




Fraunhofer Institut
Integrierte Systeme und
Bauelementetechnologie

**Leistungen und Ergebnisse
Jahresbericht 2007**

**Achievements and Results
Annual Report 2007**





Impressum / Imprint

Herausgeber / Published by:

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

Redaktion / Editing:

Richard Öchsner
Heiner Ryssel

Gestaltung und Realisierung/ Layout and Setting:

Markus Pfeffer
Richard Öchsner
Felicitas Coenen

Druck / Printed by:

druckunddigital, Erlangen

Titelbild / Cover Photo:

Neue 300mm-Geräte im IISB-Reinraum;
New 300mm equipment in the IISB
cleanroom

(von links oben nach rechts unten)
(from the upper left to the lower right)

- Spektroskopisches Ellipsometer für
300mm-Scheiben;
Spectroscopic ellipsometer for
300mm wafer
- 300mm-Transportplattform:
Bedienteil und Ladestation;
300mm cluster platform: control
panel and load ports
- 300mm-Plattform: Gesamtansicht;
300mm cluster platform: general
view
- Vertikaler CVD-Ofen für 300mm;
300mm CVD vertical furnace

© Fraunhofer-Institut für Integrierte
Systeme und Bauelementetechnologie,
Erlangen 2008

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck nur
mit Genehmigung des Instituts.

All rights reserved. Reproduction only
with express written authorization.

Leistungen und Ergebnisse
Jahresbericht 2007

Achievements and Results
Annual Report 2007

Fraunhofer-Institut für
Integrierte Systeme und
Bauelementetechnologie, IISB

Fraunhofer Institute of
Integrated Systems and
Device Technology, IISB

Institutsleitung / Director:
Prof. Heiner Ryssel

Schottkystrasse 10
D-91058 Erlangen
Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-0
Fax: +49 (0) 9131 761-390
Email: info@iisb.fraunhofer.de
Internet: www.iisb.fraunhofer.de



Das Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB) konnte auch im Jahr 2007 mit einem Haushalt von 11 Mio. € und rund 140 Mitarbeitern seinen Wachstumskurs fortsetzen. Dies gilt nicht nur für den Hauptsitz in Erlangen, sondern auch für die beiden Außenstellen des Instituts, das Zentrum für Kfz-Leistungselektronik und Mechatronik (ZKLM) in Nürnberg und das Technologiezentrum Halbleitermaterialien (THM) im sächsischen Freiberg. Hervorzuheben sind hier erneut der sehr hohe Anteil an Drittmittel-Erträgen, insbesondere die Wirtschaftserträge und EU-Mittel.

Das 1985 gegründete IISB entwickelt als Partner der nationalen und internationalen Industrie neue Materialien, Bauelemente, Prozesse und Geräte für die Halbleitertechnologie der Mikro- und Nanoelektronik, einschließlich Kristallzüchtung und Simulation. Ein weiterer Arbeitsbereich des Instituts sind Leistungselektronik und Mechatronik, speziell in den Bereichen Leistungswandlung und Automobilelektronik. Von dieser Breite und unserer Flexibilität profitieren vor allem auch unsere mittelständischen Kunden.

Wie schon seit nun mehr als 20 Jahren ist ein wichtiger Faktor für das erfolgreiche Arbeiten des IISB die enge Partnerschaft mit der Universität Erlangen-Nürnberg und speziell mit dem Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente (LEB), der in Personalunion mit dem IISB

geleitet wird, sowie mit dem Kristalllabor am Lehrstuhl für Werkstoffe der Elektrotechnik, sei es durch den synergetischen Betrieb von insgesamt 1500m² Reinraumfläche, die Zusammenarbeit in der Lehre an der Universität und bei der Ausbildung von Azubis oder die gegenseitige Ergänzung in den Forschungsaktivitäten.

Die regionale Verankerung des IISB zeigt sich aber nicht nur durch die intensive Zusammenarbeit mit der Universität oder die Tatsache, daß rund die Hälfte der Industrieaufträge des Instituts von bayerischen Firmen kommen. Auch im Bereich der Nachwuchsförderung engagiert sich das IISB. Die regelmäßige Beteiligung an Girls' Day, Mädchen&Technik-Praktikum oder den Erlanger Techniktage für die Bayerische Eliteakademie ist eine Selbstverständlichkeit. Hinzu kommen Führungen für Schulen und technische Ausbildungsstätten sowie die Unterstützung von Schülerwettbewerben. Zur öffentlichen Bewußtseinsbildung für die Bedeutung von hochklassiger Forschung trägt die Lange Nacht der Wissenschaften Nürnberg-Fürth-Erlangen bei, die 2007 zum dritten Mal höchst erfolgreich stattfand. Natürlich war auch das IISB mit seinen fränkischen Standorten in Erlangen und Nürnberg dabei und konnte mit interessanten Darbietungen und Laborführungen zur Mikro-/Nano- und Leistungselektronik insgesamt rund 1600 Besucher anlocken.

Ein Thema, das die gesamte Forschungslandschaft in Deutschland in den letzten Jahren stark beschäftigt hat, ist die Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder. Das IISB ist an beiden erfolgreich akquirierten Maßnahmen der Universität Erlangen-Nürnberg beteiligt: dem Exzellenzcluster "Engineering of Advanced Materials" und der "Graduate School in Advanced Optical Technologies".

Die Exzellenz einer Einrichtung zeigt sich auch in den internationalen Beziehungen. Auch 2007 war das IISB wieder Anziehungspunkt für hochklassige Gastwissenschaftler aus aller Welt, darunter ein Fraunhofer-Bessel-Preisträger und eine Humboldt-Stipendiatin.

Klimaschutz ist ein Thema, das die ganze Welt bewegt. Das IISB leistet mit seinen Aktivitäten zur Photovoltaik, zur Hybridantriebstechnik und zu energieeffizienter Elektronik seit Jahren führende Beiträge zu umweltfreundlichen und energiesparenden Technologien. Auf unserer Jahrestagung 2007 zum Thema "Energie sparen und erzeugen durch neue Materialien und intelligente Elektronik vom Fraunhofer IISB" wurde dies eindrucksvoll dargestellt.

Mit dem internationalen "3rd FORNEL Workshop on Nanoelectronics" im Rahmen des vom IISB koordinierten Bayerischen Forschungsverbunds für Nanoelektronik fand diese Tagungsreihe im Abschlußjahr des Verbunds einen würdigen Höhepunkt in Erlangen. Dem internationalen Publikum präsentierte sich das Institut wieder auf wichtigen Leitmesse wie der SPS/IPC/DRIVES, der PCIM, der SEMICON Japan und erstmals auf der Internationalen Automobilausstellung IAA. Auch unsere Angebote für Kundenfortbildung wurden fortgeführt, etwa mit der fünften Auflage des IISB-Lithographie- Simulations-Workshops oder dem Seminar "Parasitäre Bauelemente und Oszillationen" aus unserer erfolgreichen PEAK-Reihe zu Themen der Leistungselektronik.

Wie immer war das erfolgreiche Arbeiten und Forschen des IISB im vergangenen Jahr 2008 nur möglich durch die Unterstützung von staatlicher Seite, durch die Auftraggeber aus Industrie und öffentlichen Einrichtungen sowie durch den unermüdlichen Einsatz der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des IISB. Hierfür herzlichen Dank!

Preface

In 2007, the Fraunhofer Institute of Integrated Systems and Device Technology (IISB) again could continue its growth, with a budget of 11 million € and a staff of meanwhile 140 persons. This is true not only for the main location of IISB in Erlangen, but also for its two branch labs, the Center for Automotive Power Electronics and Mechatronics (ZKLM) in Nuremberg and the Technology Center for Semiconductor Materials (THM) in Freiberg, Saxony. This is again documented by our very high proportion of third-party funds, especially from industry and the EU.

IISB was founded in 1985 and develops as a partner of national and international industry new materials, devices, processes, and equipment for semiconductor technology in micro and nanoelectronics, including crystal growth and simulation. Another domain of the institute is power electronics and mechatronics, especially in the fields of power conversion and automotive electronics. This wide range of competencies and our flexibility provide many benefits, especially for our medium-sized enterprise customers.

For now more than 20 years, an important factor for the successful work of IISB has been the close partnership with the University of Erlangen-Nuremberg, particularly with the Chair of Electron Devices (LEB), which is directed in personal union with IISB, and with the Crystal Growth Laboratory at the Chair of Electrical Engineering Materials, e.g., by synergetic operation of 1500m² of cleanroom area by LEB and IISB, by collaboration in teaching at the University or training of apprentices, and by the mutual complementation in research activities.

The regional links of IISB are, however, not only expressed by the intensive cooperation with the University or by the

fact that about half of the industrial funding of the institute comes from Bavarian companies. The IISB is also quite active with the promotion of young researchers. The regular participation in Girls' Day, Girls & Technology Internship, or the Erlangen Technology Days for the Bavarian Elite Academy is a natural task for the institute. This is supplemented by guided tours for schools and technical education institutions as well as by the support of pupils' competitions. Public awareness for the impact of high-class research is generated by the highly successful Long Night of Science Nuremberg-Fürth-Erlangen, which in 2007 took place for the 3rd time. Of course, also the IISB was involved with its two Franconian locations in Erlangen and Nuremberg. With interesting performances and lab tours on micro, nano, and power electronics, the institute could attract about 1600 visitors in total.

One issue, which kept the whole research landscape in Germany busy over the past years, is the federal excellence initiative. The IISB is involved in both successfully acquired measures of the University of Erlangen-Nuremberg: the cluster of excellence "Engineering of Advanced Materials" and the "Graduate School in Advanced Optical Technologies".

The excellence of an institution is also reflected in its international relations. Also in 2007, the IISB was a center of attraction for highclass guest scientists from all over the world, among them a Fraunhofer-Bessel laureate and a Humboldt fellow.

Climate protection is currently agitating the world. With its activities in photovoltaics, hybrid technology, and energy-efficient electronics, the IISB has been providing leading contributions to environment-friendly and energy-saving technologies. This was impressively pre-

sented during our 2007 Annual Conference on "Saving and generating energy with the help of new materials and intelligent electronics by Fraunhofer IISB".

The international "3rd FORNEL Workshop on Nanoelectronics" in Erlangen, held in the frame of the Bavarian Research Cooperation on Nanoelectronics coordinated by the IISB, constituted a worthy highlight of this conference series in the final year of the research cooperation. Again, the institute presented itself to an international public at leading trade shows, such as SPS/IPC/DRIVES, PCIM, SEMICON Japan, and - for the first time - the International Motor Show IAA. Also our offers for customer training were continued, e.g., with the 5th edition of the IISB lithography simulation workshop or a seminar on parasitic devices and oscillations in the frame of our successful PEAK series on topics of power electronics.

As usual, the successful operation and research of IISB in the past year would not have been possible without the support from the government, industrial partners, and public institutions, as well as the dedicated efforts of the IISB staff members, for which I would like to express my heartfelt gratitude.

Erlangen, Mai / May 2008



Prof. Dr. Heiner Ryssel

Leistungen und Ergebnisse Jahresbericht 2007

Das Institut im Profil

Ziele	8
Kurzportrait	8
Ansprechpartner	10
Arbeitsschwerpunkte	12
Kompetenzen und Anwendungen	12
Kooperation mit dem Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente	12
Außenstellen	16
Kuratorium	18

Das Forschungs- und Dienstleistungsangebot

Institutsspezifische Angebote zur Vertragsforschung	20
Apparative Ausstattung	22
Kontakt und weitere Informa- tionen	26

Das Institut in Zahlen

Mitarbeiterentwicklung	28
Betriebshaushalt	28

Die Fraunhofer-Gesellschaft auf einen Blick

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

Technologiesimulation

Schwerpunkte, Trends und Poten- tiale der Abteilung Technologie- simulation	36
Prozeßmodelle für zukünftige Ausheil- prozesse	38
Simulationsaktivitäten des IISB im Pro- jekt PULLNANO	40
Schnelle EUV-Simulation entwickelt im integrierten europäischen "More Moo- re"-Projekt	42

Achievements and Results Annual Report 2007

Profile of the Institute

Objectives	9
Brief Portrait	9
Contacts	11
Major Fields of Activity	13
Areas of Competence and Applications	13
Cooperation with the Chair of Electron Devices	13
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	28

The Fraunhofer-Gesellschaft at a Glance

The Fraunhofer-Gesellschaft	31
The Research Fields	31
The Research Clients	31
The Range of Services	31
The Advantages of Contract Research	33
Working Together with the Fraunhofer-Gesellschaft	33
Fraunhofer Alliance Microelectronics	34
Locations of the Research Institutes	35

Technology Simulation

Focal Areas of Research and Develop- ment, Trends and Potentials of the De- partment of Technology Simulation	37
Process Models for Future Annealing Processes	39
Simulation Activities of IISB within the PULLNANO Project	41
Fast EUV Simulation Developed in the Integrated European "More Moore" Project	43

Halbleiterfertigungsgeräte und -methoden

Schwerpunkte, Trends und Potentiale der Abteilung Halbleiterfertigungsgeräte und -methoden 44

Evaluierung von kontaktloser Meßtechnik zur Schichtwiderstandsbestimmung für Technologien kleiner als 65nm 46

Virtuelle Geräteentwicklung: Ein neuer Ansatz zur integrierten Entwicklung von Halbleiterfertigungsgeräten 48

Neun europäische Laboratorien - eine gemeinsame Strategie: Nutzung analytischer Labore im Rahmen des ANNA-Projektes 50

Technologie

Schwerpunkte, Trends und Potentiale der Abteilung Technologie 52

Hafniumsilicat im Gateoxid nichtflüchtiger Speicherzellen 54

Einfluß parasitärer Effekte bei der Prozessierung mit fokussierten Ionenstrahlen 56

Anorganische Materialien für gedruckte Elektronikanwendungen 58

Kristallzüchtung

Schwerpunkte, Trends und Potentiale der Abteilung Kristallzüchtung 60

Reduktion von Basalebeneversetzungen bei der Epitaxie von 4H-SiC für Hochvolt-Bauelemente 62

Reduktion von Versetzungen durch Kontrolle des Wachstumsmodus bei der Herstellung von GaN-Schichten 64

Korrelation der Ausscheidungsbildung in multikristallinem Silicium mit Wärme- und Stofftransport-Prozessen bei der Erstarrung 66

Leistungselektronische Systeme

Schwerpunkte, Trends und Potentiale der Abteilung Leistungselektronische Systeme 68

Leistungselektronik für Hybridfahrzeuge 70

Fortschrittliche Entwärmungstechniken 72

Neue Gruppe "Materialien & Zuverlässigkeit" 74

Namen, Daten, Ereignisse

Ereignisse 76

Förderkreis für die Mikroelektronik e.V. 86

Gastwissenschaftler 88

Patenterteilungen 89

Mitarbeit in Fachgremien, Fachverbänden und Komitees 90

Konferenzen und Workshops 92

Messebeteiligungen 93

Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Herausgegebene Bücher / Buchbeiträge 94

Publikationen 94

Vorträge 98

Studienarbeiten 109

Diplomarbeiten 109

Projektarbeiten 109

Semiconductor Manufacturing Equipment and Methods

Focal areas of Research and Development, Trends and Potentials of the Department of Semiconductor Manufacturing Equipment and Methods 45

Assessment of Metrology for Non-Contact Sheet Resistivity for Sub-65nm Technologies 47

Virtual Equipment Engineering: A Novel Approach towards the Integrated Development of Semiconductor Manufacturing Equipment 49

Nine European Laboratories - One Collective Strategy: Use of Analytical Laboratories within the ANNA Project .. 51

Technology

Focal Areas of Research and Development, Trends and Potentials of the Department of Technology 53

Hafnium Slicate in the Gate Oxide of Non-Volatile Memories 55

Influence of Parasitic Effects during Focused Ion Beam (FIB) Processing 57

Inorganic Materials for Application in Printed Electronics 59

Crystal Growth

Focal Areas of Research and Development, Trends and Potentials of the Department of Crystal Growth 61

Reduction of Basal Plane Dislocations during Epitaxy of 4H-SiC for High-Voltage Devices 63

Reduction of Dislocations by Control of Growth Mode during Deposition of GaN Layers 65

Correlation of the Formation of Precipitates in Multicrystalline Silicon with Heat and Mass Transport Processes during Solidification 67

Power Electronic Systems

Focal Areas of Research and Development, Trends and Potentials of the Department of Power Electronic Systems 69

Power Electronics for Hybrid Vehicles 71

Advanced Thermal Management Techniques 73

New Group "Materials & Reliability" 75

Important Names, Data, Events

Events 77

Förderkreis für die Mikroelektronik e.V. 87

Guest Scientists 88

Patents 89

Participation in Committees 90

Conferences and Workshops 92

Fairs and Exhibitions 93

Scientific Publications

Edited Books / Contributions to Books 94

Publications 94

Presentations 98

Theses 109

Diploma Theses 109

Project Theses 109

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 Arbeitsschutzausschuß beraten. Dem Institutsleitungsausschuß gehören neben den Abteilungs- und stellvertretenden Abteilungsleitern die Infrastrukturleitung, die Verwaltungsleitung und die gewählten 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.

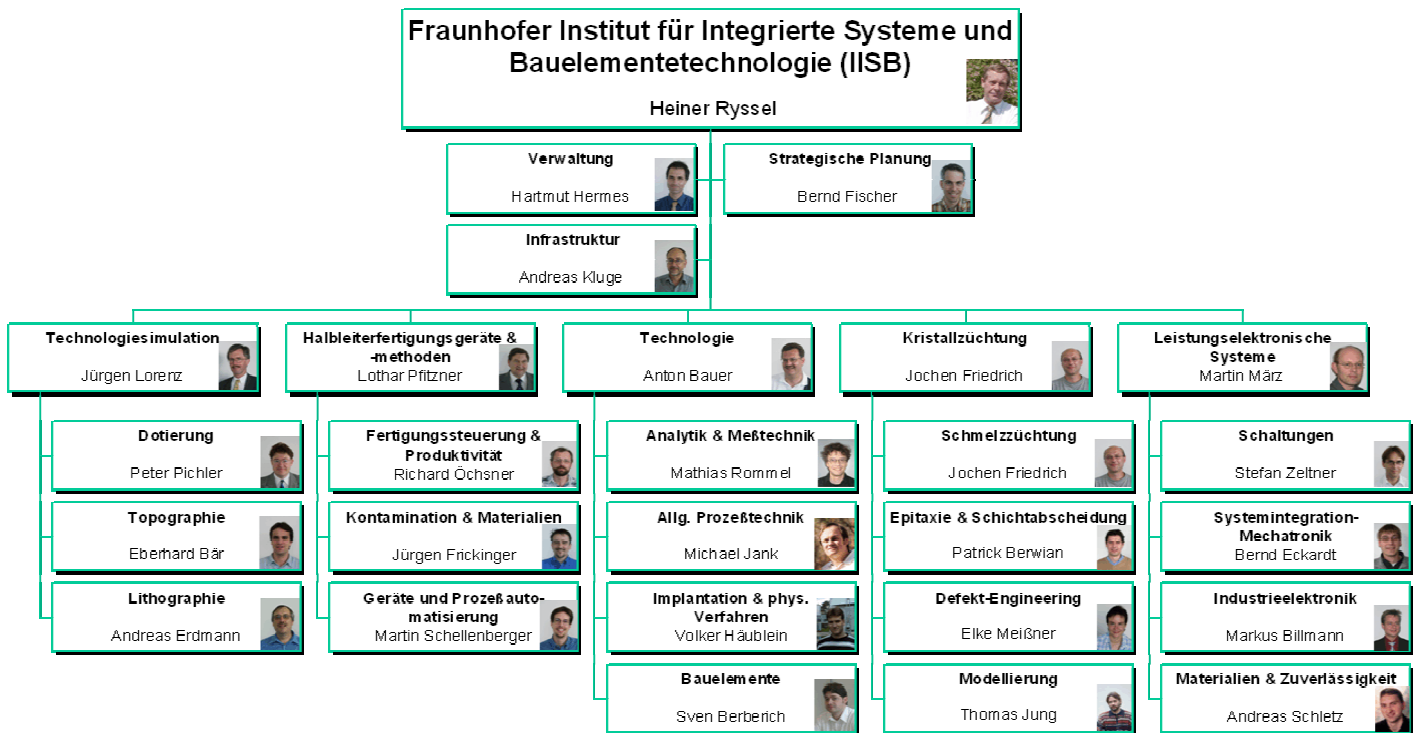


Fig. 1: Organigramm des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie.

