung
Erlangen
7. Oktober 2008

Erlbacher, T.:
Schichten hoher Dielektrizitätskonstante für den Einsatz in la-

PUBLIKATIONEN

dungsbasierten nichtflüchtigen Speicherzellen

Promotion

IISB, Erlangen

27. Mai 2008

Erlbacher, T., Graf, T., DasGupta, N., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
Suppression of Parasitic Electron Injection in SONOS-Type Memory Cells Using High-k Capping Layers

Poster Presentation at the Workshop on Dielectrics in Microelectronics (WODIM) 2008

Bad Saarow

23. - 25. Juni 2008

Evanschitzky, P., Fühner, T.:

Design, Implementation, and Application of a Novel Extended Abbe Approach

6th IISB Lithography Simulation Workshop

Athens, Greece

19. - 20. September 2008

Evanschitzky, P., Burger, S., Zschiederich, S., Schmidt, F., Rahimi, Z., Erdmann, A.:

Benchmarking of Rigorous Methods for Electromagnetic Field Simulations

6th IISB Lithography Simulation Workshop

Athens, Greece

19. - 20. September 2008

Fet, A.:

Implantation von exotischen Ionen für Einsatzspannung-Engineering

10. IISB Jahrestagung 2008 „Neue Materialien und Systeme in der Siliciumtechnologie“

IISB, Erlangen

16. Oktober 2008

Fiebach, A., Schnattinger, T., Erdmann, A., Fuhrmann, J., Uhle, M.:

PEB Simulation: Benchmarking of Numerical Solvers for 2D and 3D Geometries

6th IISB Lithography Simulation Workshop

Athens, Greece

19. - 20. September 2008

Friedrich, J.:

Fundamentals and Technology of the Growth of Semiconductor and Optical Crystals

Vorlesung

Institut für Werkstoffwissenschaften der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen

Sommersemester 2008

Friedrich, J., Kallinger, B., Knoke, I., Berwian, P., Meißner, E.:
Behavior of Dislocations During Liquid-Phase Epitaxy of GaN and CVD Epitaxy of SiC

4th International Workshop on Crystal Growth Technology

Beatenberg, Schweiz

18. - 25. Mai 2008

Friedrich, J., Kallinger, B., Knoke, I., Berwian, P., Meißner, E.:
Crystal Growth of Compound Semiconductors with Low Dislocation Densities

20th Indium Phosphide and Related Materials Conference

Paris, France

26. - 29. Mai 2008

Friedrich, J.:

Strategien zur Vermeidung von Micropipes in SiC

7. Rundgespräch über Siliciumkarbid

Kloster Banz, Staffelstein

30. Juni - 1. Juli 2008

Friedrich, J., Trempa, M., Reimann, C., Jung, T.:

Influence of Convective Heat and Mass Transfer on C, N, and O Transport During Ingot Casting of Multi-Crystalline-Silicon for Photovoltaic Applications

Kolloquium am Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ)

Berlin

22. Juli 2008

Fühner, T.:

On the Fruitfulness of Blind Search: An Overview on Meta-heuristic Optimization Techniques

Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Messtechnik des LEB und des IISB

IISB, Erlangen

21. Januar 2008

Fühner, T., Kodrasi, I., Kampen, C., Schnattinger, T., Xu, C.B., Szmanda, C.:

Evaluation of Lithographic Processes in Terms of Device Performance Data – a Simulation Study

SPIE Conference “Advanced Lithography 2008”

San José, Ca, USA

24. - 29. Februar 2008

PUBLICATIONS

Fühner, T., Erdmann, A., Evanschitzky, P.:
Heuristic Optimization of EUV Lithography Process Conditions
6th IISB Lithography Simulation Workshop
Athens, Greece
19. - 20. September 2008

Fühner, T., Erdmann, A., Evanschitzky, P.:
Simulation-based EUV Source and Mask Optimization
SPIE/BACUS Symposium
Monterey, CA, USA
6. - 10. Oktober 2008

Fuhrmann, J., Fiebach, A., Uhle, M., Erdmann, A., Szmanda, C.R., Truong, C.:
A Model of Self-Limiting Residual Acid Diffusion for Pattern Doubling
34th International Conference on Micro- and Nano-Engineering (MNE) 2008
Athens, Greece
15. - 18. September 2008

Grieb, M.:
Charakterisierung von Metall-Oxid-Halbleiter-Strukturen auf der Silicium und Kohlenstoffseite von 4H-SiC
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Messtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
9. Juni 2008

Häublein, V.:
Simulation of Mass Interferences Considering Charge Exchange Events and Dissociation of Molecular Ions During Extraction
Poster Presentation, 17th International Conference on Ion Implantation (IIT 2008)
Monterey, CA, USA
8. - 13. Juni 2008

Häublein, V.:
Masseninterferenzen in der Ionenimplantation
10. IISB Jahrestagung 2008 „Neue Materialien und Systeme in der Siliciumtechnologie“
IISB, Erlangen
16. Oktober 2008

Häublein, V.:
Rückblick auf die IIT 2008
40. Treffen der Nutzergruppe Ionenimplantation
Dortmund
24. Oktober 2008

Häublein, V.:
ENCOTION: New Features and Current Status
40. Treffen der Nutzergruppe Ionenimplantation
Dortmund
24. Oktober 2008