Objectives

Together with its industrial partners, the Fraunhofer Institute of 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 representatives 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 par-

ticipates in decisions according to the Works Council Constitution Act.

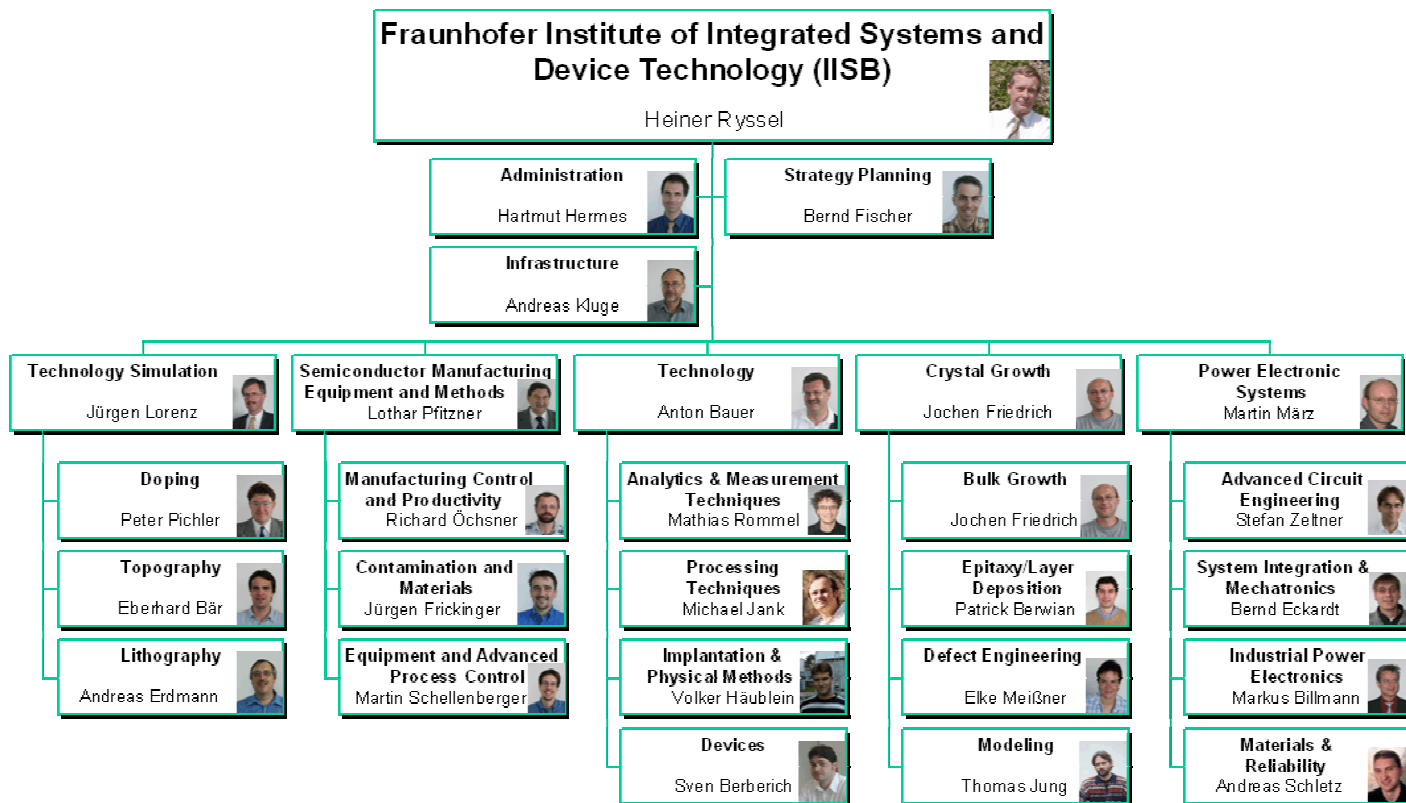


Fig. 1: Organizational structure of the Fraunhofer Institute of Integrated Systems and Device Technology.

Institutsleitung Director

Prof. Heiner Ryssel
Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-0
heiner.ryssel@iisb.fraunhofer.de

Strategie Strategy

Dr. Bernd Fischer
Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-106
bernd.fischer@iisb.fraunhofer.de

Verwaltung

Administration

Hartmut Hermes
Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-305
hartmut.hermes@iisb.fraunhofer.de

Infrastruktur

Infrastructure

Dr. Andreas Kluge
Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-159
andreas.kluge@iisb.fraunhofer.de

Abteilung / Department Technologiesimulation Technology Simulation

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

Dotierung

Doping

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

Topographie

Topography

Dr. Eberhard Bär
Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-217
eberhard.baer@iisb.fraunhofer.de

Lithographie

Lithography

Dr. Andreas Erdmann
Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-258
andreas.erdmann@iisb.fraunhofer.de

Abteilung / Department Halbleiterfertigungsgeräte und -methoden Semiconductor Manufacturing Equipment and Methods

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

Fertigungssteuerung und Produktivität Manufacturing Control and Productivity

Dr. Richard Öchsner
Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-116
richard.oechsner@iisb.fraunhofer.de

Kontamination und Materialien Contamination and Materials

Jürgen Frickinger
Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-158
juergen.frickinger@iisb.fraunhofer.de

Geräte- und Prozeßautomatisierung Equipment and Advanced Process Control

Martin Schellenberger
Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-222
martin.schellenberger@iisb.fraunhofer.de

**Abteilung / Department
Technologie
Technology**

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

**Analytik und Meßtechnik
Analytics & Measurement
Techniques**

Dr. Mathias Rommel
Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-108
mathias.rommel@iisb.fraunhofer.de

**Allgemeine Prozeßtechnologie
Processing Techniques**

Dr. Michael Jank
Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-161
michael.jank@iisb.fraunhofer.de

**Implantation und physikalische
Verfahren
Implantation & Physical Methods**

Dr. Volker Häublein
Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-220
volker.haeublein@iisb.fraunhofer.de

**Bauelemente
Devices**

Dr. Sven Berberich
Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-341
sven.berberich@iisb.fraunhofer.de

**Abteilung / Department
Kristallzüchtung
Crystal Growth**

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

**Kristallherstellung
Bulk Growth**

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

**Epitaxie und Schichtabscheidung
Epitaxy and Layer deposition**

Dr. Patrick Berwian
Telefon / Phone +49 (0) 9131 761-135
patrick.berwian@iisb.fraunhofer.de

**Defekt-Engineering
Defect Engineering**

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

**Modellierung von
Züchtungsprozessen
Modeling of Growth Processes**

Dr. Thomas Jung
Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-264
thomas.jung@iisb.fraunhofer.de

**Abteilung / Department
Leistungselektronische Systeme
Power Electronic Systems**

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

**Schaltungen
Circuits**

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

**Mechatronik
Mechatronics**

Bernd Eckardt
Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-139
bernd.eckart@iisb.fraunhofer.de

**Industrieelektronik
Industrial Power Electronics**

Markus Billmann
Telefon / Phone: +49 (0) 9131 761-234
markus.billmann@iisb.fraunhofer.de

**Materialien und Zuverlässigkeit
Materials and Reliability**

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

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 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 zugehörigen Prozesse unterstützt (z.B. durch Integration von in situ-Meßtechniken und durch Minimierung der Kontamination). Ein weiteres Gebiet der Forschungsaktivität ist die Halbleiterfertigungstechnik.

Neue technologische Prozesse und Herstellungsmethoden für die VLSI- und ULSI-Technologie sowie für moderne Leistungsbauelemente werden im Arbeitsgebiet Technologie entwickelt. Im speziellen umfassen die Tätigkeiten unter anderem Oberflächen- und Dünnschichttechnik, Prozesse für dünne dielektrische und metallische Schichten, Nanoelektronik, Schaltkreismodifikation und IC-Reparatur, sowie Entwicklung von Sensoren und Aktoren.

Im Arbeitsgebiet Kristallzüchtung werden Anlagen und Prozesse zur Herstellung von Kristallen für die Mikroelektronik, Optoelektronik, Kommunikationstechnologie, Photovoltaik, Medizintechnik und für die Mikrolithographie entwickelt und optimiert. Dazu werden Simulationsprogramme zur Berechnung von Hochtemperaturanlagen und -prozessen sowie Meßtechniken zur Bestimmung des Stoff- und Wärmetransportes in Kristallzüchtungsprozessen

entwickelt und eingesetzt. Die Materialforschung unter Schwerelosigkeit vervollständigt das Arbeitsgebiet.

Einen weiteren Arbeitsschwerpunkt bildet die Leistungselektronik. Im Rahmen dieses Schwerpunkts werden innovative Lösungen zur monolithischen, hybriden und mechatronischen Systemintegration von Leistungswandlern aller Art wie Schaltnetzteile, Frequenzumrichter usw. entwickelt.

Die Finanzierung erfolgt etwa zu gleichen Teilen durch öffentliche Projekte und Aufträge aus der Halbleiter- und Halbleitergeräte-Industrie. Das Institut beschäftigte im Jahr 2007 138 feste Mitarbeiter. Fast 5000m² Büro- und Laborfläche stehen zur Bearbeitung von Forschungsaufträgen zur Verfügung. Ferner besteht die Möglichkeit, das Reinraumlabor des Lehrstuhls für Elektronische Bauelemente (Prof. Heiner Ryssel) der Universität Erlangen-Nürnberg zu nutzen.

Kompetenzen und Anwendungen

Die Kompetenzen und Anwendungen der anerkannten Forschungstätigkeit des Fraunhofer-Institutes für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie zeigt Fig 2.

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 Elektro-

nische 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

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 processes, devices, and circuits by simulation.

The department of Semiconductor Manufacturing Equipment and Methods supports industrial companies in developing and upgrading new manufacturing equipment, materials and relevant processes (e.g. by integrating *in situ* measurement techniques and by minimizing contamination). Research in semiconductor manufacturing technology is an additional field of activity.

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, processes for thin dielectric and metallic layers, nano-electronic, circuit modification and IC repair as well as development of sensors and actors.

The department of Crystal Growth develops and optimizes equipment and processes for the growth of crystals to be used in microelectronics, optoelectronics, communication technology, photovoltaics, medical technology, and microlithography in collaboration with its industrial partners. It develops and applies simulation programs for modeling of high-temperature equipment and processes as well as measuring techniques for determining the mass and heat transport in crystal growth processes. Material science under micro-

gravity conditions completes the field of activity.

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.

The budget of the Institute is obtained almost equally from public project funding and from contract research performed for the semiconductor and semiconductor equipment industry. IISB had a permanent staff of 138 people in 2007. Nearly 5.000m² of office and laboratory space provide ample room to perform contract research. Moreover, the staff can use the cleanroom building belonging to the Chair of Electron Devices (University of Erlangen-Nuremberg). Both institutions are headed by Prof. Heiner Ryssel.

Areas of Competence and Applications

The technological expertise and applications offered by the Fraunhofer Institute of Integrated Systems and Device Technology, known for its efficient and internationally renowned contract research activities, are illustrated in Fig. 2.

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 modelling

Wissenschaftlich-technische Kernkompetenz

IISB

F & E-Produkte

	Prozeßsimulation	Mathematische Algorithmen	Programmierung komplexer Systeme	Halbleiterprozeßtechnik	<i>in situ</i> / on line-Meßtechnik	Gerätekonstruktion (mech., elektr., prozeßtech.)	Halbleiter- u. Bauelementemeßtechnik	Analytik (chem., phys. Kontamination)	Schichttechniken	Kristallzüchtung	Ionenstrahltechniken	Reinigung	Teststrukturen	Bauelementephysik	Leistungselektronik (LE)	Thermische Systemanalyse	LE-Meßtechnik
Physikalische Modelle f. Einzelprozesse u. Strukturen	•		•	•			•	•	•	•	•		•			•	
Rechenprogramm zur Prozeßsimulation		•	•							•				•			
Gerätesimulation			•	•	•				•	•			•		•		•
Geräteentwicklung			•	•	•	•		•		•					•	•	•
Gerätequalifizierung				•			•	•		•			•			•	•
Prozeßautomatisierung	•	•	•	•	•	•				•							•
Materialienqualifizierung				•	•		•	•	•				•			•	
Reinraumtechnik	•			•			•	•				•			•		
Normung				•	•	•	•	•				•	•				•
Prozeßentwicklung	•			•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•		•
Analytische Verfahren				•	•		•	•		•						•	
Bauelemente der Mikrosystemtechnik	•			•			•	•	•		•	•	•	•	•		
Lebensdauerengineering	•			•			•	•			•						
Chippreparatur/Maskenreparatur				•			•		•		•						
Sensorentwicklung	•			•			•	•	•	•	•	•	•	•			
Schaltungs- und Systementwicklung															•	•	•

Fig. 2: Wissenschaftlich-technische Kernkompetenzen des FhG-IISB.

Competencies and Applications

IISB

R & D Products

	Process Simulation	Mathematical Algorithms	Programming of Complex Systems	Semiconductor Physics	<i>in situ</i> / on line Metrology	Equipment Design (mech., electrical, technolog.)	Semiconductor and Device Metrology	Analytics (Chemical and Physical Contamination)	Thin-film Technologies	Crystal Growth	Ion Beam Technologies	Cleaning	Test Structures	Device Physics	Power Electronics (PE)	Thermal System Analysis	PE Metrology
Physical Models for Single Processes	•		•	•			•	•	•	•	•		•			•	
Process Simulation Software		•	•							•				•			
Equipment Simulation			•	•	•				•	•			•		•		•
Equipment Development			•	•	•	•		•		•					•	•	•
Equipment Qualification				•			•	•		•			•			•	•
Process Automation	•	•	•	•	•	•				•							•
Materials Qualification				•	•		•	•	•				•			•	
Cleanroom Technology	•			•			•	•				•			•		
Standardization				•	•	•	•	•				•	•				•
Process Development	•			•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•		•
Analytic Techniques				•		•	•	•		•						•	
Microsystems Technology	•			•			•	•	•		•	•	•	•	•		
Lifetime Engineering	•			•			•	•			•						
Chip Repair / Mask Repair				•			•		•		•						
Sensor Development	•			•			•	•	•	•	•	•	•	•			
Circuit and System Engineering															•	•	•

Fig. 2: Competencies and Applications of the FhG-IISB.

Außenstellen

Technologiezentrum Halbleitermaterialien Freiberg

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 der beiden Mutterinstitute bietet das THM, das Anfang 2005 gegründet wurde, FuE-Leistungen auf folgenden Gebieten an:

- Materialpräparation, -bearbeitung und -charakterisierung für Silicium und III/V-Halbleiter einschließlich Kristallzucht, Scheibenherstellung, Epitaxie und Hilfsstofffragen
- Technologien für Solarzellen

Die aktuellen Forschungsschwerpunkte, die das THM gemeinsam mit der vor Ort ansässigen Industrie und der Technischen Universität Bergakademie Freiberg bearbeitet, liegen auf der Kristallisation von multikristallinem Silicium für die Photovoltaik und in der Erforschung von Drahtsägetechnologien.

Ansprechpartner

Dr. Jochen Friedrich
Telefon: +49 (0) 3731 2033-100
jochen.friedrich@thm.fraunhofer.de



Fig. 1: 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.

Zentrum für Kfz-Leistungselektronik und Mechatronik - ZKLM

Das "Zentrum für Kraftfahrzeug- Leistungselektronik und Mechatronik - ZKLM" ist eine Außenstelle des Fraunhofer-IISB in Nürnberg.

Im Sommer 2004 wurden die Räumlichkeiten am "Energietechnologischen Zentrum - etz", einem Technologiepark in Nürnberg, bezogen. Ziel der Arbeiten am ZKLM ist es, mit Innovationen auf dem Gebiet der Leistungselektronik neue technische Lösungen für Hybrid-, Brennstoffzellen- und Elektrofahrzeuge zu ermöglichen. Entwickelt werden leistungselektronische Fahrzeugkomponenten für den Antrieb, das elektrische Energiemanagement in Kraftfahrzeugen, aber auch elektrische Energiespeichersysteme.

Im Zuge des Wachstums auf derzeit knapp 20 Mitarbeiter wurden die Büro- und Laborflächen in den letzten Jahren mehrfach auf aktuell 680m² erweitert. Ende 2007 konnte unsere "Hybrid-Manufaktur" mit PKW-Einfahrtmöglichkeit direkt ins Labor und Hebebühne

eröffnet werden. Parallel dazu wurde ein Projekt zur Entwicklung eines hybriden Versuchsfahrzeugs gestartet, das als Technologieträger zur Demonstration und Erprobung eigener Technologien und Systemkomponenten dienen soll.

Das ZKLM ist seit 2007 auch Sitz der neu gegründeten Arbeitsgruppe "Materialien und Zuverlässigkeit". Diese Gruppe befaßt sich mit Fragen der Zuverlässigkeit, Lebensdauer und Robustheit leistungselektronischer Systeme im Anforderungskontext der jeweiligen Zielanwendung.

Ansprechpartner

Dr. Martin März
Telefon: +49 (0) 911 235 68-10
martin.maerz@iisb.fraunhofer.de



Branch Labs

Technology Center Semiconductor Materials Freiberg

The subsidiary of Fraunhofer IISB, the Fraunhofer Technology Center Semiconductor Materials (THM) in Freiberg is a common department of the Fraunhofer Institute of Integrated Systems and Device Technology (IISB), Erlangen and the Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE), Freiburg.

THM, which was founded at the beginning of 2005, offers the following R&D services based on its core competences available at the institutes IISB and ISE:

- Material preparation, processing and characterization of silicon and III/V semiconductors including crystal growth, wafering, epitaxy, and consumables
- Technologies for solar cells.

The current research topics which are investigated by THM together with the local industry and the Technical University Bergakademie Freiberg are the crystallization of multicrystalline silicium for the photovoltaics and the research of innovative wire saw technologies.



Contact

Dr. Jochen Friedrich
Phone: +49 (0) 3731 2033-100
Jochen.friedrich@thm.fraunhofer.de



Fig. 2: 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.



Center for Automotive Power Electronics and Mechatronics - ZKLM

The "Center for Automotive Power Electronics and Mechatronics - ZKLM" in Nuremberg is a branch-lab of the Fraunhofer-IISB.

In summer 2004, the premises in the "Energy Technology Center - etz", a technopark in Nuremberg were obtained. The ZKLM is focused on the development of power electronic systems for mobile applications such as hybrid, electric, and fuel cell cars, but also for aircrafts and railway vehicles. The power electronic systems for these applications comprise drives, converters for energy management, and energy storage units.

In the course of the growth to currently almost 20 employees, the office and laboratory areas have been extended several times to currently 680m². Our "hybrid manufactory" with a car entry directly into the laboratory could be opened at the end of 2007. In parallel, a project aiming at the development of a hybrid research vehicle was launched.

This car will be used as a test bed for our technologies and vehicle components.

Since 2007, the ZKLM is also domicile of the new workgroup "Materials and Reliability". This group is working on reliability, lifetime, and robustness issues of power electronic systems in the context of the individual application requirements and mission profiles.



Contact

Dr. Martin März
Phone: +49 (0) 911 235 68-10
martin.maerz@iisb.fraunhofer.de



Kuratorium

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, ehema-
liger Präsident der Bayerischen For-
schungsstiftung

Klaus Jasper
Ministerialdirigent a. D., Bayerisches
Staatsministerium für Wirtschaft, Infra-
struktur, Verkehr und Technologie

Prof. Dr. Johannes Huber
Dekan der Technischen Fakultät der
Universität Erlangen-Nürnberg
seit 1. Oktober 2007

Dr. Karl-Heinz Stegemann
Signet Solar GmbH Dresden

Dr. Thomas Stockmeier
SEMIKRON Elektronik GmbH & Co. KG

Dr. Uwe Weigmann
Technologiestiftung
Innovationsagentur Berlin GmbH

Prof. Dr. Alfred Leipertz
Dekan der Technischen Fakultät der
Universität Erlangen-Nürnberg
bis 30. September 2007



Advisory Board

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 Univer-
sity of Erlangen-Nuremberg, former
managing director of the Bavarian Re-
search Foundation

Klaus Jasper
Ministerialdirigent a. D., Bavarian Mini-
stry of Economic Affairs, Infrastructure,
Transport and Technology

Prof. Dr. Johannes Huber
Dean of the Faculty of Engineering
Sciences of the University of Erlangen-
Nuremberg
since October 1, 2007

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

Prof. Dr. Alfred Leipertz
Dean of the Faculty of Engineering
Sciences of the University of Erlangen-
Nuremberg
until September 30, 2007

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 Bauelementeentwicklung 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 Halbleiterfertigungsgerä-

ten 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 Produktivität 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 höchstintegrierte 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 wichtig-

sten Prozeßschritte auf Siliciumscheiben von 100 bis größtenteils 200mm 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 Leistungsbauelementen bzw. von Komponenten für Leistungsbauelemente 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,

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 ultra-large-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 testing 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-chemi-

cal 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 above-mentioned 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, energy-dispersive 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 de-

Optoelektronik, Kommunikationstechnologie, Photovoltaik, Medizintechnik und für die Mikrolithographie. Die Strategie ist dabei, sowohl durch experimentelle als auch theoretische Studien 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 Vorlauforschung 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, Hochtemperatur Elektronik, Ansteuerschaltungen

für Leistungsbaulemente, innovative Lösungen zur Energie-Einsparung und Wirkungsgradoptimierung, leistungselektronische Meßtechnik, Bauteilcharakterisierung und Modellbildung.

Durch einen Kooperationsvertrag zwischen der FhG 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 4780m², davon 2620m² Büro- und Sonderflächen sowie 1590m² Laborräume. Gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente wird die Reinraumhalle der Universität mit 600m² 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 150mm 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 6MeV, Kurzzeitausheilapparaturen
- Oxidation, Diffusion und Ausheilen: 4-Stock-Öfen, 300mm-Vertikalöfen, Kurzzeitoxidation
- Schichtabscheidung: LPCVD von SiO₂, Si₃N₄, Polysilicium, TEOS, BPSG, PECVD von SiO₂ und stressfreiem Si₃N₄, ALD und metallorganischer 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 200mm
- Polieren: Doppelseitenpoliermaschine, Einseitenpoliermaschine (Chemical Mechanical Polishing)
- Reinräume der Klasse 100 für die

partment is provided with highly efficient user-friendly simulation programs, which are especially suitable for heat and mass transport calculations 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 re-

search 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 of Integrated Systems and Device Technology has a total of 4,780m² of floor space at its disposal; 2,620m² for offices and special purposes and 1,590m² of laboratory space. In addition, 600m² 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 150mm. 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

- Doping: 5 ion implanters, including a high-energy implanter (up to 6MeV), rapid thermal processing

(RTP)

- Oxidation, diffusion and annealing: 4-stage furnaces, 300mm vertical furnace, rapid thermal oxidation
- Layer deposition: LPCVD of SiO₂, Si₃N₄, polysilicon, TEOS, BPSG, PECVD of SiO₂ and low stress Si₃N₄, ALD and MOCVD of high-k dielectrics and metals, electron beam evaporation, resistance evaporation, inductive evaporator, sputtering system, annealing and epitaxy systems for SiC
- Etching methods: plasma and RIE dry etcher for SiO₂, Si₃N₄, silicon, polysilicon and aluminum, resist ashing, wet benches for all essential etching steps
- Cleaning: Cholin and Piranha, final cleaning equipment
- Lithography: projection and proximity exposure systems, e-beam system, automatic wafer track for coating and developing
- Nanoimprint Lithography: Nano Patterning Stepper (NPS) 300 structuring of substrates with diameters up to 200mm
- Polishing: double side polishing, chemical mechanical polishing
- Class 100 cleanrooms for the development, testing, prequalification, and mounting of semiconductor manufacturing equipment with
 - 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
- 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

- Entwicklung, Erprobung, Vorqualifikation und Montage von Halbleiter-Fertigungsgeräten mit
 - SC-kompatibler Clusterplattform mit XPS-Meßmodul
 - Versuchsstand für Partikelmessung
 - Versuchsstand für Plasmadiagnostik
 - Vertikalofen mit in situ-Schichtdickenmeßtechnik
- 2 Bonder (Hand und Automatik), Verkapselung
- Al-Dickdraht-Bonder
- Vakuum-Dampfphasenlötanlage
- Kristallziehanlagen: 5 Hochdruckofenanlagen, 1 Mehrzonenofenanlage für Hochvakuum bzw. Reaktivgase, mehrere Mehrzonenofen u.a. für spezielle Einsatzgebiete
- Drahtsäge und Poliermaschinen

Meßtechnik und Analytik

Chemische Charakterisierung:

- Gasphasenzersetzung (VPD) mit und ohne automatischem Tropfenscanner
- Pack Extraction Method (PEM)
- Scheibenoberflächenpräparations-system (WSPS)
- TOC-/DOC-Meßgeräte

Optische Charakterisierung:

- Atomabsorptionsspektroskopie (AAS)
- Optische Emissionsspektroskopie (ICP-OES)
- Defektinspektion auf unstrukturierten Scheibenoberflächen
- Fouriertransformations-Infrarot-Spektroskopie (FTIR)
- Interferometrie
- IR-Thermographie
- Laserrastermikroskop (LSM)
- Mikroskop mit digitaler Bildverarbeitung
- Optisches System zur Siliciumscheideninspektion und Defektklassifikation
- Partikelkontamination (für strukturierte und nicht strukturierte Schei-

- ben)
- Partikelmessungen
- Partikelzähler für flüssige und gasförmige Medien und zur Überwachung der Reinraumqualität
- Photometer
- Schichtdicken (optisch mit Ellipsometer oder Interferometer, schnelles Interferometer für in situ-Messungen, Spektralellipsometer (in situ, ex situ))
- Totalreflexion-Röntgenfluoreszenz-Analyse (TXRF)
- UV / VIS / NIR Spektrometer

Physikalische Charakterisierung:

- Flüssigchromatograph (LC)
- Gaschromatograph-Massenspektrometer mit Thermodesorption (TD)-GC-MS
- Kalometrie, Thermodynamik (DTA und DSC)
- Haftstellen-Konzentration (Deep Level Transient Spectroscopy (DLTS))
- Kontaktwinkelmeßgerät
- Magnetsektorfeld- Massenspektrometer
- Streißmeßplatz
- 2 Feinfokussionstrahlanlagen (FIB)
- Sekundärionen-Massenspektrometer (SIMS)
- Neutralteilchen-Massenspektrometer (SNMS)
- Photoelektronen-Spektrometer (XPS)
- Rasterelektronenmikroskopie (REM) mit energiedispersiver Röntgenstrahl-analyse (EDX)
- Röntgendiffraktometrie (XRD) und Röntgenreflektometrie (XRR)
- Rasterkraftmikroskop für elektrische Messungen: Tunnel- bzw. -Leckstrombestimmung (TUNA)
- Rasterkraftmikroskope (AFM) zur Topographie- bzw. Rauigkeitsbestimmung
- Scheibendicke und -form (kapazitiv)
- Schichtdicken (mechanisch mit Profilometer)

- Strukturbreiten (Rasterelektronenmikroskop, Laserrastermikroskop, AFM)
- Thermodesorption
- Thermowellanalyse
- Transmissionselektronenmikroskop (TEM)

Elektrische Charakterisierung:

- Diffusionslänge und Lebensdauer von Minoritätsladungsträgern (Electrolytical Metal Tracer ELYMAT)
- 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-Streiß)
- I(U)- und C(U)-Messungen auf manuellen oder automatischen Scheibenprobern
- Impedanzanalysator, Parameteranalysator
- Profile von Ladungsträgerkonzentration und -beweglichkeit (Hall-Meßplatz, Spreading-Resistance)
- Solarzellenmeßplatz
- Netzleistungs- und Oberwellen-Analysator
- Normgerechte Burst/Surge-Generatoren, Load-dump, ESD
- DC-Quellen und elektronische Lasten bis 60kW
- Teilentladungsmessung
- Z_{th} -Meßplatz

Weitere Meßtechnik:

- Klimatestkammer
- Motorprüfstand (bis 40kW)
- Lastwechseltesteinrichtung
- Oszilloskope bis 10GS/s (Giga-Samples/Sekunde)

Softwareausstattung

- Verschiedene Programme (sowohl Kommerzielle Programme als auch

- Wire saw and polishing machines

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 of unpatterned wafer surfaces
- Thermal imaging system
- Fourier transformation infrared spectroscopy (FTIR)
- Laser scanning microscope (LSM)
- Microscopy with digital image conversion
- Optical system for wafer inspection and classification
- Particle contamination (patterned and unpatterned)
- Particle counter
- Particle counter for liquid and gaseous media and for monitoring cleanroom quality
- Photometer
- Layer thickness (optically with ellipsometer or interferometer, rapid interferometer for in situ measurements, spectral ellipsometer (in situ, ex situ))
- Total-reflection X-ray fluorescence analysis (TXRF)
- UV / VIS / NIR spectrometer

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 measurement tool
- Magnetic sector field mass spectrography
- 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 microscope for electrical measurements: tunnel and leakage current
- Atomic force microscopes (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 microscope (TEM)

Electrical characterization

- Diffusion length and lifetime of minority carriers (Electrolytical Metal Tracer ELYMAT)
- 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)

- 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 60kW
- Partial discharge measuring
- Z_{th} measurement equipment

Further metrology

- Climatic test cabinet
- Drive test bench (up to 40kW)
- Power cycling test equipment
- Oscilloscopes up to 10GS/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, SOLID, DEP3D, ANETCH, Dr.Litho, ENCOTION
- 3-D thermal FEA
- 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

Eigenentwicklungen) für Geräte-, Prozeß- und Bauelementesimulation, z. B. ICECREM, TRIM, DIOS, DESSIS, FLOOPS, SENTAURUS, RAPHAEL, SO LID, DEP3D, ANETCH, Dr.Litho, ENCOTION

- Flotherm (3D thermische FEA)
- Ansoft PEMAG
- Arena (Logistik-Simulation)
- Schaltungssimulatoren Pspice, Simulatorer
- 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

 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



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

Mitarbeiterentwicklung

2007 beschäftigte das IISB 138 Mitarbeiter. Fig. 3 zeigt die Entwicklung des Personalstandes seit 2000.

Staff Development

In 2007, IISB had 138 employees. Fig. 3 shows the staff development since 2000.

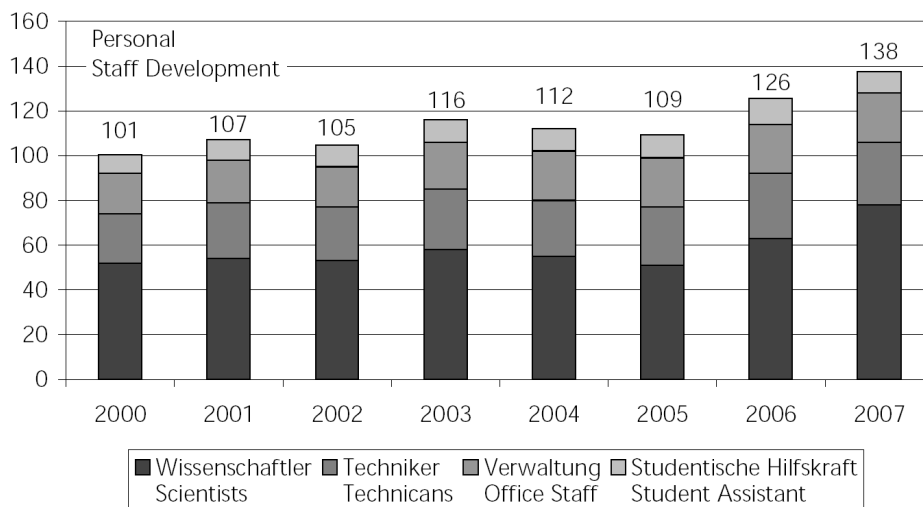


Fig. 3: Personalentwicklung 2000 - 2007; Staff development 2000 - 2007.

Betriebshaushalt

Fig. 4 und Fig. 5 geben eine schnelle Orientierung über die wichtigsten Kennziffern bei Aufwand und Finanzierung des IISB.

Budget

Fig. 4 and Fig. 5 give a quick overview of the most important representative figures in terms of funding and investments of IISB.

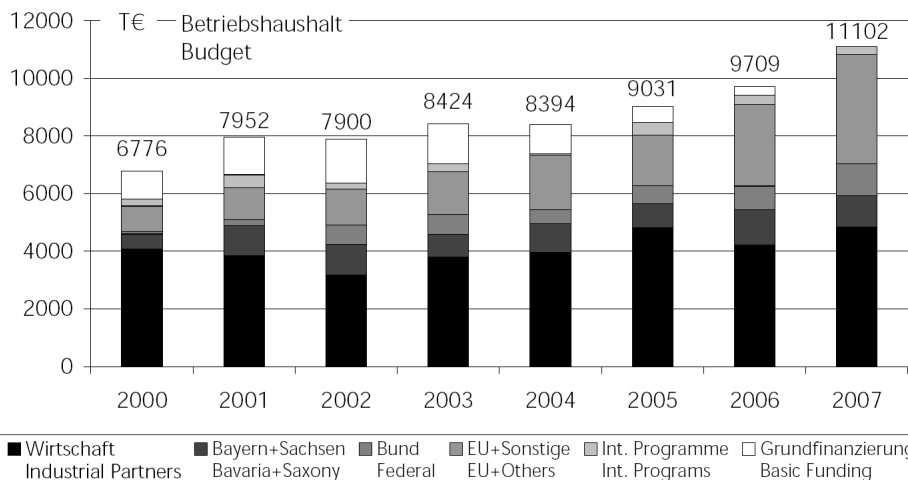


Fig. 4: Entwicklung des Betriebshaushaltes; Budget development IISB.

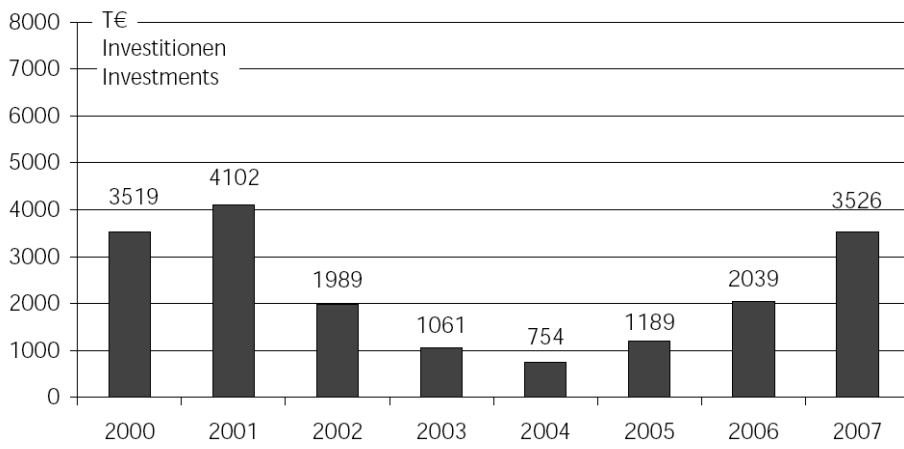


Fig. 5: Entwicklung des Investitionshaushaltes;
Development of investments.

Die Fraunhofer-Gesellschaft

Forschung für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung für die Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand. Im Auftrag von Ministerien und Behörden des Bundes und der Länder werden zukunftsrelevante Forschungsprojekte durchgeführt, die zu Innovationen im öffentlichen Nachfragebereich und in der Wirtschaft beitragen.

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 Weiterentwicklung, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen auch für Information 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, in anderen Bereichen der Wissenschaft, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studentinnen und Studenten an Fraunhofer-Instituten eröffnen sich wegen der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 56 Institute, an 40 Standorten in ganz Deutschland. 13000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, über-

wiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,3 Milliarden Euro. Davon fallen mehr als 1 Milliarde 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.

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 Schwerpunkte der Forschungs- und Entwicklungsarbeit an den Fraunhofer-Instituten sind acht Forschungsgebieten zugeordnet:

- Werkstofftechnik, Bauteilverhalten
- Produktionstechnik, Fertigungstechnologie
- Informations- und Kommunikationstechnik
- Mikroelektronik, Mikrosystemtechnik
- Sensorsysteme und Prüftechnik
- Verfahrenstechnik
- Energie- und Bautechnik, Umwelt- und Gesundheitsforschung
- Technisch-ökonomische Studien, Informationsvermittlung

Die Zielgruppen

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist sowohl der Wirtschaft und dem einzelnen Unternehmen als auch der Gesellschaft 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, innovative Lösungen und trägt zur breiten Anwendung neuer Technologien bei. Für kleine und mittlere Unternehmen ohne eigene F&E-Abteilung ist die Fraunhofer-Gesellschaft wichtiger Lieferant für innovatives Know-how.
- Staat und Gesellschaft: Im Auftrag von Bund und Ländern werden strategische Forschungsprojekte durchgeführt. Sie dienen der Förderung von Spitzen- und Schlüsseltechnologien oder Innovationen auf Gebieten, die von besonderem öffentlichem Interesse sind, wie Umweltschutz, Energietechniken und Gesundheitsvorsorge. Im Rahmen der Europäischen Union beteiligt sich die Fraunhofer-Gesellschaft an den entsprechenden Technologieprogrammen.

Das Leistungsangebot

Wer wirtschaftlichen Erfolg sucht, muß neue Ideen entwickeln und rasch in Produkte umsetzen. Der schnelle Informationstransfer zählt zu den wichtigsten Zielen der Unternehmenspolitik der Fraunhofer-Gesellschaft. Unternehmen aller Größen und Branchen nutzen die Fraunhofer-Institute als externe High-Tech-Labors für praktisch alle Arten von

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. The organization also accepts commissions 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 society in general.

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, accelerating technological progress, improving the acceptance of new technologies, and not least by disseminating their knowledge 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, in other scientific domains, in industry and in society. Students working 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.

At present, the Fraunhofer-Gesellschaft maintains more than 80 research units, including 56 Fraunhofer Institutes, at 40 different locations in Germany. The majority of the 13,000 staff are qualified scientists and engineers, who work with an annual research budget of 1.3 billion euros. Of this sum, more than 1 billion euros 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 institutional 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.

The Fraunhofer-Gesellschaft is a recognized non-profit organization which takes its name from Joseph von Fraunhofer (1787-1826), the illustrious Munich researcher, inventor and entrepreneur.

The Research Fields

The focal research and development activities at the Fraunhofer Institutes are grouped into eight focal fields, with the respective Institutes listed accordingly:

- Materials technology, component behavior
- Production technology, manufacturing engineering
- Information and communications technology
- Microelectronics, microsystems tech-

nology

- Sensor systems, testing technology
- Process technology
- Energy and building technology, environmental and health research
- Technical and economic studies, information transfer

The Research Clients

The Fraunhofer-Gesellschaft maintains an obligation to serve industry, its partner companies, and society at large. Target groups and thus beneficiaries of research conducted by the Fraunhofer-Gesellschaft are:

- Industry: Small, medium-sized and multinational companies in industry and in the service sector all profit from contract research. The Fraunhofer-Gesellschaft develops technical and organizational solutions which can be implemented in practice, and promotes applications for new technologies. The Fraunhofer-Gesellschaft is a vital supplier of innovative know-how to small and medium-sized companies who do not maintain their own in-house R&D departments.
- Government and Society: Strategic research projects are carried out under contract to national and regional government. They serve to promote the implementation of cutting-edge technology and innovations in fields of particular public interest, such as environmental protection, energy conservation and health. The Fraunhofer-Gesellschaft furthermore participates in technology programmes supported by the European Union.