Hanf, D., Meißner, E., Berwian, P., Friedrich, J., Wellmann, P.:
Charakterisierung der Versetzungsdichte von GaN mittels defektselektivem Ätzen
Posterpräsentation, DGKK-Jahrestagung 2008
München
5. - 7. März 2008

Hinz, J.:
Abscheidung und Charakterisierung metallischer Elektroden für CMOSAnwendungen
10. IISB Jahrestagung 2008 „Neue Materialien und Systeme in der Siliciumtechnologie“
IISB, Erlangen
16. Oktober 2008

Hussy, S.:
Flüssigphasenepitaxie von GaN aus ammoniakhaltiger Atmosphäre
Promotion
IISB, Erlangen
1. Dezember 2008

Jank, M.P.M.:
Nanoelektronik
Mitwirkung an der Vorlesung an der Universität Erlangen-Nürnberg
IISB, Erlangen
Sommersemester 2008

Jank, M.P.M.:
Entwicklung und Charakterisierung eines CMOS-Prozesses mit minimierter Anzahl an Lithographieebenen
39. Treffen der Nutzergruppe Ionenimplantation
IISB, Erlangen
9. Mai 2008

PUBLIKATIONEN

Jank, M.P.M.:

Printing Electronics – Printed Electronics Projects at LEB and FhG IISB

Exzellenzcluster „Engineering of Advanced Materials“, Kolloquium der Säule B: Nanoelectronic Materials
Erlangen
9. Mai 2008

Jank, M.P.M., Steinert, S.:

nanoLINE - Elektronische Bauelemente und Schaltungen auf Basis von nanopartikulären Halbleitermaterialien

Evaluierung des Fraunhofer Challenge Programms
München
17. September 2008

Jank, M.P.M.:

Drucktechniken für die Herstellung großflächiger und preisgünstiger elektronischer Produkte

10. IISB Jahrestagung 2008 „Neue Materialien und Systeme in der Siliciumtechnologie“
IISB, Erlangen
16. Oktober 2008

Jank, M.P.M.:

Activities on SONOS Memory at Fraunhofer IISB

Workshop on Semiconducting Nanoparticles, Fraunhofer IMS
Duisburg
12. November 2008

Jank, M.P.M.:

Materials and Processes for Printed Electronics

Exzellenzcluster „Engineering of Advanced Materials“, Minisymposium
Erlangen
18. November 2008

Jank, M.P.M., Steinert, S., Walther, S., Schäfer, S., Ryssel, H., Frey, L.:

Ink and Surface Modification for Printing of Nanoparticulate Functional Structures

Japan Society for the Promotion of Science, Core-to-core Program Meeting: Advanced Particle Handling Science
Erlangen
16. Dezember 2008

Kallinger, B., Berwian, P., Friedrich, J., Müller, G.:

Etching of 4H-SiC Substrates and Homoepitaxial Layers in Molten KOH for the Investigation of Dislocations

Posterpräsentation, DGKK-Jahrestagung 2008

München
5. - 7. März 2008

Kallinger, B.:

Umwandlung von Versetzungen bei der 4H-SiC-Homoepitaxie
7. Rundgespräch über Siliciumkarbid

Kloster Banz, Staffelstein
30. Juni - 1. Juli 2008

Kallinger, B., Thomas, B., Berwian, P., Friedrich, J.:

Influence of Growth Rate and C/Si Ratio on the Step Geometry and Dislocation Densities During 4H-SiC Homoepitaxial Layers Investigated with DLTS

Poster Presentation, European Conference on Silicon Carbide and Related Materials ECSCRM
Barcelona, Spain
7. - 11. September 2008

Kallinger, B., Polster, S., Friedrich, J., Kirste, L., Danilewsky, A.:

Identification of Dislocations and their Relation to Etch Pits in 4H-SiC Substrates and Epilayers

Poster Presentation, ANKA User Meeting
Karlsruhe
8. - 10. Oktober 2008

Kallinger, B.:

Umwandlung von Versetzungen bei der 4H-SiC-Homoepitaxie
DGKK-Arbeitskreis „Herstellung und Charakterisierung von massiven Verbindungshalbleitern“

Erlangen
9. - 10. Oktober 2008

Kampen, C., Burenkov, A., Lorenz, J., Ryssel, H.:

Alternative Source/Drain Contact-Pad Architectures for Contact Resistance Improvement in Decanano Scale DMOS Devices

Poster Presentation, 9th International Conference on Ultimate Integration on Silicon (ULIS) 2008
Udine, Italy
13. - 14. März 2008

Kampen, C., Martinez-Limia, A., Pichler, P., Burenkov, A., Lorenz, J., Ryssel, H.:

Advanced Annealing Strategies for the 32 nm Node

International Conference on Simulation of Semiconductor Processes and Devices (SISPAD) 2008
Hakone, Japan
9. - 11. September 2008

PUBLICATIONS

Kampen, C., Fühner, T., Burenkov, A., Erdmann, A., Lorenz, J., Ryssel, H.:
On the Stability of Fully Depleted SOI MOSFETs Under Lithography Process Variations
38th Solid-State Device Research Conference (ESSDERC) 2008
Edinburgh, United Kingdom
15. - 19. September 2008

Klar, O.:
Inhomogener Ladungsträgererfang in SONOS-Speicherzellen
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Messtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
30. Juni 2008 I