The Range of Services

Commercial success depends on new ideas rapidly implemented as marketable products. One of the primary pol-

Entwicklungsaufgaben, für spezielle Dienstleistungen und als kompetente Berater in organisatorischen und strategischen Fragen. Professionelles Projektmanagement und Verfahren des Qualitätsmanagements führen zu konkreten Ergebnissen, die sich in der Praxis bewähren.

Die Vorteile der Vertragsforschung

Die Fraunhofer-Gesellschaft entwickelt in acht Forschungsgebieten Produkte und Verfahren bis zur Anwendungsreife. Dabei werden in direktem Kontakt mit dem Auftraggeber individuelle Lösungen erstellt. Durch die Zusammenarbeit aller Institute stehen den Auftraggebern der Fraunhofer-Gesellschaft zahlreiche Experten mit einem breiten Kompetenzspektrum zur Verfügung. Gemeinsame Qualitätsstandards und das professionelle Projektmanagement der Fraunhofer-Institute sorgen für verlässliche Ergebnisse der Forschungsaufträge.

Modernste Laborausstattungen machen die Fraunhofer-Gesellschaft für Unternehmen aller Größen und Branchen attraktiv. Neben der Zuverlässigkeit einer starken Gemeinschaft sprechen auch wirtschaftliche Vorteile für die Zusammenarbeit, denn die kostenintensive Vorlauforschung bringt die Fraunhofer-Gesellschaft bereits als Startkapital in die Partnerschaft ein.

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)
N.N.
(Personal und Recht)

Ihr Ansprechpartner in der
Abteilung für Presse und Öffentlich-
keitsarbeit:

Franz Miller
Telefon: +49 (0) 89/12 05-1300
franz.miller@zv.fraunhofer.de

icy objectives of the Fraunhofer-Gesellschaft is improved information transfer. Companies of all sizes and from all sectors of industry use the Fraunhofer Institutes as external high-tech laboratories for virtually all kinds of development work, for special services, and as expert consultants on organizational and strategic questions. Professional project management and processes of quality management lead to concrete results of genuine market value.

The Advantages of Contract Research

The Fraunhofer-Gesellschaft develops products and processes through to market implementation in eight focal research fields. Individual solutions are generated in close cooperation with the industrial partner. The cooperation of all Fraunhofer Institutes ensures industrial partners the necessary expertise across a wide spectrum of disciplines. Common standards of quality and the professional project management of the Fraunhofer Institutes guarantee reliable results from research contracts.

The latest laboratory equipment makes the Fraunhofer-Gesellschaft attractive to companies of all sizes and from all sectors of industry. In addition to the reliability of this powerful association, economic benefits also speak for collaboration; cost-intensive preparatory research by the Fraunhofer-Gesellschaft represents the investment capital it makes available to any partnership.

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)
N.N.
(Personnel and Legal Affairs)

Press and Public Relations:

Franz Miller
Phone: +49 (0) 89 1205-1300
franz.miller@zv.fraunhofer.de

Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik

Der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik V μ E koordiniert seit 1996 die Aktivitäten der auf den Gebieten Mikroelektronik und Mikrointegration tätigen Fraunhofer-Institute: Das sind zehn Institute und zwei Gastinstitute mit rund 2340 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Das jährliche Budget beträgt rund 219 Mio €. Die Aufgaben des Fraunhofer V μ E bestehen im frühzeitigen Erkennen neuer Trends bei mikroelektronischen Technologien und Anwendungen sowie deren Berücksichtigung bei der strategischen Weiterentwicklung der Verbundinstitute. Dazu kommen das gemeinsame Marketing und die Öffentlichkeitsarbeit.

Hauptarbeitsfelder sind die Entwicklung gemeinsamer Themenschwerpunkte und Projekte. So kann der Verbund insbesondere innovativen mittelständischen Unternehmen rechtzeitig zukunftsweisende Forschung und anwendungsorientierte Entwicklungen anbieten und damit entscheidend zu deren Wettbewerbsfähigkeit beitragen. Die Kernkompetenzen der Mitgliedsinstitute werden gebündelt in den Geschäftsfeldern:

- »Smart System Integration«
- »More Moore« und »Beyond CMOS«
- Kommunikation und Unterhaltung
- Mobilität
- Automatisierungstechnik
- vernetzte Assistenzsysteme
- Medizintechnik
- Licht
- Sicherheit

Die Geschäftsstelle des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik ist das zentrale Koordinierungsbüro. In enger Zusammenarbeit mit den Instituten bildet sie das Bindeglied zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik.

Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für

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

Fraunhofer Alliance Microelectronics

The Fraunhofer Microelectronics Alliance V μ E has been coordinating the activities of Fraunhofer Institutes working in the fields of microelectronics and microintegration since 1996. Its membership consists of ten institutes as full members and two as associated members, with a total workforce of around 2,340 and a combined budget of roughly 219 million €. The purpose of the Fraunhofer V μ E is to scout for new trends in microelectronics technologies and applications and to integrate them in the strategic planning of the member institutes. It also engages in joint marketing and public relations work.

The activities of the alliance concentrate largely on establishing joint focal research groups and projects. In this way, the alliance is able to provide innovative small and medium-sized enterprises, in

particular, with future-oriented research and application-oriented developments that will help them to gain a decisive competitive edge. The alliance pools the core competences of its member institutes in the areas of:

- »Smart System Integration«
- »More Moore« and »Beyond CMOS«
- Communication and entertainment
- Mobility
- Automation technology
- Networked assistance
- Medical engineering
- Light
- Security

The central office of the Fraunhofer Microelectronics Alliance coordinates all activities, working closely with the member institutes to forge durable contacts between science, industry and politics.

The alliance comprises the Fraunhofer Institutes for

- Applied Solid State Physics IAF
- Communication Systems ESK
- Digital Media Technology IDMT (associated member)
- 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 and the
- Fraunhofer Center Nanoelectronic Technologies CNT

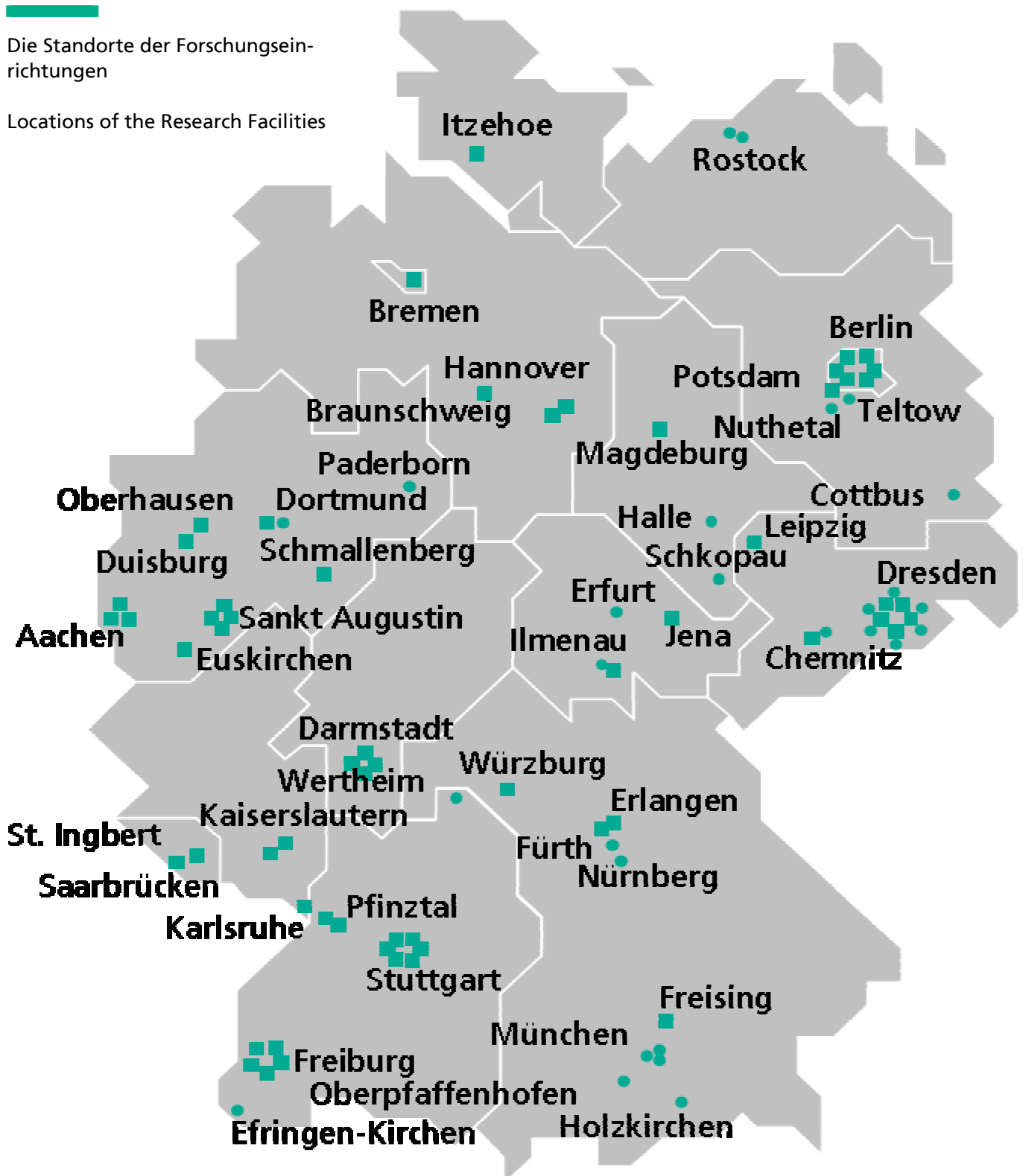


Fig. 6: Die Standorte der Forschungseinrichtungen (Quadrate: Institute; Punkte: Institutsteile, Teilinstitute, Einrichtungen, Arbeitsgruppen, Außenstellen sowie Anwendungszentren);
Locations of the Research Institutes in Germany (squares: Institutes; dots: Branches of Institutes, Research Institutions, Working Groups, Branch Labs, Application Centers).

Schwerpunkte, Trends und Potentiale der Abteilung Technologiesimulation

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 der diese Kostenersparnis zur Zeit auf etwa 40% geschätzt 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 Entwicklung von Prozeßabläufen, Lithographie-Masken, Bauelementen und Schaltungen durch die Bereitstellung 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. Sie beginnt regional in Bayern und Sachsen mit Firmen wie AMTC, Infineon und Qimonda, schließt in Europa weitere Firmen von Weltrang wie ASML, Mattson, NXP (früher Philips) und STMicroelectronics sowie führende Forschungseinrichtungen und Universitäten ein, und erstreckt sich bis in die USA und nach Japan. Dieses vom IISB aufgebaute Netzwerk ermöglicht die optimale Nutzung der in Europa vorhandenen Kompetenz für die Entwicklung und industrielle Anwendung der Technologiesimulation.

Die Aktivitäten erstrecken sich von der Vorlaufforschung, mit der eigenes Know-How und eigene Urheberrechte aufgebaut werden, über gemeinsame Entwicklungsarbeiten mit Partnern, die jeweils komplementäre Fähigkeiten ein-

bringen, bis hin zu bilateraler Zusammenarbeit und Verbundprojekten, bei denen mit Hilfe der Simulation fortschrittliche Technologien und Bauelemente entwickelt werden. Als Beispiel für eigene Vorlaufforschung sei hier das proprietäre Softwaresystem des IISB, Dr.LiTHO, zur Simulation und Optimierung von Masken und Prozessen für die optische und EUV-Lithographie genannt: In Dr.LiTHO sind modernste Verfahren der Softwareentwicklung und -architektur mit der Weiterentwicklung der bereits weltweit in der Anwendung bewährten physikalischen Modelle und leistungsfähigen Algorithmen des IISB zur Lithographiesimulation sowie fortschrittlichen Optimierungsverfahren kombiniert. Es stellt somit eine Entwicklungsumgebung für die optische und EUV-Lithographie dar, welche die bisherige Vermarktung von Ergebnissen des IISB innerhalb der Simulatoren SOLID-E und SOLID-EUV des Softwarehauses SIGMA-C Anfang 2008 nicht nur ersetzt, sondern auch weit darüber hinausgehende Möglichkeiten schafft. Unter anderem können mit Dr.LiTHO sehr effizient die Auswirkungen von Schwankungen in Lithographieprozessen untersucht und Prozeßfenster optimiert werden. Prozeßschwankungen und -fenster sind zentrale Probleme für die weitere Entwicklung der Nanoelektronik und ein Schwerpunkt zukünftiger Arbeiten der Abteilung. Ein besonders gutes Beispiel für gemeinsame Entwicklungsarbeiten ist das vom IISB koordinierte und von der EU geförderte "Specific Targeted Research Project" (STREP) "ATOMICS", in dem prädiktive Modelle zum Verständnis und zur Simulation fortschrittlicher Prozesse zur Erzeugung sehr flacher und sehr hoch aktivierter Source- und Drainkontakte entwickelt werden. Dieses Projekt basiert entscheidend auf den herausragenden und komplementären Kompetenzen, die jeder Projektpartner hinsichtlich für die Experimente benötigter spezieller Prozeßschritte, Charakterisie-

rungstechniken oder Simulationsverfahren einbringt. Die Mitarbeit der Abteilung am "Integrierten Projekt" "PULLNANO" der EU ist ein hervorragendes Beispiel für den Transfer der Ergebnisse der Modellentwicklung in die aktuelle Forschung zur Entwicklung zukünftiger Halbleiterbauelemente: Auf Wunsch der industriellen Partner trägt die Abteilung hier nicht nur mit der Implementierung und Anpassung dieser physikalischen Modelle bei, sondern untersucht darüber hinaus mittels gekoppelter Prozeß- und Bauelementesimulation das Verhalten zukünftiger Bauelemente des 32nm- und des 22nm-Technologieknötens. Hierbei hat es sich als besonders wichtig herausgestellt, nicht nur den idealen Transistor zu betrachten, sondern auch die Auswirkungen von Schwankungen von Schlüsselparametern wie der Gatelänge sowie die Auswirkung parasitärer Kapazitäten und Widerstände der Schaltungen. Mit seinen Arbeiten stellt das IISB in PULLNANO eine Brücke vom Prozeß und seiner Simulation über das Bauelement bis hin zur Schaltung - z.B. einer Speicherzelle aus sechs Transistoren - her. Die Ergebnisse zeigen, daß Nichtidealitäten von Prozessen, Bauelementen und Schaltungen immer mehr miteinander verknüpft sind - eine Entwicklung, der sich die Simulation verstärken stellen muß. Hierzu können vom IISB unter anderem aufgrund seiner führenden Rolle in der Lithographiesimulation entscheidende Beiträge erwartet werden.

Ansprechpartner

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

Focal Areas of Research and Development, Trends and Potentials of the Department of Technology Simulation

The simulation of semiconductor fabrication processes, devices and circuits strongly contributes to the reduction of development costs in micro- and nano-electronics. Among others, this has been confirmed in the International Technology Roadmap for Semiconductors ITRS, which currently estimates 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. It spans from the regions of Bavaria and Saxony with partner companies like AMTC, Infineon and Qimonda, includes further European industrial key players like ASML, Mattson, NXP (formerly Philips) and STMicroelectronics, and leading research institutes and universities, and extends as far as to the USA and Japan. This network promoted by IISB enables the optimum usage of the competence available in Europe for the development and industrial use of semiconductor technology simulation.

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, to bilateral cooperations and compound projects on the application of simulation to sup-

port the development of advanced processes and devices. A very good example for internal research is the IISB proprietary software system "Dr.LiTHO" for the simulation and optimization of masks and processes for optical and EUV lithography: Within "Dr.LiTHO", most up-to-date methods of software development and system architecture are combined with the further improvement of well-established physical models and algorithms of IISB for lithography simulation and with advanced optimization tools. It comprises a development environment for optical and EUV lithography which early in 2008 not only will replace the commercialization of results from IISB within the simulators SOLID-E and SOLID-EUV of SIGMA-C, but furthermore provides many additional capabilities. Among others, "Dr.LiTHO" can be used to investigate the effects of variations in lithography processes and to optimize process windows in a very efficient way. Process variations and process windows are key problems for the further development of nanoelectronics and very important subjects for future work of the Technology Simulation department. An especially good example for joint research work is the EC-funded "Specific Targeted Research Project" (STREP) "ATOMICS": Here, predictive models for the simulation of advanced processes for the formation of very shallow and very highly activated source and drain contacts are being developed. This project is heavily based on the extraordinary and complementary competencies which each partner contributes concerning special processing, characterization and simulation capabilities required for the experiments and the model development. The contribution of the department to the "Integrated Project" "PULLNANO" funded by the EC is an excellent example for the transfer of results from model development into current research on the development of future

semiconductor devices: On request from the industrial partners, the department contributes to this project not only by the implementation and adaptation of these physical models, but additionally investigates by coupled process and device simulation the behavior of future devices of the 32 and 22nm node. Here, it has become evident that not only the behavior of the nominal transistor must be investigated, but additionally also the impact of variations of key parameters such as gate length and of parasitic capacitances and resistances inside the circuit. Through its work within "PULLNANO" the department establishes a link between the process and its simulation on one hand side through the device until the circuit, e.g. a six-transistor memory cell. The results have demonstrated that non-idealities of processes, devices and circuits get more and more linked to each other. This is a trend which must receive more attention in future simulation work. Among others due to its leading role in lithography simulation, IISB can be expected to make key contributions to address this problem in future.

Contact



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

Einleitung

Durch die kontinuierlich fortschreitende Miniaturisierung der Bauelemente für höchstintegrierte Schaltungen wird es notwendig, die Diffusion der Dotieratome zu minimieren und gleichzeitig ihre elektrische Aktivierung, wenn möglich über die Festkörperlöslichkeit hinaus, zu erhöhen. Dazu wird es nötig sein, die aktuell in der Produktion verwendeten Spike-Ausheilprozesse mit ihren Aufheizraten von mehreren hundert K/s und Spitzentemperaturen im Bereich von 1000°C durch Prozesse mit deutlich kleinerer thermischer Belastung zu ersetzen. Eine mögliche Alternative ist die Flash-Ausheilung, bei der mit Hilfe einer Blitzlampe Temperaturen im Bereich von 1300°C während Zeitdauern im Millisekundenbereich erreicht werden. Solche Ausheilstrategien sind nicht nur eine Herausforderung für die Prozeßentwicklung, sondern auch für die numerische Simulation dieser Prozesse, da Diffusion und Aktivierung bei diesen sehr hohen Temperaturen vergleichsweise schlecht verstanden sind. Gemäß der allgemein anerkannten "International Roadmap for Semiconductors" (ITRS) ist "Technology Computer-Aided Design" (TCAD) in der Lage, bis zu 40% der Entwicklungskosten zu sparen. Dies setzt jedoch quan-

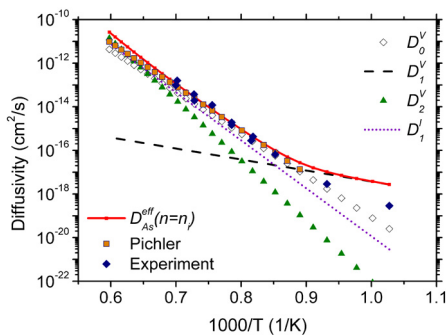


Fig. 1: Diffusionskoeffizienten von Arsen über Paare mit Gitterleerstellen (D_n^V) und Eigenzwischengitteratomen (D_n^i) in verschiedenen Ladungszuständen n ; Diffusion coefficients of arsenic via pairs with vacancies (D_n^V) and self-interstitials (D_n^i) in different charge states n .

titative Modelle und deren Entwicklung ein gründliches Verständnis der physikalischen Phänomene voraus. Um die notwendige Prädiktivität der Modelle für zukünftige Generationen von Halbleiterbauelementen zu erreichen, entwickelte das Fraunhofer IISB im Rahmen des Europäischen Projekts ATOMICS ein Modell für die Aktivierung und Diffusion von Arsen, das bereits für einen weiten Bereich von Implantations- und Ausheilbedingungen kalibriert ist und seine Tauglichkeit bewies.

Modellbeschreibung

Zur quantitativen Beschreibung der Aktivierung und Diffusion von Arsen in Silicium ist es notwendig, eine Reihe von Phänomenen zu berücksichtigen. Seit langem ist bekannt, daß die Diffusion von Arsen bei hohen Konzentrationen stark zunimmt. Jedoch war nicht klar, welche Diffusionsmechanismen dazu beitragen. Unsere Kalibrierung in Fig. 1 zeigt, daß die Diffusion bei niedrigen Temperaturen fast ausschließlich über Paare mit Gitterleerstellen abläuft, während für höhere Temperaturen die Diffusion über Eigenzwischengitteratome zunimmt. Ein weiterer Aspekt war die Segregation von Arsenatomen zur Grenzschicht zu Oxiden, die in der Praxis einen Verlust der aktiven Dosis von bis zu 60% verursachen kann. Diese wurde im Rahmen eines internationalen Projekts der deutschen Forschungsgemeinschaft am Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente untersucht und das Ergebnis im Rahmen von ATOMICS in das Modell implementiert. Fig. 2 zeigt die Schichtkonzentration der segregierten Arsenatome als Funktion der Arsenatome auf Gitterplätzen. Zur Beschreibung der Aktivierung bei hohen Konzentrationen ist es noch erforderlich anzunehmen, daß sich neben der Bildung einer SiAs-Phase auch Arsen-Gitterleerstellenkomplexe bilden können.

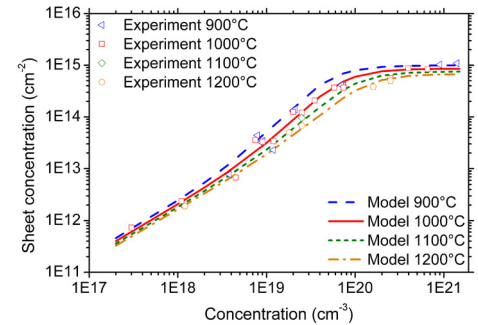


Fig. 2: Schichtkonzentration der segregierten Arsenatome als Funktion der substitutionellen Konzentration; Sheet concentration of segregated arsenic atoms as a function of the substitutional concentration.

Simulationsergebnisse

Um die Tauglichkeit des Modells für zukünftige Ausheilprozesse zu testen, wurden Simulationen von Ausheilungen von Arsenimplantationen mit einer Energie von 1keV und einer Dosis von 10^{15}cm^{-2} durchgeführt. Die Temperaturprofile der entsprechenden Prozesse sind in Fig. 3 zu sehen. Fig. 4 zeigt den Vergleich einer solchen Simulation mit experimentellen Ergebnissen nach der Kombination einer Flash-Ausheilung mit einer Spitzentemperatur von 1275°C und einer Spike-Ausheilung mit einer Spitzentemperatur von 1000°C. Die exzellente Übereinstimmung spricht für die Qualität des entwickelten Modells.

Ansprechpartner

Dr. Alberto Martinez-Limia
 Telefon: +49 (0) 9131 761-154
 alberto.martinez@iisb.fraunhofer.de

Introduction

With the continuous miniaturization of devices for ultra-large scale integrated circuits, it will be necessary to minimize the diffusion of the dopant atoms and, at the same time, to increase their electrical activation if possible beyond the solid solubility. This requires that the spike annealing processes that are currently used in production with their temperature ramping rates of several hundred K/s and their peak temperatures around 1000°C are replaced by processes with considerably smaller thermal budget. One possible alternative is the flash annealing technique by which with the help of a flash lamp temperatures of 1300°C are reached for periods within the millisecond range. Such annealing strategies are not only a challenge for the development of semiconductor processes, but also for the numerical simulation of such processes, since diffusion and activation is comparatively badly understood at these very high temperatures. According to the generally accepted International Roadmap for Semiconductors (ITRS), Technology Computer-Aided Design (TCAD) is able to reduce development costs by up to 40%. However, this requires quantitative models and their development a thorough understanding of the physical phenomena involved. To reach the required predictivity of the models for future generations of semiconductor devices, a model

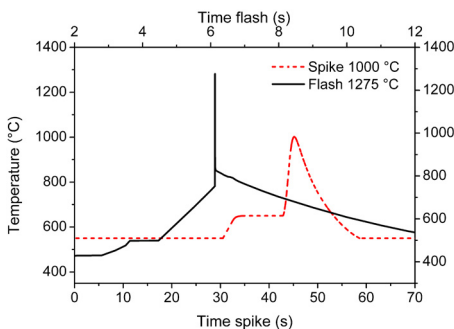


Fig. 3: Temperaturprofil für 1000°C Spike- und 1275°C Flash-Ausheilprozesse; Temperature profiles for 1000°C spike and 1275°C flash annealing processes.

del for the activation and diffusion of arsenic was developed by Fraunhofer IISB within the European project ATOMICS. It was calibrated for a wide range of implantation and annealing conditions, and it has demonstrated already its suitability for advanced semiconductor processes.

Model description

For a quantitative description of the activation and diffusion of arsenic in silicon, it is necessary to consider a number of phenomena. It is known since long that the diffusion of arsenic increases strongly at high concentrations. However, it was not clear which diffusion mechanisms contribute. Our calibration shown in fig. 1 shows that the diffusion at low temperatures goes nearly exclusively via pairs with vacancies while diffusion at higher temperatures proceeds to an increasing degree via complexes with selfinterstitials. A further aspect was the segregation of arsenic atoms to interfaces of oxides which are, in practice, responsible for losses of the electrically active dose of up to 60%. This segregation was investigated within the framework of an international project at the Chair of Electron Devices funded by the "Deutsche Forschungsgemeinschaft" (German Research Foundation) and the result was implemented into the model within ATOMICS. Fig. 2 shows the sheet concentration of the segregated atoms as a function of the substitutional arsenic concentration. For a description of the activation at very high concentrations, it is also necessary to assume that arsenic-vacancy complexes may form concurrently to a SiAs phase.

Simulation results

To test the suitability of the model for future annealing processes, simulations of annealings were performed for ar-

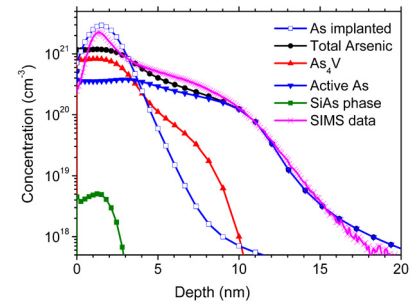


Fig. 4: Vergleich zwischen Simulation und Experiment für eine Kombination von Spike- und Flash-Ausheilung; Comparison between simulation and experiment for a combination of spike and flash annealing.

senic implants with an energy of 1keV and a dose of 10^{15} cm^{-2} . The temperature profiles of the respective processes are shown in fig. 3. Fig. 4 shows the comparison of such a simulation with experimental results after the combination of a flash annealing and a peak temperature of 1275°C with a spike annealing with a peak temperature of 1000°C. The excellent agreement between simulation and experimental results demonstrates the quality of the model developed.

Contact

Dr. Alberto Martinez-Limia
Phone: +49 (0) 9131 761-154
alberto.martinez@iisb.fraunhofer.de

Einführung

PULLNANO (www.pullnano.eu) ist ein Integriertes Projekt im 6. Rahmenprogramm der Europäischen Kommission. Es befaßt sich mit Forschung und Entwicklung für fortschrittliche CMOS-Technologien. Obwohl PULLNANO sich auf den 32nm- und 22nm-Knoten konzentriert, ist es ein wichtiges Ziel, auch Wege zur langfristigen Zukunft dieser Technologien aufzuzeigen und vorzubereiten. Partner des Projekts sind europäische Halbleiterhersteller und Forschungseinrichtungen. Am IISB sind die Abteilungen Technologie, Technologiesimulation und Halbleiterfertigungsgeräte und -methoden beteiligt. Im folgenden werden exemplarisch einige der PULLNANO-Aktivitäten auf dem Gebiet der Technologiesimulation vorgestellt.

Simulation von Dotierungsprozessen

Die schrumpfenden Dimensionen kommender Generationen von Bauelementen erfordern fortschrittliche Ausheilstrategien nach der Ionenimplantation. Eine Option ist die Flash-Ausheilung mit Spitzentemperaturen bis zu 1300°C im Millisekundenbereich. Das entsprechende Temperaturprofil ist in Fig. 1 im Vergleich zu heute üblichen Spike-Ausheilungen dargestellt. Im Unterprojekt 5 von PULLNANO entwickelt das IISB Konzepte zur effizienten Simulation

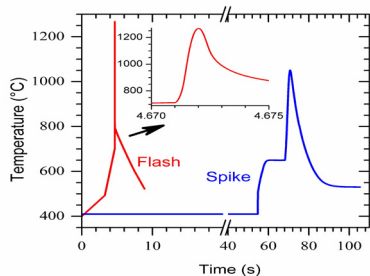


Fig. 1: Temperaturprofile von Flash- und Spike-Ausheilverfahren; Temperature profiles of flash and spike annealing strategies.

solcher Ausheilverfahren. Der Vergleich in Fig. 2 zu Messungen, die uns von Mattson Thermal Products in Dornstadt zur Verfügung gestellt wurden, zeigt die Qualität der entwickelten Modelle.

Topographiesimulation

Die Geometrie von Bauelementen und Interconnects ist von großer Bedeutung für die Funktion von Bauelementen und integrierten Schaltungen. Die am IISB bereits vorhandenen Module zur Simulation von Topographieprozessen werden daher im Rahmen des Unterprojekts 5 erweitert, um die anderen Aktivitäten wirkungsvoll zu unterstützen. Insbesondere werden die IISB-Module mit Simulatoren der TU Wien gekoppelt und ermöglichen so z.B. die elektrische Extraktion von Interconnects. Eine weitere Aktivität ist die Weiterentwicklung des IISB-Ätzsimulators ANETCH (Fig. 3).

Simulation von Bauelementen

Im Unterprojekt 3 untersuchte das IISB die elektrischen Eigenschaften von CMOS-Transistoren für den 32nm-Technologieknotten mittels numerischer TCAD-Simulationen. Zunächst wurden verschiedene Transistor-Architekturen verglichen und es wurde gezeigt, daß für die kleinen Abmessungen der CMOS-Transistoren ein Aufbau mit mehreren Gateelektroden vorteilhaft ist. Außerdem bringt die Verwendung dünner Siliciumschichten bei CMOS-Transistoren weitere Vorteile. Fig. 4 zeigt als Beispiel einen NMOS-Transistor mit einer doppelten Gateelektrode, der auf einer dünnen Siliciumschicht auf dem Isolator aufgebaut wurde. Weiterhin wurde der Einfluß mechanischer Spannungen und von Schwankungen der geometrischen Abmessungen der Transistoren auf die elektrischen Eigenschaften der CMOS-Transistoren untersucht.

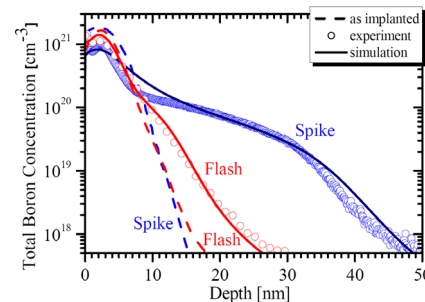


Fig. 2: Vergleich von Simulation und Experiment für flash- und spike-ausgeheilte Proben; Comparison of simulation and experiment for flash and spike annealed samples.

Simulation von Schaltungen

Im Unterprojekt 6 wurden die Einflüsse verschiedener technologischer Optionen bei der Herstellung der Transistoren und der Interconnects zwischen den Transistoren auf die Leistungsfähigkeit der integrierten Schaltungen untersucht. Dazu wurden aus den numerischen Simulationen Parameter der Kompaktmodelle bestimmt und mit den Kompaktmodellen integrierte Schaltungen simuliert. Es wurde gezeigt, daß die Leistungsparameter der Schaltungen sowohl vom Aufbau der Transistoren als auch von den Eigenschaften der Interconnects deutlich beeinflußt werden.

Ansprechpartner

Dr. Alexander Burenkov
 Telefon: +49 (0) 9131 761-255
alexander.burenkov@iisb.fraunhofer.de

Simulation Activities of IISB within the PULLNANO Project

Introduction

The Integrated Project PULLNANO (www.pullnano.eu), funded within the "6th Framework Programme" of the European Commission, aims at research and development to push forward the limits of advanced CMOS technologies. Though it primarily targets the 32nm and 22nm nodes, an essential goal of the project is to pave the way also for the long-term future of these technologies. The project consortium consists of European semiconductor manufacturers and research institutions. At IISB, the departments Technology, Technology Simulation, and Semiconductor Equipment and Methods participate. In the following, we present examples for PULLNANO activities in the field of Technology Simulation.

Doping Simulation

The shrinking dimensions of future generations of semiconductor devices require advanced annealing strategies after ion implantation. One option is flash annealing with peak temperatures of up to 1300°C which are reached for periods in the range of a millisecond. The respective temperature profile is shown in fig.1 in comparison to a spike annealing used today. In sub-project 5 of PULLNANO, concepts for an efficient simulation of such annealing strategies

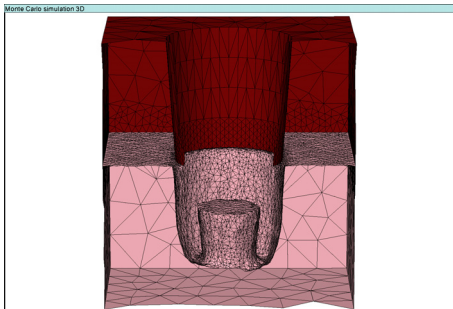


Fig. 3: Ätzsimulation, die mit Monte-Carlo-Modul von ANETCH durchgeführt wurde; Result of Monte Carlo simulation by means of ANETCH.

are developed by IISB. The comparison to experiments in fig. 2 provided to us by Mattson Thermal Products in Dornstadt shows the quality of the models developed.

Topography Simulation

The geometry of devices and interconnects is essential for performance and reliability of devices and integrated circuits. Therefore, within sub-project 5, the existing topography simulation modules of IISB are extended in order to support other activities. In particular, the IISB modules are coupled with tools from the TU Vienna. This allows e.g. the electrical extraction of interconnects. Furthermore, the IISB etching simulator ANETCH is extended by the implementation of new capabilities (fig. 3).

Device Simulation

In sub-project 3, IISB investigated the electrical properties of CMOS transistors for the 32nm technology node by means of numerical TCAD simulations. First, different device architectures were compared and it was shown that for the small size of CMOS transistors multi-gate architectures are most beneficial. Additionally, the usage of thin silicon films for the active areas of the transistors provides further advantages. As an example, fig. 4 shows a double-gate NMOS transistor with a thin silicon body on the insulator. Furthermore, the effects of the mechanical strain and of fluctuations of the geometry of the transistors were studied.

Circuit Simulation

In sub-project 6, the impact of different technological options for transistor and interconnect processing was studied.

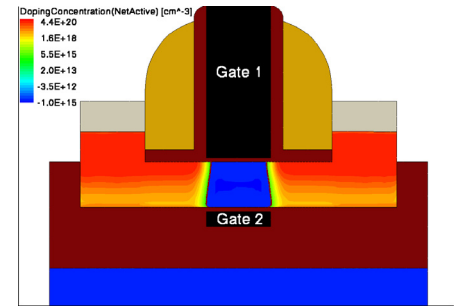


Fig. 4: Geometrie und Dotierungsverteilung eines neuartigen NMOS-Transistors mit doppelter Gate-Elektrode; Geometry and doping distribution of an advanced double-gate NMOS transistor.

For this purpose, compact models were generated from the results of the numerical TCAD simulations and typical integrated circuits were simulated using the compact models. It was shown that the performance of an integrated circuit is determined by both the transistor parameters and the properties of the interconnects.

Contact

Dr. Alexander Burenkov
Phone: +49 (0) 9131 761-255
alexander.burenkov@iisb.fraunhofer.de

Schnelle EUV-Simulation entwickelt im integrierten europäischen "More Moore"-Projekt

<Inhaltsverzeichnis>

Das europäische integrierte Forschungsprojekt "More Moore" wurde ins Leben gerufen, um Lithographietechniken für den 22nm Technologieknoten zu entwickeln. Die Projektdauer betrug drei Jahre mit einer dreimonatigen Verlängerung vom Januar 2004 bis März 2007. Die Gruppe Lithographie des Fraunhofer IISB war mit 45 Mannmonaten in das Projekt eingebunden und zeichnete für die Untersuchung und Entwicklung von EUV-Simulationsmodellen (extrem ultraviolett, Wellenlänge 13,5nm) für den Bereich von 22nm-Strukturen und kleiner verantwortlich. Das Hauptergebnis dieser Arbeit ist ein neues, sehr schnelles, dreidimensionales Simulationsmodell zur Berechnung von EUV-Maskennahfeldern. Daneben wurde auch ein neues Abbildungsmodell zur genaueren Luftbildberechnung entwickelt. Beide Modelle sind Bestandteil von "Dr.LiTHO", unserer Lithographie-Simulationsumgebung für Forschung und Entwicklung (www.drlitho.com).

Aus Sicht der Simulationen kann ein Lithographiesystem in drei Teile, dargestellt durch drei unterschiedliche Simulationsmodelle, unterteilt werden: Die Maskennahfeldsimulation, die das reflektierte (im Falle von EUV-Masken)

bzw. transmittierte (im Falle von optischen Masken) elektromagnetische Feld einer Lithographiemaske berechnet, die Abbildungssimulation, welche aus dem Maskennahfeld die Lichtverteilung im Resist bestimmt und die Resistsimulation, die das Resistprofil aus dieser Lichtverteilung berechnet.

Für die sehr zeitkritische dreidimensionale Maskennahfeldsimulation wurde ein neues Modell basierend auf der Wavguide-Methode (WG) entwickelt. Hierbei handelt es sich um eine rigorose elektromagnetische Feldberechnung, bei der durch Lösen der Maxwell-Gleichungen im Frequenzbereich für die gegebene Maskengeometrie, die Maskenmaterialien sowie die Beleuchtung das entsprechende Maskennahfeld bestimmt wird. Vergleiche mit der etablierten Finite-Difference-Time-Domain-Methode (FDTD), welche als Referenz diente, zeigten sehr gute Übereinstimmungen in den Ergebnissen und eine sehr viel kürzere Rechenzeit für dichte und halbdichte Maskenstrukturen. Darüber hinaus ist die WG-Methode in der Lage, EUV-Masken mit fehlerbehaftetem Multilayer unter exakter Berücksichtigung der Defektgeometrie vollständig rigoros zu simulieren (Fig. 2 zeigt ein entsprechendes Beispiel). Des weite-

ren wurde eine sogenannte Dekompositionstechnik in Verbindung mit parallelem Rechnen, z.B. auf dem Rechencluster des IISB, für die WG-Methode entwickelt. Dies ermöglicht erstmals die Simulation größerer Maskengebiete in einem akzeptablen Zeitrahmen (Fig. 1 zeigt ein entsprechendes Beispiel), bzw. die extrem schnelle Simulation "normal großer" Maskengebiete (z.B. ein 256nm x 256nm Maskengebiet mit 13,5nm Beleuchtung in 0,5 Sekunden auf dem Rechencluster des IISB).

Das neue Abbildungsmodell zeichnet sich vor allem dadurch aus, daß das gesamte reale Abbildungssystem durch eine Jones-Pupille sowie eine vollständig vektorielle Beschreibung der Lichtausbreitung dargestellt wird. Hierdurch können insbesondere die wichtigen Quell-Polarisationseffekte, Maskentopographie-Polarisationseffekte und EUV-Multilayer-Polarisationseffekte berücksichtigt werden.