Knoke, I., Meißner, E., Friedrich, J., Strunk, H.P., Müller, G.:
Dislocation Density Reduction in Epitaxial Group-III-Nitride Layers: Wishes, Chances or Dreams
Extended Defects in Semiconductors
Poitiers, France
14. - 19. September 2008

Knoke, I., Vieweg, B., Berwian, P., Meißner, E., Friedrich, J., Strunk, H.P., Müller, G.:
Complementary Study of Dislocations by Defect-Selective Etching and Transmission Electron Microscopy of GaN Grown by Low Pressure Solution Growth
Extended Defects in Semiconductors
Poitiers, France
14. - 19. September 2008

Körmer, R., Schmid, H.-J., Jank, M.P.M., Ryssel, H.:
High Yield Aerosol Synthesis of Monodisperse, High-Purity Silicon Nanoparticles
European Aerosol Conference (EAC) 2008
Thessaloniki, Greece
24. - 29. August 2008

Körmer, R., Schmid, H.-J., Jank, M.P.M., Ryssel, H.:
Low-Pressure Gas Phase Synthesis of Monodisperse, High-Purity Si Building Blocks
Poster Presentation, 2nd International Workshop on Semiconducting Nanoparticles
Duisburg
10. - 12. Dezember 2008

Koitzsch, M., Matthes, A.:
Aspekte der virtuellen Geräteentwicklung

Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Messtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
26. Mai 2008

Koitzsch, M., Matthes, A.:
Virtual Equipment Engineering
Intel European Research and Innovation Conference
Leixlip, Ireland
10. - 12. September 2008

Kosłowska, M.:
Properties of TaN Thin Films Produced Using PVD Linear Dynamic Deposition Technique
14th International Conference on Solid Films and Surfaces
Dublin, Ireland
29. Juni - 4. Juli 2008

Kosłowska, M.:
Linear Dynamic Deposition PVD for Production of Metal Gate Electrodes in Combination with High-k Gate Dielectrics
Internal Technical SEA-NET Workshop
IISB, Erlangen
9. - 10. Dezember 2008

Lemberger, M.:
Correlation of Growth and Crystallization Behavior of ALD ZrO₂ to the Underlying Substrate
Workshop German Atomic Layer Deposition (GerALD) 2008
Halle (Saale)
22. - 23. September 2008

Lemberger, M.:
Thermal Stability of Thin ALD ZrO₂ Layers as Dielectrics in DRAM Devices Annealed in N₂ and NH₃
Poster Presentation, Workshop German Atomic Layer Deposition (GerALD) 2008
Halle (Saale)
22. - 23. September 2008

Lemberger, M.:
Zirkonbasierte Hoch-Epsilon-Dielektrika für künftige DRAM Speicher
10. IISB Jahrestagung 2008 „Neue Materialien und Systeme in der Siliciumtechnologie“
IISB, Erlangen
16. Oktober 2008

PUBLIKATIONEN

Lerch, H., Meliorisz, B., Ritter, D.:

Mask Aligner Lithography Simulation for Layout Verification and Optimization Using POC Methodology

6th IISB Lithography Simulation Workshop

Athens, Greece

19. - 20. September 2008

Lorentz, V.:

Integrierbarer DC/DC-Wandler für kleine Leistungen

10. IISB Jahrestagung 2008 „Neue Materialien und Systeme in der Siliciumtechnologie“

IISB, Erlangen

16. Oktober 2008

Lorentz, V.:

Bidirectional DC Voltage Conversion for Low-Power Applications / Bidirektionale DC-Spannungswandlung für Kleinleistungsanwendungen

Promotion

IISB, Erlangen

27. Oktober 2008

Lorenz, J.:

Simulation for Germanium-On-Insulator Devices

Carnot-Fraunhofer Kick-off Meeting

Strasbourg, Frankreich

28. - 29. Januar 2008

Lorenz, J.:

Nanoelektronik – Skalierung, Simulation – und immer wieder Basisphysik

Exkursion LK Physik des Emil-von-Behring Gymnasiums Spardorf

IISB, Erlangen

9. April 2008

Lorenz, J.:

Nanoelektronik: MORE MOORE und mehr

Fh-Technologiezirkel: Wirtschaftliche Potenziale der Nanotechnologie

Würzburg

16. Oktober 2008

März, M.:

Automobilelektronik – Leistungselektronik

Vorlesung

IISB, Erlangen

Sommersemester 2008

März, M.:

Aktive Elemente: Schaltereigenschaften, Ansteuerung und Schutz

OTTI Profiseminar „Getaktete Stromversorgung“

Regensburg

14. - 16. Januar 2008

März, M.:

Leistungselektronik – Ein Schlüssel für Energieeffizienz und Mobilität

Festakt "5 Jahre ECPE"

Nürnberg

17. April 2008

März, M.:

Diskussion PCIM

Round Table "Passives"

Nürnberg

28. Mai 2008

März, M.:

Podiumsdiskussion „Forum Automotive“

2. Wissenschaftstag der Metropolregion Nürnberg

Bayreuth

30. Juni 2008

März, M., Billmann, M.:

Thermisches Management in der Leistungselektronik

Peak-Seminar

IISB, Erlangen

23. Juli 2008

März, M., Billmann, M.:

Thermisches Management in der Leistungselektronik

Peak-Seminar

IISB, Erlangen

30. Juli 2008

März, M., Billmann, M.:

Thermisches Management in der Leistungselektronik

Peak-Seminar

IISB, Erlangen

30. September 2008

März, M.:

ECPE Automotive Power Electronics Roadmap

ECPE-HOPE Symposium Automotive Power Electronics

PUBLICATIONS

Sindelfingen

7. - 8. Oktober 2008

März, M.:

Aktive Elemente: Schaltereigenschaften, Ansteuerung und Schutz, Regensburg

OTTI Profiseminar „Getaktete Stromversorgung“

Regensburg

13. - 15. Oktober 2008

März, M.:

Ausblicke auf Mobilitätskonzepte von morgen fkom-Regionaltagung

Lauf/Pegnitz

15. November 2008

März, M., Eckardt, B.:

Anforderungsgerechte Auslegung von Leistungselektronik im Antriebsstrang

Tagung „Elektrik/Elektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen“

Haus der Technik

München

17. - 18. November 2008

März, M.:

Losses in Power Electronic Systems

ECPE Workshop on Advanced Cooling

Delft, The Netherlands

20. November 2008

März, M.:

Das Zentrum für KFZ-Leistungselektronik und Mechatronik – Neue Wege zum Hybrid-Antrieb

Investmentforum 2008 Fraunhofer-Haus

München

27. November 2008

Manke, C., Schröder-Heber, A., Roeder, G., Baumann, P.K.,

Ruhl, G., Pfitzner, L., Schellenberger, M.:

Control and Optimization of RuDeposition by Pulsed MOCVD Using Mass Spectroscopy

9th European AEC/APC Conference

Tel Aviv, Israel

31. März - 2. April 2008

Martinez-Limia, A.:

Modeling and Simulation of Advanced Annealing Schemes for

Arsenic Activation

23. Treffen der Nutzergruppe RTP

IISB, Erlangen

8. Mai 2008

Martinez-Limia, A., Pichler, P., Lerch, W., Paul, S., Keyrandish, H., Pakfar, A., Tavernier, C.:

Simulation of the Deactivation of Arsenic During Thermal Processes after Activation by SPER

2008 EMRS Spring Meeting

Strasbourg, France

26. - 30. Mai 2008

Meißner, E., Berwian, P., Hussy, S., Kirste, L., Friedrich, J.:

Untersuchung der strukturellen Qualität von GaN mittels hochauflösender Röntgenbeugung (HRXRD)

Posterpräsentation, DGKK-Jahrestagung 2008

München

5. - 7. März 2008

Meißner, E., Berwian, P., Hussy, S., Friedrich, J.:

Demonstration of the Capability for Upscaling of the Liquid Phase Epitaxy of GaN Under Room Pressure, Towards 3" Substrates and Multiwafer Processing

International Workshop on Nitride Semiconductors

Montreux, Switzerland

5. - 10. Oktober 2008

Meliorisz, B., Erdmann, A., Schnattinger, T., Strößner, U., Scherübl, T., De Bisschop, P., Philipsen, V.:

Increasing the Predictability of AIMS™ Measurements by Coupling to Resist Simulations

Photomask 2008 Japan

Yokohama, Japan

16. - 18. April 2008

Meliorisz, B., Erdmann, A.:

Simulation of Mask Proximity Printing

Dornbirner Mikrotechniktage

Dornbirn, Austria

28. Mai 2008

Nutsch, A.:

Determination of Flatness on Patterned Wafer Surfaces Using Wavefront Sensing Methods

SPIE Conference "Laser Metrology 2008"

Singapore, Singapore

30. Juni 2008

PUBLIKATIONEN

- Nutsch, A.:
European Research Infrastructure: Analytical Network for Nanotech
Intel Research and Innovation Conference 2008
Leixlip, Ireland
10. - 12. September 2008
- Nutsch, A.:
Complementary Metrology Within a European Joint Laboratory
9th International Symposium on Ultra-Clean Processing of Semiconductor Surfaces
Brugge, Belgium
22. September 2008
- Nutsch, A.:
ANNA – Analytical Network for Nanotech
Nanoelectronics Workshop – EC-Funded R&D on Characterization Process, Technology and Equipment Assessment, Session 1, SEMICON Europe
Stuttgart
6. - 7. Oktober 2008
- Öchsner, R.:
Status of Management in SEA-NET
General Assembly Meeting SEA-NET
Schärding, Austria
14. - 15. Januar 2008
- Öchsner, R.:
Activities and Results in SP18
Second Review Meeting SEA-NET
IISB, Erlangen
27. Februar 2009
- Öchsner, R.:
Overview on Activities in SEA-NET Covering APC
Integrated Measurement Association
Tel Aviv, Israel
1. April 2008
- Öchsner, R.:
Status of Management in SEA-NET
General Assembly Meeting SEA-NET
Leuven, Belgium
25. Juni 2008
- Öchsner, R.:
Aktivitäten des IISB in ParaObsol
Kick-off Meeting ParaObsol
Nürnberg 1. August 2008
- Öchsner, R.:
Studien von Fraunhofer IZM und IISB im Rahmen von RedunSys Hearing
RedunSys Nürnberg
10. September 2008
- Öchsner, R.:
Overview on SEA-NET
Public SEA-NET Workshop
Stuttgart
6. Oktober 2008
- Öchsner, R.:
Linear Dynamic Deposition
Public SEA-NET Workshop
Stuttgart
6. Oktober 2008
- Öchsner, R.:
Status of Management and New Subprojects in SEA-NET
Interim Review Meeting SEA-NET
Stuttgart
8. Oktober 2008
- Öchsner, R.:
Link between APC and Yield Management?
Yield User Meeting
Regensburg
11. November 2008
- Öchsner, R.:
Status of Management in SEA-NET
General Assembly Meeting SEA-NET
IISB, Erlangen
9. Dezember 2008
- Otto, M.:
Monitoring System for Airborne Molecular Contamination (AMC) in Semiconductor Manufacturing Areas and Micro-Environments
Symposium "Ultra-Clean Processing of Semiconductor Sur-