Fig. 1 zeigt das reflektierte Licht einer EUV-Maske direkt oberhalb (20nm) der Maske. Die Berechnung wurde mit der neuen WG-Methode auf dem IISB-Rechencluster mit 27 CPUs durchgeführt. Die Rechenzeit betrug 85 Sekunden. Mit einem Standard-WG-Modell ohne Dekompositionstechnik und parallele Rechnung ergäbe sich eine theoretische Rechenzeit von mehr als 100 Tagen. Fig. 2 zeigt die Auswirkung eines EUV-Multilayer-Defekts. Das Maskennahfeld wurde mit der neuen WG-Methode berechnet. Neben dem Absorber würde eine weitere, durch den Defekt bedingte ungewollte Struktur auf dem Wafer entstehen.

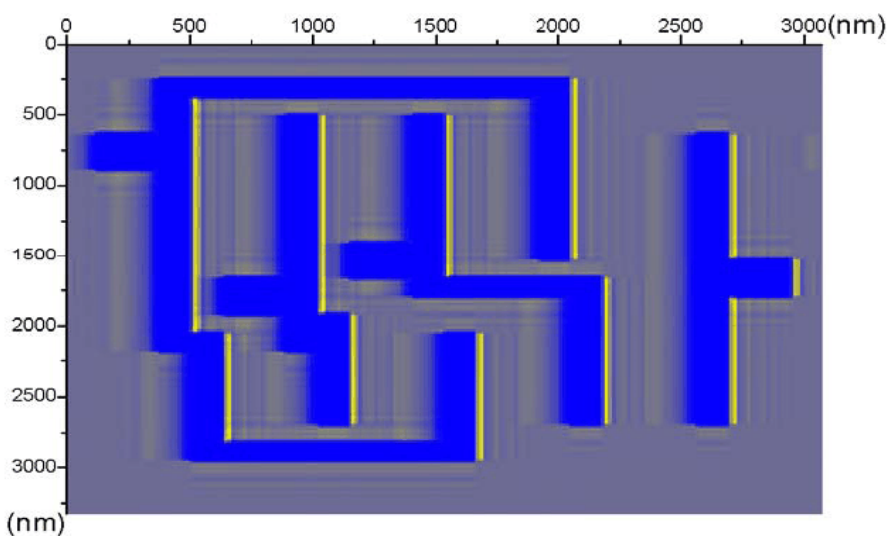


Fig. 1: Simuliertes Maskennahfeld eines größeren EUV-Maskenbereiches; Simulated mask near field of a larger EUV mask area.

Ansprechpartner

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

Fast EUV Simulation Developed in the Integrated European "More Moore" Project

The integrated European research project "More Moore" was designed to push the limits of lithography to enable and exceed the requirements for the 22nm node. The project duration was three years with an extension of three months from January 2004 to March 2007. Within the project, the lithography group of Fraunhofer IISB was involved with 45 man-months and was responsible for the development and evaluation of different simulation approaches for a predictive modeling of EUV (extreme ultraviolet, wavelength 13.5nm) imaging technology for sub-22nm features. The main result of this work is a new and very fast three-dimensional EUV mask near-field simulation model. Furthermore, a new EUV imaging system for a more accurate image computation was developed. Both models are integrated and available in our "Dr. LiTHO" development and research lithography simulation environment (www.drlitho.com).

From the simulation point of view, a lithography system can be divided into three independent parts which are represented by three simulation models based on different physical approaches: The mask near-field simulation computing the electromagnetic field reflected (in case of an EUV mask) or transmitted (in case of an optical mask) by a lithography mask, the imaging simulation using the mask near field and computing the light distribution on the wafer side inside the resist, and the resist simulation computing the resist profile resulting from this light distribution.

For the very time-critical three-dimensional mask near-field simulation, a new method based on the waveguide (WG) approach was developed. The method is a rigorous electromagnetic field solver operating in the frequency domain. That means that the Maxwell equations are solved in the frequency domain (not in the time space domain)

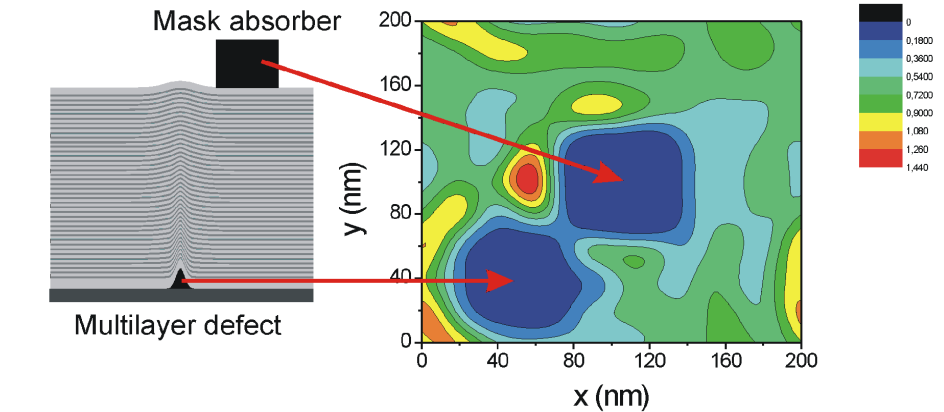


Fig. 2: Querschnitt einer EUV-Maske mit Multilayer-Defekt (links) und Draufsicht auf das berechnete reflektierte Licht direkt oberhalb (20nm) des Maskenabsorbers (rechts); Cross-section of an EUV mask with a multilayer defect (left) and top view on the computed reflected light directly above (20nm) the mask absorber (right).

for the given mask geometry, mask materials, and illumination. A good agreement with the well-established finite-difference time-domain (FDTD) method, serving as reference, and a significantly higher performance compared to FDTD in case of dense and semi-dense mask structures can be observed. Additionally, the WG method is able to rigorously simulate EUV masks with defective multilayers and with a full consideration of the defect geometry (an example is shown in fig. 2). A so-called decomposition technique in combination with parallel computing, e.g. on the IISB cluster, was implemented for the waveguide method. This enables for the first time the simulation of larger mask areas within an acceptable time frame (an example is shown in fig. 1) as well as the extremely fast simulation of standard sized mask areas (e.g. a 256nm x 256nm mask area with 13.5nm illumination in 0.5 seconds on the IISB cluster).

The newly developed imaging model is characterized by a Jones pupil-based representation of the imaging system and by a completely vectorial description of the light propagation, taking into account important polarization-dependent effects like source polarization effects, mask-topography polarization effects, and effects resulting from

the light propagation in multilayer systems.

Fig. 1 shows the light reflected from an EUV mask directly above (20 nm) the mask. The computation was performed with the new WG method on the IISB cluster using 27 CPUs. The computation time was 85 seconds. The theoretical simulation time with a standard WG implementation without decomposition technique and parallelization is more than 100 days. Fig. 2 shows the impact of an EUV multilayer defect on the mask near field computed with the new WG method. Besides the absorber an additional unwanted feature caused by the defect will be printed.

Contact

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

Schwerpunkte, Trends und Potentiale der Abteilung Halbleiterfertigungsgeräte und -methoden

Primäre Zielsetzung ist die Unterstützung von Geräte- und Materialfirmen mit gerätenaher F&E sowie die Prozeßentwicklung, Prozeßcharakterisierung und die fertigungsnahe 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 2007 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. in-line-Integration von Meßsystemen in Prozeßgeräte, 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 fast

30 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 bein-

halten Kontaminationsuntersuchungen unterschiedlichster Materialien und Geräte, die Weiterentwicklung von Minienvonments für den Transport und die Lagerung von Siliciumscheiben, Polierprozesse für sub-100nm-Technologien, Doppelseitenpolieren, chemisch-mechanisches Polieren, hazefreies Polieren und optimierte Versorgungsanlagen von Poliermaschinen, weiterhin Reinigungsprozesse für sub-100nm-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 Ultraschallanalytik, 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

Focal Areas of Research and Development, Trends and Potentials of the Department of Semiconductor Manufacturing Equipment and Methods

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 2007 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, 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 almost 30 partners from industry

and science. In 16 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-100nm technologies, double-side polishing,

chemical-mechanical polishing (CMP), haze-free polishing as well as cleaning processes for sub-100nm 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.

Members of the department are active in various scientific committees and groups and occupy leading roles both in the development of SEMI standards and in the International Technology Roadmap (ITRS).

Contact



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

Die Prozeßkontrolle von Dosis und Homogenität bei der Ionenimplantation in der Halbleiterfertigung ist von größter Bedeutung. Die Dosis der Implantation für Prozeßtechnologien kleiner als 65nm muß mit einer Auflösung von 0,1% gemessen und kontrolliert werden. Dabei ermöglichen fortschrittliche Implantations- und Ausheilprozesse Dotierprofile mit elektrisch aktiven pn-Übergängen in einer Tiefe von 30nm und weniger. Hier gelten die Ergebnisse von konventionaler Vierspitzenmessung als nicht verlässlich, da es zu einem Durchstoß der Nadeln durch die ultraflachen pn-Übergänge kommen kann. Auch die offline-Charakterisierung mittels SIMS ist keine Alternative zur Bestimmung und Kontrolle der elektrisch aktiven Dosis, der Tiefe des pn-Übergangs und der Steilheit des Dotierungsprofils von ultraflachen Strukturen. Gegenwärtig ist keine erprobte und validierte Meßtechnik verfügbar, die den Schichtwiderstand der ultraflachen pn-Übergänge zukünftiger Technologieknoten zerstörungsfrei bestimmen kann.

Im Rahmen des von der EU geförderten SEA-NET (Semiconductor Equipment Assessment for Nano-Electronic Technologies)-Projektes wird ein Meßgerät zur kontaktfreien Bestimmung des Schichtwiderstandes von implantierten



Fig. 1: Vollautomatisiertes 300mm-Meßsystem; Fully automated 300mm JPV tool.

Schichten entwickelt, getestet und beurteilt. Die Evaluierung findet im Unterprojekt LEAD-IT (Low Energy and Dose Implant Test) statt. Die beteiligten Partner sind der Gerätehersteller Semilab, die Halbleiterhersteller STMicroelectronics und NXP Semiconductor und das Fraunhofer Institut IISB als Forschungseinrichtung.

Semilab nutzte die langjährige Erfahrung in der Entwicklung und Anwendung von Meßgeräten für die Halbleiterfertigung, um ein neues Verfahren, basierend auf der "Surface Photo Voltage" (SPV)-Methode, zu entwickeln. Das neue Verfahren ermöglicht die Kontrolle der Ionenimplantation durch schnelle, hoch ortsaufgelöste Charakterisierung des Schichtwiderstandes. Die neu entwickelte Meßtechnik ("Junction Photo Voltage" (JPV)-Methode) wurde unter Laborbedingungen getestet und im Rahmen von SEA-NET in ein voll automatisiertes, SEMI-Standard- und 300mm-kompatibles System integriert (siehe Fig. 1). Der Meßkopf beruht auf der von Semilab patentierten Technologie. Die Meßgeschwindigkeit, die laterale Auflösung und der Meßbereich erfüllen die Voraussetzungen für die Kontrolle der Ionenimplantationsprozesse bei der Massenfertigung der 65, 45 und 32nm-

Technologieknoten. Testscheiben von potentiellen Kunden und Forschungspartnern wurden untersucht. Aufgrund der wesentlich höheren Auflösung des JPV-Verfahrens konnten Effekte identifiziert werden, die bisher nicht nachweisbar waren (siehe Fig. 3).

Für die Evaluierung im Rahmen von SEA-NET wurden JPV-Meßsysteme in einer 300mm-Fertigung und im Labor des IISB installiert. Weitreichende Untersuchungen zur Korrelation zwischen dem JPV-Verfahren, einer Quecksilber- und einer konventionellen Vierspitzenmessung im Hinblick auf Mittelwert und Mapping wurden durchgeführt. Die gemessenen Mittelwerte für den Schichtwiderstand zeigten eine sehr gute Korrelation über weite Bereiche der Dosis und Energie (siehe Fig. 2). Für die Korrelation der Mappings wurde eine effektive Randkorrektur implementiert (siehe Fig. 4).

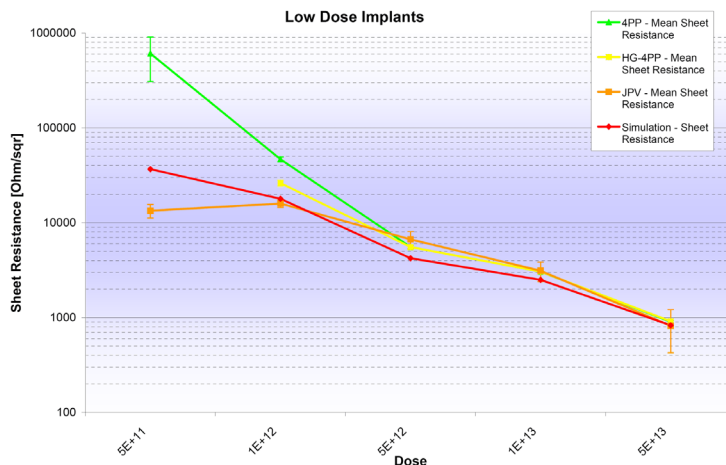


Fig. 2: Vergleich der Schichtwiderstandsmittelwerte von unterschiedlichen Meßmethoden und Simulation; Comparison of the sheet resistance mean values of different metrology methods and simulation.

Ansprechpartner

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

Process control metrology of ion implantation for dose and homogeneity has always been a key challenge in semiconductor manufacturing. For sub-65nm technologies, implant users will require to measure and thus control the low-dose and very low-energy implants with resolution much better than 0.1% in dose value. Advanced implant and annealing processes are currently producing electrical junction depths below 30nm where conventional four-point probe (4PP) results are known to be unreliable due to probe penetration through the shallow junction. Under such circumstances, off-line characterization tools as SIMS are not appropriate for determination of electrically active dose, junction depth and abruptness of the dopant level for ultra-shallow junctions monitors. Currently no proven and validated equipment is available to non-destructively measure sheet resistivity of the USJ required for the future process nodes.

Within the SEA-NET (Semiconductor Equipment Assessment for Nano-Electronic Technologies) project, which is funded within the Sixth European Framework Program (FP6), a metrology

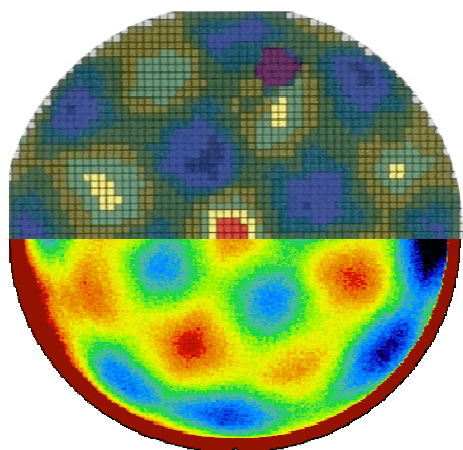


Fig. 3: Auflösung von Vierspitzenmessung und JPV (oben: 4PP mit 625 Punkten, unten: JPV mit 17.000 Punkten); Resolution of four-point probe and JPV (top: 4PP with 625 points; bottom: JPV with 17.000 points).

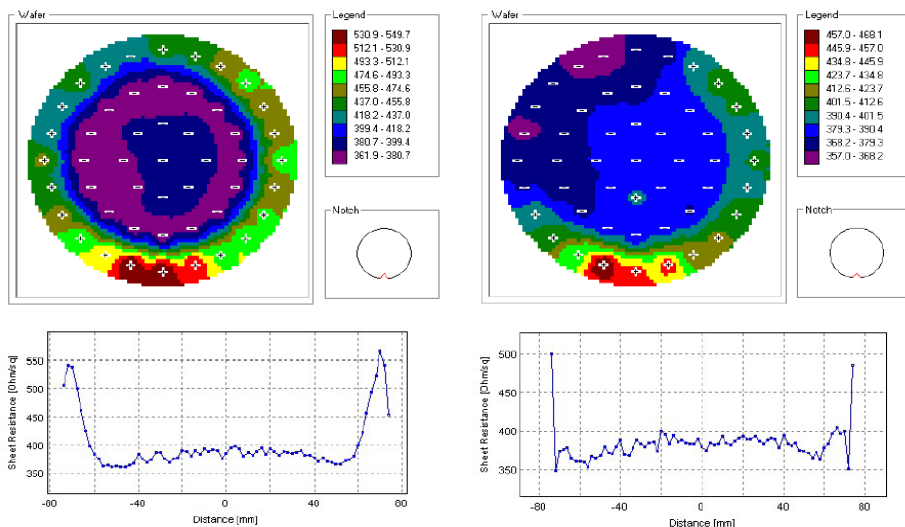


Fig. 4: Beispiel eines randkorrigierten Mappings und Verlauf über die Scheibe (links: ohne Randkorrektur; rechts: mit Randkorrektur); Example for edge-corrected mapping and linescan (left: without correction; right: with correction).

system for non-contact sheet resistivity is developed and assessed. The assessment is performed within the sub-project LEAD-IT (Low Energy and Dose Implant Test). The sub-project partners include of the company Semilab as equipment supplier, the companies STMicroelectronics and NXP Semiconductors as IC manufacturers, and the Fraunhofer IISB as research institute.

Semilab has utilized knowledge gained in developing and deploying its current family of semiconductor metrology tools to develop a new Surface Photo Voltage (SPV)-based method for fast high resolution sheet resistivity mapping to provide a totally integrated solution for low-dose implant monitoring. This new technology, the Junction Photo Voltage (JPV), has been proven in a prototype lab environment. However, within this sub-project of SEA-NET, the full measurement solution is adapted and integrated into a SEMI standards-compliant and 300mm-capable automation system (see fig. 1). The new measurement unit is based upon Semilab's patented probe technologies. Speed, spatial resolution, and dose range of the measurements fulfill volume production requirements for im-

plant monitoring in the 65, 45 and 32nm technology nodes. Test wafers supplied by IC companies and R&D partners were measured and due to much higher resolution, JPV identified implanter issues not detected by other metrology tools (see fig. 3).

Systems were installed in a 300mm wafer fab and in the R&D laboratory of IISB to evaluate the JPV measurement technology. Extensive map and mean value correlation studies between JPV, mercury four-point probe (Hg-4PP) and conventional 4PP were undertaken. The mean value correlation of the sheet resistance to other methods was excellent over a wide range of dose and energy (see fig. 2). Some drawbacks in map correlation could be detected, but effective algorithms were developed to correct the distortion in the map due to JPV edge effects (see fig. 4).

Contact

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

Virtuelle Geräteentwicklung: Ein neuer Ansatz zur integrierten Entwicklung von Halbleiterfertigungsgeräten

Motivation

Im Rahmen des stetigen Strebens nach kleineren, leistungsfähigeren und preisgünstigeren integrierten Schaltungen nehmen auch die Anforderungen an Halbleiterfertigungsgeräte weiter zu. Mit immer kürzer werdenden Produktlebenszyklen ist eine Reduzierung der Geräteentwicklungszeiten bei gleichzeitiger Steigerung der Leistungsdaten - Durchsatz, Einhaltung der Spezifikationen und Toleranzen, Reproduzierbarkeit - erforderlich. Bereits in frühen Entwicklungsphasen muß Wissen über das zukünftige Gerät gesammelt werden, um Entwicklungsentscheidungen auf einer breiten Informationsbasis treffen zu können. Auf dieser Grundlage kann dann das Gerät optimal für den späteren Prozeß und die damit herzustellenden Bauelemente ausgelegt werden. Es muß also folgende Frage beantwortet werden: "Wie muß das Gerät konstruiert und eingestellt werden, um ein optimales Prozeßergebnis zu erhalten?"

Stand der Technik

Bereits heute werden in der Geräteentwicklung zahlreiche Simulationswerkzeuge eingesetzt, um Informationen über Geräteeigenschaften und -verhalten zu berechnen und zu bewerten. Je kontrollierter ein Prozeß ablaufen muß, desto schwieriger wird es, ideale Prozeßbedingungen zu bestimmen und

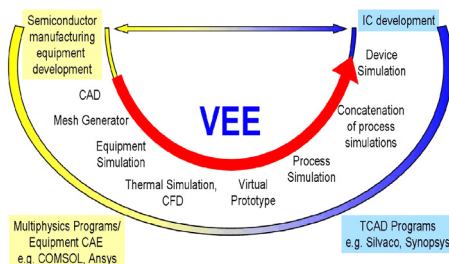


Fig. 1: Multiphysics- und TCAD-Teil der Geräteentwicklung; Multiphysics part and TCAD part of the equipment development.

diese mit Hilfe eines Geräts umzusetzen. Es existiert eine Vielzahl von Inselösungen, die jeweils einen Teil des Entwicklungsprozesses softwareunterstützt erfassen: Im Rahmen der Gerätesimulation wird physikalisches Verhalten, wie z.B. Strömungen oder Temperaturverteilungen modelliert (sog. Multiphysics-Programme). TCAD-Programme ermöglichen ihrerseits die Verknüpfung von Prozeßsimulationen. Eine integrierte und automatisierte Kopplung von Geräte- und Prozeßsimulation findet jedoch nicht statt.

Virtuelle Geräteentwicklung

Am IISB wird ein neuartiges Konzept zur virtuellen Geräteentwicklung (VEE - Virtual Equipment Engineering) mit folgendem Ansatz erarbeitet: Bestehende und neue Methoden der Geräteentwicklung werden zu einem flexibel konfigurierbaren Gesamtsystem verknüpft. Dabei wird insbesondere die Lücke zwischen Gerätesimulation und Prozeßsimulation geschlossen. Dies ermöglicht bereits in frühen Entwicklungsphasen die durchgängige Simulation (Fig. 1), Bewertung und Optimierung eines Gerätes im Hinblick auf den dazugehörigen Prozeß und die damit gefertigten Bauelemente bei gleichzeitig verkürzten Feedback-Schleifen.

Umsetzung

Anhand eines Fragebogens für Geräte- und IC-Firmen wurden Schwierigkeiten im Entwicklungsprozeß identifiziert. Die Ergebnisse des Fragebogens gingen in den Aufbau einer Demonstrationssoftware ein (Fig. 2), welche zur Verdeutlichung des VEE-Konzepts dient. Die Verknüpfung einzelner Methoden der Geräteentwicklung, wie z.B. Konstruktionssoftware - CAD (Fig. 4) oder Gerätesimulationssoftware (Finite Elemente Methode FEM, Multiphysics), wird mit

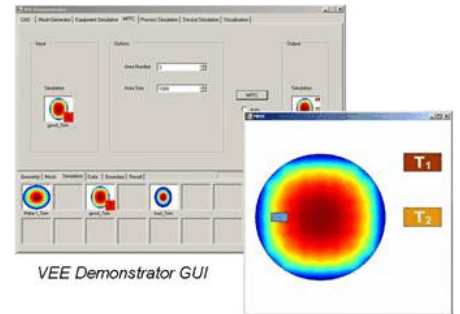


Fig. 2: Screenshot der Demonstrator GUI; Screenshot of the Demonstrator GUI.

Hilfe eines Frameworks realisiert (Fig. 3). Dieses ist für das Datenmanagement zwischen den benötigten Programmen verantwortlich. Im konkreten Fall der Verbindung von Simulatoren wird das Prinzip der Kopplung von Black-Box-Simulationen angewendet. Hierbei geht man zuerst davon aus, daß über die Interna der einzelnen Simulatoren nichts bekannt ist. Der Kopplungsalgorithmus speichert mit der Zeit aber weitere Informationen über die einzelnen Simulatoren, wodurch folgende Simulationsdurchläufe, insbesondere nach kleineren Änderungen an den Ausgangsdaten, weniger Zeit zur Berechnung benötigen. Aktuell wird ein weiterer Demonstrator erstellt, der dazu dient, die Funktionalität des zu implementierenden Frameworks anhand eines einfachen Beispiels darzustellen.

Teile der Arbeit wurden im Rahmen des EU-Projekts SEA-NET gefördert.

Ansprechpartner

Matthias Koitzsch
 Telefon: +49 (0) 9131 761-120
 matthias.koitzsch@iisb.fraunhofer.de

Andreas Mattes
 Telefon: +49 (0) 9131 761-234
 andreas.mattes@iisb.fraunhofer.de

Virtual Equipment Engineering: A Novel Approach towards the Integrated Development of Semiconductor Manufacturing Equipment

Motivation

Within the scope of striving towards smaller, more powerful and cheaper integrated circuits (IC), semiconductor manufacturing equipment requirements increase as well. With continuously decreasing product lifecycles, it becomes necessary to reduce equipment development times and simultaneously to improve equipment performance data such as throughput, compliance within specifications and tolerances as well as reproducibility. Know-how about the final equipment has to be acquired in the very early stages of the development process to make development decisions based on broad knowledge. This is the precondition for an optimally constructed equipment with respect to the later process and the devices that will be produced with this equipment. Therefore, the key question is: "How do you have to design and tune the equipment to receive optimal process results?"

State of the Art

For equipment development, numerous software tools are already in use to calculate and evaluate equipment properties and equipment behavior. There is a trend towards a holistic view of equipment and processes. With ever increasing requirements for controlled processes, it becomes even more difficult to identify ideal process conditions and translate these conditions into actual equipment design. For this purpose, a wide range of isolated applications exists, each supporting a specific part of

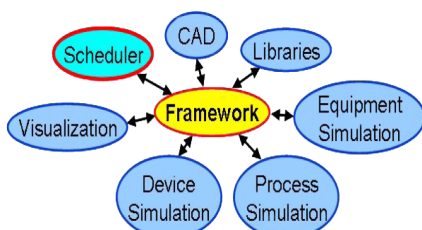


Fig. 3: Framework (schematisch); Framework schematic.

the development process with appropriate software: In the realm of equipment simulation, physical properties and physical behavior of the equipment, e.g. temperature distribution or computational fluid dynamics, is calculated and evaluated with so-called Multiphysics Programs. TCAD programs in turn allow concatenating process simulations. In general, an integrated and automated coupling of equipment simulation and process simulation does not take place.

Virtual Equipment Engineering

At Fraunhofer IISB, research and development is carried out on a novel concept for Virtual Equipment Engineering (VEE): concatenation of existing and novel methods of the equipment development towards a flexibly configurable complete system. This approach explicitly closes the gap between equipment simulation and process simulation. That allows integrated simulation, evaluation and optimization of equipment towards the corresponding process and the device manufactured with it (fig. 1) even in early development phases. Feedback loops are shortened at the same time.

Realization

Based on a questionnaire that was sent to equipment manufacturers and IC manufacturers, difficulties in the development process were identified. The results were used to develop a demonstrator software (fig. 2) to show the VEE concept. Singular methods of the equipment development, e.g. computer aided design (CAD) (fig. 4) and equipment simulation (Finite Elements Method FEM, Multiphysics Simulations) are concatenated by means of a framework (fig. 3). The framework manages the data transfer between the individual software packages. For a flexible connection of simulators, the principle

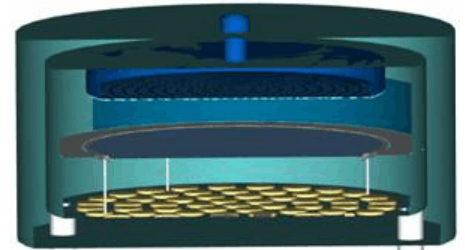


Fig. 4: CAD-Bild eines CVD-Reaktors (vereinfacht); CAD schematic of a CVD reactor.

of coupling black-box simulations is used, assuming that nothing is known about the internals of the simulator a priori. The coupling algorithm gradually stores information about the single simulators, accelerating successive simulation runs, especially after small changes of the input data. Currently, another demonstrator is being developed which is supposed to exemplify the functionality of the framework.

Part of the work has been done within the integrated project SEA-NET funded by the European Commission.

Contact

Matthias Koitzsch
Phone: +49 (0) 9131 761-120
matthias.koitzsch@iisb.fraunhofer.de

Andreas Mattes
Phone: +49 (0) 9131 761-234
andreas.mattes@iisb.fraunhofer.de

Neun europäische Laboratorien - eine gemeinsame Strategie: Nutzung analytischer Labore im Rahmen des ANNA-Projektes

Einleitung

Der europäische Verbund "Analytisches Netzwerk für Nanotechnologien" (ANNA) setzt die europäische Strategie zur Verbesserung bestehender Infrastruktur und zur Entwicklung von Synergien und innovativen Methoden im Bereich Meßtechnik, Analytik und Charakterisierung für Mikro- und Nanotechnologien um. Forschungsinstitute, Universitäten und Industrie haben Kompetenzen in speziellen Gebieten, allerdings arbeiten sie unabhängig voneinander. Die Europäische Kommission unterstützt mit dem Instrument der "Integrierten Infrastruktur Initiative" (I3) die Strategie, existierende Forschungskapazitäten zu konzentrieren.

Etablierung von "Goldenen Laboratorien"

Forscher und Anwender aus der Industrie sind auf die Vergleichbarkeit von Ergebnissen angewiesen, wenn diese aus unterschiedlichen Quellen kommen. Weiterhin sind die Industrie und deren Zulieferer gewöhnlich entsprechend der ISO/TS 16949 zertifiziert. Daher ist eine Komponente der gemeinsamen Strategie der ANNA-Partner ein Antrag auf Akkreditierung, um den Anforderungen

resultierend aus der Zertifizierung der Industriepartner gerecht zu werden. Die Kernkompetenzen der Projektpartner werden genutzt, um Referenzlaboratorien, genannt "Goldene Laboratorien", für analytische Methoden zu etablieren. Am IISB sind dies die Labore für Ultra-Spurenanalytik, organische Analytik und Defektinspektion. Diese analytischen Techniken werden zur Zeit entsprechend ISO 17025:2005 akkreditiert und/oder entsprechend ISO 9001:2002 zertifiziert.

Bildung eines europäischen Verbundlabors

Eine weitere Komponente der gemeinsamen Strategie ist die Bildung eines europäischen Verbundlabors aus den "Goldenen Laboratorien" der Projektpartner. In diesem Netzwerk von Wissenschaftlern aus dem Bereich der Analytik sind die Voraussetzungen zur Entwicklung von Synergien und Zusammenarbeit hervorragend. Fig. 1 zeigt die Partner des ANNA-Projektes. Die Integration zum Verbundlabor erfolgte elektronisch durch Entwicklung einer gemeinsamen Internet-Schnittstelle. Das Verbundlabor bietet weitgehende analytische Dienstleistungen wie Röntgen-, Ionen- und Elektronenstrahl-Charakterisierung, Oberflächencharakter-

isierung, chemische Analyse, elektrische Charakterisierung und optische Meßtechnik. Proben, die durch das Labor angeboten werden, sind zum Beispiel Teststrukturen, Wafer, Referenzen, Kontaminations- und Kalibrierstandards.

Transnationaler Zugang

Die europäische Forschung und Entwicklung profitiert von dieser Infrastruktur, da Forscher die Möglichkeit haben, sich um einen transnationalen Zugang zu Infrastrukturen außerhalb ihres Landes, die nicht in ihrem Land verfügbar sind, zu bewerben. Dieser Zugang wird durch die Europäische Union gefördert. Es stehen 18 Infrastrukturen (Laboratorien, Reinräume und Meßtechnik) an acht Standorten, angeboten vom ANNA-Konsortium, zur Verfügung. Einen Überblick bietet Fig. 2. Transnationaler Zugang fördert und verbessert die Leistungsfähigkeit des Verbundlabors und rundet die gemeinsame Strategie des ANNA-Projektes ab. Europäische Nutzer, wie zum Beispiel Universitäten, SMEs oder Industrie sind eingeladen, die Labore des Verbundes im Rahmen des "Transnational Access"-Programms für ihre F&E zu nutzen.

Ausblick

Der Prozeß der Akkreditierung wird Ende 2008 abgeschlossen sein. In der Zukunft wird die Internet-Schnittstelle Dokumentationen, Handbücher für die Infrastruktur sowie Proben- und Ergebnisverfolgung anbieten. Internetseite: www.i3-anna.org

Ansprechpartner

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

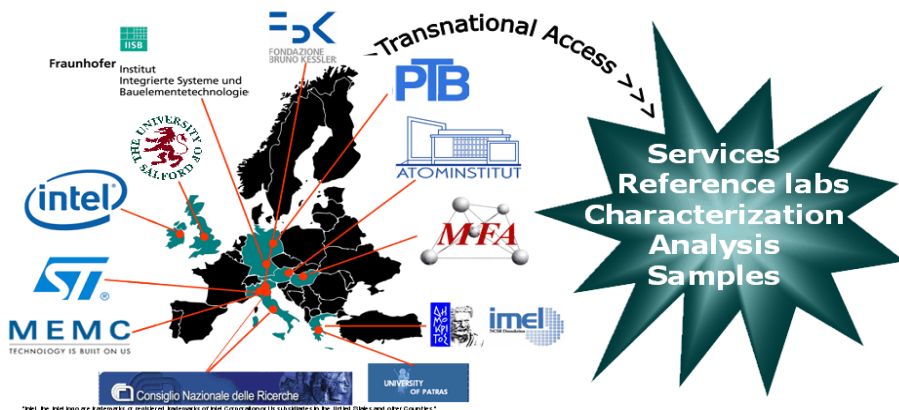


Fig. 1: Konsortium für die Integrierte Infrastruktur-Initiative (I3) ANNA. 12 Partner aus sieben europäischen Ländern bieten analytische Dienste und Proben an; Consortium for the Integrated Infrastructure Initiative (I3) ANNA. 12 partners out of 7 European countries offer analytical services and samples.

Introduction

The European Alliance "Analytical Network for Nanotech" (ANNA) realizes the European strategy for improvement of existing infrastructure, for development of synergies, innovative methods in the area of metrology, analysis and characterization in micro and nanotechnologies. Research institutes, universities, and industry have expertise in specific fields, but all operated independently. The European Commission supports with the instrument of an "Integrated Infrastructure Initiative" (I3) the strategy to concentrate existing research capacities.

Establishment of "Golden Laboratories"

Researchers and industrial users require the comparability of results when analytical methodologies are supplied by different sources. Moreover, industry and their suppliers are usually certified according to ISO/TS 16949. Therefore, one component of the collective strategy of the partners of ANNA is the application for accreditation in order to meet the requirements resulting from the certification of industrial partners. The core competencies of the project partners are used to establish reference laboratories called "Golden Laboratories" for analytical methodologies. At IISB, these are namely the laboratories for ultra-trace analysis, organic analysis and defect inspection. These analytical techniques are currently accredited according to ISO 17025:2005 or certified according to ISO 9001:2002.

Formation of a European Joint Laboratory

Another component of the collective strategy is the formation of a European









	TA1: PTB @ BESSY II • Synchrotron radiation beam lines for TXRF, GIXRF, XRR	TA5: MFA - facility • Ellipsometry • Makyoh	
	TA2: irst - SIMS & MICRO • SIMS • ToF-SIMS IV • SEM JSM 7401F • AFM, XPS	TA6: IISB - laboratories • Ultra trace analysis • Organic contamination analysis • Wafer surface preparation and contamination	
	TA3: CNR - STEM facility • STEM	TA7: IMEL - laboratories • Electrical and optical characterisation • Fabrication of test structures	
	TA4: Atominstitut • ATI-x-ray lab	TA8: MEIS – facility at Daresbury laboratory • MEIS	

Fig. 2: Überblick über die während des Transnationalen Zugangs verfügbaren Infrastrukturen;
Overview of the infrastructures available by Transnational Access through ANNA.

joint laboratory using the "Golden Laboratories" of the project partners. In this network of scientists from the area of analysis, the premises for the development of synergies and cooperation are excellent. Figure 1 shows an overview of the partners of the ANNA project. The integration towards the joint laboratory was performed electronically by the development of a common internet interface. The joint laboratory offers a wide range of analytical services as X-Ray, e-beam, ion beam characterization, surface characterization, chemical analysis, electrical characterization, and optical metrology. Samples offered by the laboratory are, for example, test structures, wafers, references and contamination and calibration standards.

Transnational Access

The European research and development benefits from this infrastructure as researchers have the possibility to apply for transnational access to infrastructures outside their country and not available within their country. This access is funded by the European Community. Within the transnational access 18 infrastructures (laboratories, clean-room and metrology) at 8 locations are offered by the ANNA consortium. An overview of the methods offered is

given in figure 2. Transnational access to ANNA instrumentation and analytical services is available either by visiting the infrastructure or by shipping the samples. European users, e.g. universities, SMEs or industry, are invited to use the ANNA laboratories during the transnational access program for their R&D. Transnational access enhances and improves the performance and analytical capabilities of the joint laboratory to complete the collective strategy of the ANNA project.

Outlook

The process of accreditation will be finished until the end of 2008. In the future, the internet interface will provide documentation, manuals for the infrastructures, and online sample and result tracking.

Website: www.i3-anna.org

Contact

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

Schwerpunkt, Trends und Potentiale der Abteilung Technologie

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 600m² 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 Gasphasen-Abscheideanlagen auf der Basis von MOCVD geeignetes Equipment zur Abscheidung von Dielektrika mit hoher Dielektrizitätskonstante und metallischen Schichten zur Verfügung. Die Kompetenzen des IISB liegen dabei in der Anpassung dieser Anlagen an die jeweilige Precursorenchemie, in der Abscheidung aus allen Arten von Precursoren und in der Charakterisierung der abgeschiedenen Schichten. Dies führte dazu, daß im Rahmen mehrerer europäischer Forschungsprojekte - SINANO,

NanoCMOS und PullNano - Hoch-Epsilon- und metallische Schichten untersucht werden bzw. am Fraunhofer CNT in Dresden zusammen mit Qimonda Schichten für Speicher der Jahre 2011 und später entwickelt werden.

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, mit 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 lateralen 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. Darüber hinaus entstand in den letzten Jahren eine europäische Initiative im Rahmen eines EC-Projekts zur Koordination der bedeutendsten europäischen Forschungsinstitute im Bereich MEMS und AVT, bei der die Abteilung maßgeblich beteiligt ist.

Die Kompetenzen in der Bearbeitung von Strukturen in der Größenordnung weniger Nanometer mit Hilfe 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. Weitere Anwendungsgebiete sind kleinste Feldemitterstrukturen für die Vakuum-Nanoelektronik.

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 of Technology

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-electro-mechanical 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 600m² (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 150mm, for certain process steps even on 200 and 300mm wafers. An industrial CMOS process transferred to IISB from industry 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 chemical vapor deposition tools on the basis of MOCVD for the deposition of high-k and metallic layers. Adaptation of the equipment 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. The department is engaged in several European research projects such as SINANO, NanoCMOS and PullNano, where new high-k and metallic layers are analyzed. Together with Qimonda at Fraunhofer CNT,

high-k layers will be developed for dielectrics in memory devices of the generation 2011 and beyond. For advanced electrical characterization of devices, the department operates a wide variety of parameter analyzers, wafer probes, and high-voltage measuring set-ups.

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 semiconductor 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 analysis of failures during the processing of devices or the tracing of failure causes. The spectrum for electrical characterization was further increased (e.g. lifetime measurements). Furthermore, the department is significantly involved in a European initiative where the five major European research institutes in the field of MEMS and packaging coordinate their expertise towards a strategical alliance.

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. Additional fields of application for FIB are smallest structures of field emitters for vacuum nanoelectronics.