PUBLICATIONS

faces" (UCPSS)
Bruges, Belgium
23. September 2008

Patsis, G.P., Drygiannakis, D., Paptis, I., Gogolides, E., Erdmann, A.:
Advanced Lithography Models for Strict Process Control in the 32 nm Technology Node
34th International Conference on Micro- and Nano-Engineering (MNE) 2008
Athens, Greece
15. - 18. September 2008

Pfeffer, M.:
Durchsatzoptimierung von Halbleiterfertigungsgeräten mit Hilfe der diskreten Simulation
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Messtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
7. Januar 2008

Pfeffer, M.:
Durchsatzoptimierung von Halbleiterfertigungsgeräten mit Hilfe der diskreten Simulation
10. Workshop „Simulation und Leistungsbewertung von Fertigungssystemen“ an der TU Dresden
Dresden
3. - 4. April 2008

Pfeffer, M.:
Discrete Event Simulation
Public SEA-NET Workshop
San Francisco, USA
16. Juli 2008

Pfeffer, M.:
Performance Optimization of Semiconductor Manufacturing Equipment by the Application of Discrete Event Simulation
28th Computers and Information in Engineering Conference (CIE) 2008
New York, USA
3. - 6. August 2008

Pfeffer, M.:
Performance Optimization of Semiconductor Manufacturing Equipment by the Application of Discrete Event Simulation
Intel Research and Innovation Conference 2008
Leixlip, Ireland

6. Oktober 2008

Pfeffer, M.:
Discrete Event Simulation
Public SEA-NET Workshop
Stuttgart
6. Oktober 2008

Pfeffer, M.:
Discrete Event Simulation
Internal Technical SEA-NET Workshop
IISB, Erlangen
9. - 10. Dezember 2008

Pfützner, L., Nutsch, A., Roeder, G.:
Process Control of Lithography and CMP by Innovative Optical Methods
2008 International Workshop on EUV Lithography
Maui, Hawaii, USA
10. - 12. Juni 2008

Pichler, P.:
Project Overview, Management, and Response to the Recommendations of the 1st Review
ATOMICS Review Meeting
Crolles, France
18. März 2008

Pichler, P.:
Summary of the ATOMICS Project
ATOMICS Review Meeting
Crolles, France
18. März 2008

Pichler, P., Martinez- Limia, A., Kampen, C., Burenkov, A., Schermer, S., Paul, S., Lerch, W., Gelpy, J., McCoy, S., Kheyrandish, H., Pakfar, A., Tavernier, C., Bolze, D.:
Process Models for Advanced Annealing Schemes and Their Use in Device Simulation
2008 International Workshop on Junction Technology
Shanghai, China
15. - 16. Mai 2008

Reimann, C., Jung, T., Friedrich, J., Müller, G.:
Die Bedeutung des konvektiven Wärme- und Stofftransports zur Kontrolle der Materialeigenschaften bei der gerichteten Erstarrung von multikristallinem Silicium für Solarzellen

PUBLIKATIONEN

DGKK-Jahrestagung 2008

München

5. - 7. März 2008

Reimann, C., Jung, T., Friedrich, J., Müller, G.:

The Importance of Convective Heat and Mass Transfer for Controlling Material Properties in Ingot Casting of Multicrystalline Silicon for Photovoltaic Applications

Poster Presentation, 33rd IEEE Photovoltaic Specialists Conference 2008

San Diego, USA

11. - 16. Mai 2008

Reimann, C., Trempa, M., Jung, T., Friedrich, J.:

The Importance of Convective Heat and Mass Transfer for Controlling Material Properties in Ingot Casting of Multicrystalline Silicon for Photovoltaic Applications

Material Science and Engineering Conference 2008

Nürnberg

1. - 5. September 2008

Reimann, C., Jung, T., Trempa, M., Friedrich, J.:

Modeling of Convective Heat and Mass Transfer Processes in Crystal Growth of Silicon for Photovoltaic Applications

Poster Presentation, 23rd European Photovoltaic Solar Energy Conference

Valencia, Spain

1. - 5. September 2008

Roeder, G.:

Entwicklung von Verfahren zur Kontrolle von Plasmaätzprozessen mittels in-situ-Ellipsometrie und optischer Emissionsspektroskopie

Promotion

IISB, Erlangen

28. Juli 2008

Roeder, G.:

Plasma-Nitridierung von Siliciumdioxid-Schichten in einem Mini-Batch-Vertikalofen

Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Messtechnik des LEB und des IISB

IISB, Erlangen

5. Dezember 2008

Rommel, M., Yanev, V.:

Characterization of High-k Dielectrics by Electrical SPM Techniques PULLNANO Nanoelectronics

Workshop on Characterization, Process Technology and Equip-

ment Assessment, Semicon Europe 2008

Stuttgart

7. Oktober 2008

Rommel, M.:

Anwendung elektrischer AFM-Techniken zur Charakterisierung von Hoch-Epsilon-Dielektrika

10. IISB Jahrestagung 2008 „Neue Materialien und Systeme in der Siliciumtechnologie“

IISB, Erlangen

16. Oktober 2008

Roth, A.:

Reliability of Today's Power Module Technologies

ECPE-HOPE Symposium Automotive Power Electronics

Sindelfingen

7. - 8. Oktober 2008

Ryssel, H.:

Halbleiter- und Bauelementemesstechnik

Vorlesung an der Universität Erlangen-Nürnberg

Erlangen

Sommersemester 2008

Ryssel, H.:

Prozessintegration und Bauelementarchitekturen

Vorlesung an der Universität Erlangen-Nürnberg

Erlangen

Sommersemester 2008

Ryssel, H.:

Nanoelektronik

Vorlesung an der Universität Erlangen-Nürnberg

Erlangen

Sommersemester 2008

Ryssel, H., Fischer, B.:

Mikro- und Nanoelektronik – Schlüsseltechnologie unserer Zeit

Erlanger Techniktage 2008

Erlangen

12. März 2008

Ryssel H.:

Silicium-Technologie – Entwicklung und Trends

Ferienakademie Sarntal

Sarntal, Italien

PUBLICATIONS

22. September 2008

Ryssel H.:
Hightech-Materialien und Hybridantriebe – Forschung für die Elektronik von morgen

Präsidialprojekt II – Abschlußveranstaltung des Fraunhofer Innovationsforums

Stuttgart

30. Oktober 2008

Ryssel H.:
Moore's Law: Wie geht es mit Bauelementen und Materialien für die Nanoelektronik weiter

Kolloquium EAM Säule B

Erlangen

7. November 2008

Ryssel H.:
23 Jahre Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB) und Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente (LEB)

Abschiedsveranstaltung Professor Ryssel

IISB, Erlangen

20. November 2008

Ryssel H.:
Research and Development on Micro-, Nano- and Power Electronics at Fraunhofer IISB and LEB

Indo-German Winter Academy

Chennai, India

13. Dezember 2008

Ryssel H.:
Semiconductor Processes, Devices, and Systems

Indo-German Winter Academy

Chennai, India

14. Dezember 2008

Schäfer, S., Reindl, A., Walther, S., Jank, M.P.M., Ryssel, H., Peukert, W.:

Dispersing and Stabilizing Semiconducting Nanoparticles

Poster Presentation, 2nd International Workshop on Semiconducting Nanoparticles

Duisburg

10. - 12. Dezember 2008

Schellenberger, M.; Moyne, J.; van Herk, J.:

General Introduction of APC

9th European AEC/APC Conference

Tel Aviv, Israel

31. März - 2. April 2008

Schellenberger, M.:

Status Report of the European PCS Taskforce

Semicon Europe 2008

Stuttgart

8. Oktober 2008

Schletz, A.:

Zuverlässigkeitsuntersuchungen mit einem aktiven Lastwechseltestsystem

Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Messtechnik des LEB und des IISB

IISB, Erlangen

28. Januar 2008

Schletz, A.:

New Technologies for Liquid-Cooled Power Modules

ECPE-HOPE Symposium Automotive Power Electronics

Sindelfingen

7. - 8. Oktober 2008

Schletz, A.:

Thermal Management on PCBs I – Heat Spreading and Shielding

ECPE Workshop on Power PCBs & Busbars

Delft, The Netherlands

21. November 2008

Schmitt, H., Hornung, M.:

Nanoimprint-Lithographie

Abschlussbegutachtung FORNEL

IISB, Erlangen

4. Juni 2008

Schmitt, H., Amon, B., Beuer, S., Petersen, S., Rommel, M., Bauer, A.J., Ryssel, H.:

UV Nanoimprint Lithography Process Optimization for Electron Device Manufacturing on Nanosized Scale

34th International Conference on Micro- and Nano-Engineering (MNE) 2008

Athens, Greece

15. - 18. September 2008

PUBLIKATIONEN

- Schmitt, H.:
Untersuchung der UV-Nanoimprint-Lithographie als Strukturierungsverfahren für elektronische Bauelemente
Promotion
IISB, Erlangen
6. November 2008
- Schnattinger, T., Erdmann, A.:
A Comprehensive Resist Model for the Prediction of Line-Edge Roughness Material and Process Dependencies in Optical Lithography
SPIE Conference "Advanced Lithography 2008"
San José, USA
24. - 29. Februar 2008
- Schnattinger, T., Erdmann, A.:
Lithographic Importance of Base Diffusion in Chemically Amplified Photoresists
34th International Conference on Micro- and Nano-Engineering (MNE) 2008
Athens, Greece
15. - 18. September 2008
- Schöpka, U.:
Target Erosion Monitoring
Internal Technical SEA-NET Workshop
IISB, Erlangen
9. - 10. Dezember 2008
- Schröder-Heber, A.:
Charakterisierung einer Abscheidungskammer und eines Ru-Abscheidungsprozesses mittels Massenspektroskopie
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Messtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
5. Mai 2008
- Schwarzmann, H.:
DC/DC-Wandler für Solarsysteme
10. IISB Jahrestagung 2008 „Neue Materialien und Systeme in der Siliciumtechnologie“
IISB, Erlangen
16. Oktober 2008
- Sekowski, M.:
Zerstäuben von Halbleitermaterialien bei streifendem Ionenfall
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Messtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
14. Juli 2008
- Sekowski, M.:
Angular Distributions of Sputtered Atoms from Semiconductor Targets at Grazing Ion Beam Incident Angles
39. Treffen der Nutzergruppe Ionenimplantation
IISB, Erlangen
9. Mai 2008
- Shao, F., Evanschitzky, P., Reibold, D., Erdmann, A.:
Fast Rigorous Simulation of Mask Diffraction Using the Waveguide Method with Parallelized Decomposition Technique
European Mask and Lithography Conference (EMLC) 2008
Dresden
21. - 24. Januar 2008
- Shao, F., Evanschitzky, P., Fühner, T., Erdmann, A.:
Rigorous Diffraction Simulations of Topographic Wafer Stacks in Double Patterning
34th International Conference on Micro- and Nano-Engineering (MNE) 2008
Athens, Greece
15. - 18. September 2008
- Shao, F., Evanschitzky, P., Erdmann, A.:
Investigation of Wafer Topography Effects in Double Patterning Using Rigorous Diffraction Simulations
6th IISB Lithography Simulation Workshop
Athens, Greece
19. - 20. September 2008
- Spoldi, G., Beuer, S., Rommel, M., Yanev, V., Bauer, A.J., Rys-
sel, H.:
Experimental Observation of FIB-Induced Lateral Damage on Silicon Samples
34th International Conference on Micro- and Nano- Engineering (MNE) 2008
Athens, Greece
15. - 18. September 2008
- Steen, C., Pichler, P., Rys-
sel, H.:
Segregation of Antimony to Si/SiO₂ Interfaces
2008 E-MRS Spring Meeting
Strasbourg, France
26. - 30. Mai 2008

PUBLICATIONS

Walther, S., Hofmann, F., Jank, M.P.M., Ebbers, A., Ryssel, H.:
Impact of Physical and Chemical Treatment on Si Nanoparticulate Systems
Advanced Processing of Novel Functional Materials (APNFM)
2008
Dresden
23. - 25. Januar 2008

Walther, S., Jank, M.P.M., Ebbers, A., Ryssel, H.:
Ion Implantation into Nanoparticulate Functional Layers
Poster Presentation, 17th International Conference on Ion Implantation Technology
Monterey, CA, USA
8. - 13. Juni 2008

Walther, S., Schäfer, S., Jank, M.P.M., Ryssel, H.:
Fabrication and Characterization of Nanoparticulate ZnO TFTs
Poster Presentation, Summer School Nantronics
Marl
1. - 3. September 2008

Weinreich, W., Wilde, L., Kücher, P., Lemberger, M., Yanev, V., Rommel, M., Bauer, A.J., Erben, E., Heitmann, J., Schröder, U., Oberbeck, L.:
Correlation of Microscopic and Macroscopic Electrical Characteristics of High-k ZrSiO_{2-x} Thin Films Using Tunneling Atomic Force Microscopy
15th Workshop on Dielectrics in Microelectronics (WODIM)
2008
Berlin
23. - 25. Juni 2008

Weinreich, W., Wilde, L., Kücher, P., Lemberger, M., Yanev, V., Rommel, M., Bauer, A.J., Erben, E., Teichert, S., Heitmann, J., Böschke, T., Schröder, U., Oberbeck, L.:
Correlation of Growth and Crystallization Behavior of ALD ZrO₂ to the Underlying Substrate
8th International Conference on Atomic Layer Deposition ALD
2008
Bruges, Belgium
30. Juni - 2. Juli 2008

Wolf, M.:
Plasma-assisted Nitridation of Thin Thermal Silicon Dioxide Layers by Using Combined Low-Frequency Direct Plasma and Microwave Remote Plasma in a Mini-Batch Vertical Furnace
Intel European Research Innovation Conference
Leixlip, Ireland

10. - 12. September 2008

Wolf, M., Roeder, G., Rambach, M., Reichart, J.G., Gschwandtner, A., Mattheus, A.:
Mini-Batch Process for Plasma Nitridation of SiO₂
Workshop 2008 der GMM-Fachgruppe 1.2.3 Abscheide- und Ätzverfahren
IISB, Erlangen
26. November 2008

Wolf, M.:
Plasma-Enhanced Deposition of Thin Films in Batch-Type Reactor
SEA-NET 2nd Internal Technical Workshop
IISB, Erlangen
9. - 10. Dezember 2008

Wolf, M.:
Plasma Nitridation of SiO₂ Layers in a Mini-Batch Vertical Furnace
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Messtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
15. Dezember 2008

Wunderwald, U., Friedrich, J.:
Magnetfelder in der Kristallzüchtung
Forschergruppenseminar „Magnetohydrodynamik“ an der Universität Ilmenau
Ilmenau
23. April 2008

Wunderwald, U., Buhrig, E., Jurisch, M., Korb, J., Pätzold, O.:
Thermodynamic Modeling of Crystal Growth Processes
4th International Workshop on Crystal Growth Technology
Beatenberg, Schweiz
18. - 25. Mai 2008

Yanev, V., Rommel, M., Spoldi, G., Beurer, S., Amon, B., Petersen, S., Lugstein, A., Steiger, A., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
Electrical AFM Techniques for the Advanced Characterization of Materials in Semiconductor Technology
Seeing at the NanoScale VI
Berlin
9. - 11. Juli 2008

PUBLIKATIONEN

Yeckel, A., Jung, T., Friedrich, J.:

Robust Coupling of 3D Melt Convection Model with 3D Global Furnace Model by the Approximate Block Newton Method

DGKK-Jahrestagung 2008

München

5. - 7. März 2008

Zeltner S.:

High-Efficiency Isolated Half-Bridge Gate Driver with PCB Integrated Transformer

5th International Conference on Integrated Power Electronics Systems (CIPS 2008)

Nürnberg

12. März 2008

Zippelius, B., Krieger, M., Weber, H.B., Pensl, G., Kallinger, B., Friedrich, J., Thomas, B.:

Influence of Growth Rate and C/Si Ratio on the Formation of Point and Extended Defects in 4H-SiC Homoepitaxy

Poster Presentation, European Conference on Silicon Carbide and Related Materials(ECSCRM)

Barcelona, Spain

7. - 11. September 2008

PUBLICATIONS

Doktorarbeiten

PhD Theses

Dagner, J.

Multi-Scale Modeling of Dendritic Alloy Solidification

Erlbacher, T.

High-k dielectrics for application in charge-trapping non-volatile memory cells

Hussy, S.

Flüssigphasenepitaxie von Galliumnitrid unter ammoniakhaltiger Atmosphäre

Lorentz, V.

Bidirectional DC Voltage Conversion for Low-Power Applications

Roeder, G.

Entwicklung von Verfahren zur Kontrolle von Plasmaätzprozessen mittels in-situ-Ellipsometrie und optischer Emissionsspektroskopie

Schmitt, H.

Investigation of the UV nanoimprint lithography as patterning technique for electron devices

Diplomarbeiten

Diploma Theses

Azizi, M.

Flüssigphasenepitaxie von Galliumnitrid auf Aluminiumnitrid

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. P. Wellmann (FAU), Dr. S. Hussy

Hanf, D.

Charakterisierung der Versetzungsdichte von Galliumnitrid mittels defektselektivem Ätzen

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. P. Wellmann (FAU), Dr. P. Berwian

Trempa, M.

Siliciumkarbid- und Siliciumnitrid-Ausscheidungen bei der gerichteten Erstarrung von multikristallinen Siliciumblöcken in der Photovoltaik

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. P. Wellmann (FAU), Dipl.-Min. C. Reimann (IISB)

Studienarbeiten

Theses

Bailek, J.

Inbetriebnahme und Automatisierung eines Hallmessplatzes

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. H. Ryssel, Dipl.-Ing. J. Kaiser, Dr. M. Rommel (FHG-IISB)

Kirchgeorg, R.

Vergleich von „electronic grade (eg)“ mit „metallurgical grade (mg)“ Silicium bei der gerichteten Erstarrung

Betreuer: C. Reimann (FhG-IISB)

Meier, S.

Auswirkungen von Ionenimplantation auf Schichten aus Nanopartikel-Dispersionen

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. H. Ryssel, Dipl.-Ing. S. Walther, Prof. Dr.-Ing. P. Wellmann (Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaften (Werkstoffe der Elektrotechnik)), M. Groß (Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaften (Werkstoffe der Elektrotechnik))

Schernick, S.

Untersuchung und Bewertung der Einflüsse einer hohen Temperaturbelastung von Schaltungsträgern durch fehlerhafte leistungselektronische Bauelemente

Betreuer: Dr.-Ing. M. März, Prof. Dr.-Ing. H. Ryssel, A. Schletz (FHG-IISB)

Projektarbeiten

Project Theses

Greve, H.

Analyse und Optimierung beim Umspritzen eines Spulenkörpers mit wärmeleitfähig modifizierten Thermoplasten

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. H. Ryssel, Dr.-Ing. M. März, S. Egelkraut, C. Heinle (LKT), Prof. E. Schmachtenberg (LKT)

Benker, C.

In-situ-Messung der Erosionen an Sputtertargets

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. H. Ryssel, Dr.-Ing. P. Brenner (QFM), U. Schöpka, (FHG-IISB), Dr. R. Öchsner, (FHG-IISB)

PUBLIKATIONEN

Messingschlager, S.

Thermische Simulationen einer mechatronischen Baugruppe aus wärmeleitfähigem Kunststoff

Betreuer: S. Egelkraut, Prof. Dr.-Ing. H. Ryssel, C. Heinle (LKT), Prof. E. Schmachtenberg (LKT)

Niedermeier, M.

Untersuchung zur Erhöhung der Zuverlässigkeit von Sicherungsbrücken

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. H. Ryssel, J. vom Dorp, Dr. S. Berberich, (FHG-IISB), P. Brenner, (QFM)

Ferber, F.

Studie zu den notwendigen Voraussetzungen und Funktionalitäten bei der Umrüstung eines Serienfahrzeugs in ein Hybridfahrzeug

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. H. Ryssel, Dr.-Ing. M. März, B. Eckardt, (FHG-IISB), S. Tremmel, (MFK)

Vogl, M.

Konzeptstudie für die Umrüstung eines konventionellen Serienautos in ein Hybridfahrzeug

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. H. Ryssel, Dr.-Ing. M. März, B. Eckardt, (FHG-IISB), S. Tremmel, (MFK)

Greger, T.

Studie über Möglichkeiten und Grenzen technischen Kopierschutzes

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. H. Ryssel, Dr.-Ing. M. März, Prof. Dr.-Ing. K. Feldmann (FAPS), S. Lang, (FAPS)

<Table of Contents>

PUBLICATIONS