Contact



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

Einleitung

Bedingt durch die stetig fortschreitende Verkleinerung der Bauelementedimensionen stoßen gerade bei ladungs-basierten nichtflüchtigen Speicherzellen (NVM) konventionelle Konzepte mit potentialfreier Elektrode in naher Zukunft an ihre physikalischen Grenzen. Abhilfe versprechen Speicherzellen mit einer Speicherschicht aus Siliciumnitrid, bei der die Ladungen in Haftstellen festgehalten werden. Um hierbei weitere Reduzierungen in den Abmessungen jeder Speicherzelle zu erzielen, ist der Einsatz von Schichten hoher Dielektrizitätskonstante unumgänglich. Im Rahmen eines internen Forschungsprojekts wurde daher am IISB der Einsatz von Hafniumsilicat ($\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_4$) im Gateoxidstapel von haftstellenbasierten nichtflüchtigen Speicherzellen untersucht.

Eigenschaften von Hafniumsilicat

Hierzu wurden zunächst Teststrukturen mit Hafniumsilicatschichten, welche mittels chemischer Dampfphasenabscheidung aus einer einzigen chemischen Verbindung abgeschieden wurden, hergestellt. Aus Strom- und Kapazitäts-Spannungsmessungen wurden dann grundlegende elektrische Eigenschaften (z.B. energetische Haftstellentiefe, Haftstellendichte, dominierender

Ladungstransportmechanismus) der Hafniumsilicatschichten abgeleitet. Die mittlere energetische Tiefe der Haftstellen in Hafniumsilicat ist 0,8eV, und als Leitungsmechanismus dominiert die feldunterstützte thermische Emission (Poole-Frenkel-Effekt) bei Strominjektion in die Hafniumsilicatschicht. Außerdem wurden mittels Ellipsometrie durchgeführte Schichtdickenmessungen an Hafniumsilicatschichten mit den äquivalenten Oxiddicken verglichen, welche aus Kapazitäts-Spannungsmessungen ausgewertet wurden.

Einsatz in nichtflüchtigen Speicherzellen

Ausgehend von diesen Ergebnissen wurden Speicherteststrukturen mit einem Steueroxid, bestehend aus einer Schichtfolge von Hafniumsilicat und Siliciumdioxid, hergestellt und charakterisiert. Fig.1 zeigt den mittels hochauflösender Transmissionselektronenmikroskopie aufgenommenen Querschnitt durch einen solchen dielektrischen Mehrschichtstapel. Die elektrischen Messergebnisse wurden mit Teststrukturen verglichen, die einen konventionellen Speicherschichtstapel aufwiesen. Der Schreibvorgang läuft für beide Schichtstapel mit vergleichbarer Geschwindigkeit ab, da sich die Bedingungen zur Ladungsinjektion, insbesondere die elektrische Feldstärke im Tunneloxid, nicht wesentlich unterscheiden. Die Ergebnisse zur Ladungsemission (Löschvorgang) sind in Fig.2 abgebildet. Es zeigte sich, daß die Speicherschicht bei den Teststrukturen mit Hafniumsilicat effizienter gelöscht werden kann, weil die parasitäre Injektion von Elektronen aus der Gateelektrode aufgrund des geringeren elektrischen Feldes in der Hafniumsilicatschicht unterdrückt wird. Dies verbessert die Anwendbarkeit von feldunterstützter thermischer Emission als Löschemechanismus in nichtflüchtigen Speicherzellen im Vergleich zur

stromintensiven Injektion heißer Löcher. Durch die Reduzierung des Leckstroms erhöht sich auch die elektrische Oxidstabilität, weshalb höhere Löschespannungen verwendet werden können. Somit ist im Vergleich zu konventionellen nichtflüchtigen Speicherzellen eine schnellere Entfernung von Ladungen aus der Speicherschicht möglich. Allerdings ist aufgrund des Ladungseinfangs in der Hafniumsilicatschicht ein anfänglich starker Ladungsverlust zu beobachten. Eine Verringerung der Barrierenhöhe des Steueroxids erhöht ferner die Wahrscheinlichkeit für das Tunneln eingefangener Ladungen aus den Haftstellen. Eine Verringerung der $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_4$ -Schichtdicke zugunsten einer dickeren Siliciumdioxidschicht, bei der die guten Löscheigenschaften erhalten bleiben und gleichzeitig die Ladungsverlustrate während der Informationsspeicherung verringert wird, erscheint daher zweckmäßig. Außerdem wäre auch eine weitere Erhöhung der Speicherhaltezeit durch die Verwendung von Dielektrika mit einer größeren Barrierenhöhe zu Silicium (z.B. Al_2O_3) oder mit vergleichbarer Barrierenhöhe, aber einer nochmals höheren Dielektrizitätskonstante (z.B. La_2O_3) möglich.

Ansprechpartner

Tobias Erlbacher
Telefon: +49 (0) 9131 85-28636
tobias.erlbacher@iisb.fraunhofer.de

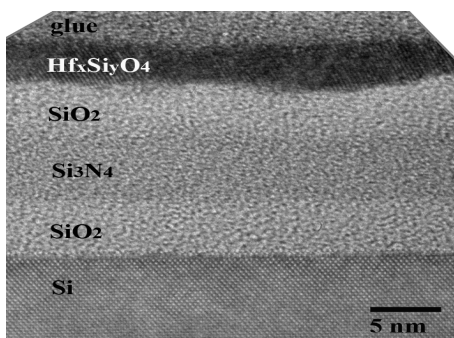


Fig. 1: Aufnahme der hergestellten Speicherteststrukturen mittels Transmissionselektronenmikroskop; Image of the fabricated memory test structures by transmission electron microscopy.

Hafnium Silicate in the Gate Oxide of Non-Volatile Memories

Introduction

Due to the continued reduction of device dimensions, especially classical concepts with floating gate electrodes for charge-based non-volatile memories (NVM) are soon approaching physical limits. Therefore, it is expected that memory cells with a layer of silicon nitride, in which charges are stored in trapping sites, will show superior scaling behavior. In order to achieve further down-scaling of device dimensions, the application of high-k materials in the memory stacks is mandatory. In an internal research project at the IISB, the application of hafnium silicate ($\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_4$) in the dielectric gate stack of charge-trapping non-volatile memory cells was investigated.

Properties of Hafnium Silicate

In the beginning, fundamental electrical properties (e.g. energetic trap depth, trap density, dominant conduction mechanism, etc.) of the $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_4$ thin films, deposited by chemical vapor deposition from a single source precursor, were deduced from current- and capacitance-voltage measurements. The average energetic depth of traps in hafnium silicate was found to be 0.8eV, and current conduction in the hafnium silicate layer is dominated by field enhanced thermal emission (Poole-Frenkel effect). Also, thickness measurements of hafnium silicate by ellipsometry were compared to the equivalent oxide thickness extracted from capacitance-voltage measurements.

Application in Non-volatile Memories

From these results, memory test structures with hafnium silicate and silicon dioxide as a control oxide were manu-

factured and characterized. Fig.1 shows the cross-section image acquired by transmission electron spectroscopy of a typical dielectric gate stack of this work. Electrical measurement results were compared to devices featuring a conventional non-volatile memory stack. Write operation in both gate stack types is comparable, because injection conditions, particularly the electric field in the tunnel oxide, do not differ significantly. The results regarding charge emission (erasing) are depicted in Fig.2. It was derived that charges are more efficiently erased for the devices with hafnium silicate blocking oxide, because the parasitic injection of electrons from the gate is suppressed due to the lower electric field in the high-k material. This increases the feasibility of applying field-enhanced thermal emission as the erase mechanism for non-volatile memories in contrast to the current-demanding injection of hot holes. The reduction of leakage current through the gate stack also enhances oxide stability allowing higher erase voltages. Hence, faster charge removal from the trapping layer is possible compared to memory cells with a conventional ONO gate stack. However, initial flatband voltage decay is observed due to charge trapping in the hafnium silicate layer. A barrier height reduction of the control oxide under high electric fields also increases the tunneling probability for trapped charges. Reducing the thickness of the $\text{Hf}_x\text{Si}_y\text{O}_4$ layer in favor of a thicker silicon dioxide layer appears to be reasonable, maintaining favorable erase properties while minimizing the charge decay rate during retention. Also, further improvements regarding retention properties seems to be possible by the application of dielectrics with a higher conduction band offset to silicon (e.g. Al_2O_3) or by dielectrics with a conduction band offset comparable to silicon nitride, but a yet higher dielectric constant (e.g. La_2O_3).

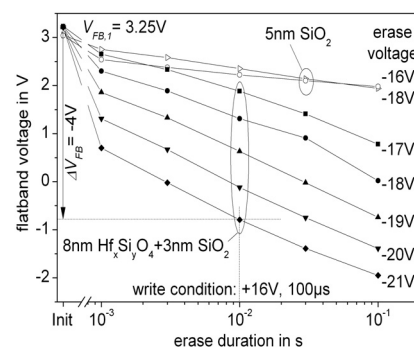


Fig. 2: Erhöhte Ladungsemission in Speicherzellen mit einem Steueroxid aus Hafniumsilicat im Vergleich zu Siliciumdioxid; Enhanced charge emission in memory cells with a control oxide of hafnium silicate compared to silicon dioxide.

Contact

Tobias Erlbacher
Phone: +49 (0) 9131 85-28636
tobias.erlbacher@iisb.fraunhofer.de

Fokussierte Ionenstrahlen (FIB) werden in der Halbleitertechnologie vor allem zur Modifikation und Reparatur von ASIC-Prototypen eingesetzt. Dabei können sowohl bestehende Leiterbahnen aufgetrennt als auch neue leitfähige Verbindungen hergestellt werden. Einen weiteren Schwerpunkt stellt die Fehler- und Materialanalyse dar. So ist es z.B. nur mittels FIB möglich, gezielt eine Lamelle für die Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) von einem Transistorquerschnitt zu präparieren.

Charakterisierung der Schädigung

Ein Materialabtrag mittels FIB erfolgt bei vielen Anwendungen durch Sputtererosion beim Rastern des Ionenstrahls über einen festgelegten Bereich der Probe. Aufgrund der hohen Energie der Ionen (üblicherweise Ga^+ -Ionen mit 30keV) werden die Ionen auch ins Silicium implantiert und schädigen dabei die Siliciumkristallstruktur. Selbst bei Navigation und Fokussierung auf der Probe im FIB-System ist dieser Effekt nicht zu verhindern. Eine quantitative Charakterisierung der entsprechenden Schädigung ist bisher nur bedingt möglich und erfordert üblicherweise aufwendige TEM-Analysen.

Am IISB wird dagegen ein neuartiger Ansatz untersucht, bei dem die Schädigung über die Änderung des elektrischen Widerstands der Probe charakterisiert wird. Dabei wird eine auf der Rasterkraftmikroskopie basierende Technik verwendet, bei der der Widerstand zwischen einer leitfähigen Rasterkraftsonde und der Rückseite der Siliciumprobe gemessen wird. Der Hauptvorteil der Methode liegt zunächst darin, daß keine Probenpräparation notwendig ist. Weiterhin erlaubt die SSRM (scanning spreading resistance microscopy) genannte Technik eine extrem hohe laterale Auflösung ($< 10\text{nm}$). Bei ersten Untersuchungen wurden kreisförmige Bereiche mit geringen Ga^+ -Iondosen bestrahlt (siehe Fig. 1). Die SSRM-Messungen zeigen, daß sich die Methode sehr gut zur hochauflösenden Charakterisierung der Schädigung eignet (Fig. 1). Selbst bei sehr geringen Ionendosen von $3 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$ wird das Silicium schon signifikant geschädigt (Fig. 2; übliche Ionendosen liegen bereits bei der FIB-Navigation um zwei Größenordnungen darüber).

Redeposition von gesputtertem Material

Auch bei der Herstellung und Modifikation von Mikro- und Nanostrukturen durch die Sputtererosion mit fokussierten Ionenstrahlen ergeben sich einzigartige Möglichkeiten. Speziell ist die flexible Bearbeitung und Herstellung von nahezu beliebigen 3D-Strukturen bei Proben mit unterschiedlichsten Aspektverhältnissen hervorzuheben. Um definiert Nanostrukturen erzeugen zu können, sind jedoch auch sekundäre Effekte wie die Streuung von Ga^+ -Ionen oder die Redeposition von herausgesputterten Siliciumatomen zu berücksichtigen.

Im Rahmen des EU-Projektes CHARPAN (charged particle nanotech) sind hierzu

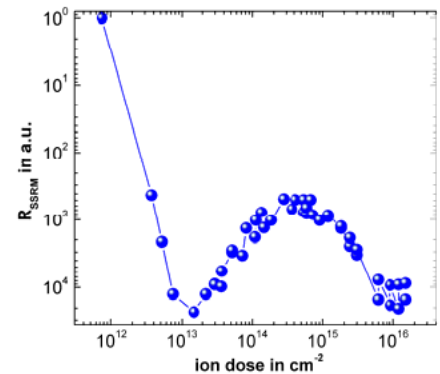


Fig. 2: Dosisabhängigkeit des SSRM-Signals R_{SSRM} ; Dose dependence of SSRM signal.

am IISB Experimente durchgeführt und mit Simulationen verglichen worden (Fig. 3). Die Simulationen wurden mit dem vom Projektpartner IMS Nanofabrication, Wien, entwickelten Programm IonShaperTM durchgeführt. Nach der Erzeugung eines ersten Grabens mit einer Breite von 1: m (siehe schwarze Konturlinie in Fig. 3b) erfolgte erneut die gleiche Grabenbearbeitung mit dem Ionenstrahl um 0,5: m in x-Richtung versetzt. Das resultierende Grabenprofil ist deutlich tiefer als der erste Graben, wobei dieser durch wieder abgelagerte gesputterte Siliciumatome aufgefüllt worden ist (siehe Fig. 3a und b). Die Simulation, die diese parasitären Effekte berücksichtigt, weist eine sehr gute Übereinstimmung mit dem Experiment auf.

Die vorgestellten Ergebnisse zeigen die Vielfältigkeit der beim Einsatz von fokussierten Ionenstrahlen zu berücksichtigenden Effekte. Weitere Untersuchungen - speziell zur physikalischen Interpretation und Modellierung der SSRM-Ergebnisse - werden derzeit durchgeführt.

Ansprechpartner

Susanne Beuer
Telefon: +49 (0) 9131 761-129
susanne.beuer@iisb.fraunhofer.de

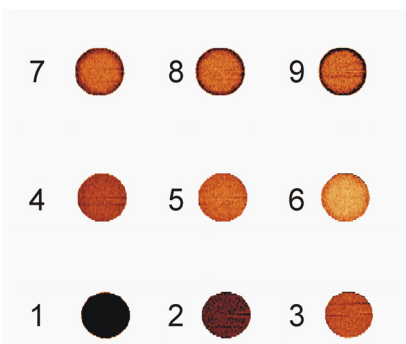


Fig. 1: SSRM-Messung (Ga -Dosis für die Strukturen 1-9: $4 \times 10^{13} \text{cm}^{-2}$ bis $9 \times 10^{14} \text{cm}^{-2}$). Dunklere Bereiche entsprechen höheren Widerständen; SSRM image (Ga dose for structures 1 - 9: $4 \times 10^{13} \text{cm}^{-2}$ to $9 \times 10^{14} \text{cm}^{-2}$). Dark areas indicate increased resistances.

Influence of Parasitic Effects during Focused Ion Beam (FIB) Processing

In semiconductor technology, focused ion beams (FIB) are mainly used for the modification and repair of ASIC prototypes by both cutting of existing metal lines and deposition of new metal interconnects. Other important applications are failure and material analysis. Furthermore, the localized preparation of a lamella through a transistor for transmission electron microscopy (TEM) analysis, for example, is only possible by the use of FIB systems.

Damage characterization

For most applications, material removal by FIB occurs through sputter erosion during scanning of the ion beam across a defined sample area. Due to the high ion energy (typically Ga^+ ions with 30keV) also implantation of ions in silicon and silicon crystal damage occurs. Even during navigation and focusing, these effects cannot be prevented. A quantitative characterization of the resulting damage, however, is restricted and usually requires elaborate TEM analyses.

To overcome this, a novel approach is developed at the IISB where damage is characterized by the change of the electric resistance of the silicon sample. A measurement technique is applied which is based on atomic force microscopy and which measures the resistance between a conductive tip and the backside of the silicon sample. The main advantage of the method is that no sample preparation is necessary. Furthermore, the SSRM technique (scanning spreading resistance microscopy) allows extremely high lateral resolution (< 10nm). For first experiments, circular areas were irradiated with low Ga^+ ion doses (see fig. 1). The SSRM measurements indicate that the method is well-suited for the characterization of the FIB-induced damage with high resolu-

tion (fig. 1). Even for very low ion doses of $3 \times 10^{12} \text{cm}^{-2}$, the silicon material is significantly damaged (typical ion doses even during FIB navigation are two orders of magnitude higher, fig. 2).

Redeposition of sputtered material

Sputter erosion by focused ion beams also offers unique possibilities for the manufacturing and modification of micro and nanostructures. Specifically, the flexible processing of almost arbitrary 3D shapes with different aspect ratios has to be pointed out. In order to produce defined nanostructures, however, also secondary effects like scattering of Ga^+ ions as well as redeposition of sputtered silicon atoms have to be considered.

Within the framework of the EU project CHARPAN (charged particle nanotech) experiments were conducted at the IISB and compared to simulations (fig. 3). The simulations were performed with IonShaper™, a simulation program which was developed by the CHARPAN project partner IMS Nanofabrication, Vienna. After FIB processing of the first trench with a width of about 1: μm (see black contour line in fig. 3b) the same trench processing was performed being shifted by 0.5: μm in x-direction. The resulting trench profile is significantly deeper than that of the first trench, whereas the first structure is visibly filled with redeposited sputtered silicon atoms (see fig. 3 a) and b)). The simulation taking into account these parasitic effects exhibits an excellent agreement with the experiment.

The presented results show the diversity of effects which have to be considered by using focused ion beam technology. Further investigations will be conducted to enable improved physical interpretation and modeling of the SSRM results.

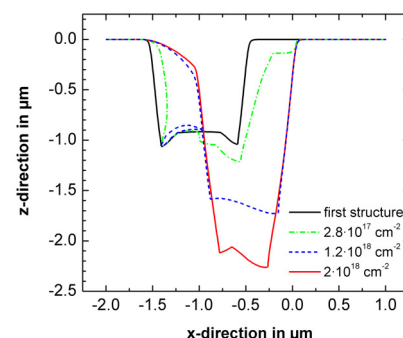
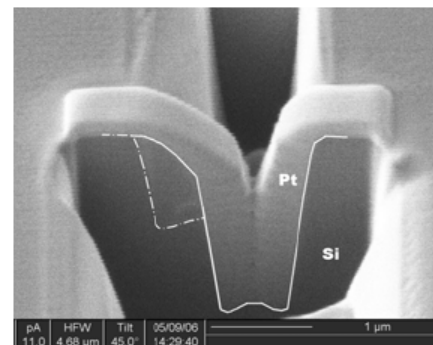


Fig. 3: a) REM-Querschnittsbild durch die Doppel-Grabenstruktur (die Struktur wurde für die Querschnittspräparation mit Pt gefüllt). b) Simulation der Doppel-Grabenstruktur (schwarz: erste Grabenstruktur; grün und blau: Zwischenergebnisse; rot: endgültige Struktur); a) SEM cross-section of the double-trench structure in silicon (the structure has been filled with Pt for protection before cross-sectioning). b) Simulation of the double-trench structure (black: first trench structure; green and blue: intermediate results; red: final structure).

Contact

Susanne Beuer
Phone: +49 (0) 9131 761-129
susanne.beuer@iisb.fraunhofer.de

Aufgrund der unübertroffenen Integrationsdichte wird die Siliciumtechnologie auf absehbare Zeit das Herstellungsverfahren für Anwendungen mit hoher Funktionalität bleiben. Parallel zu hochintegrierten Schaltungen und Speicherchips haben sich jedoch eine Reihe von Systemen niedriger Komplexität etabliert, in denen alternative Technologien Kostenvorteile erwarten lassen.

Ein Beispiel hierfür sind Schaltungen mit niedriger Funktionalität pro Fläche, wie RFID-Etiketten oder -Eintrittskarten, bei denen der Aufbau winziger und günstiger Si-Chips auf die Funkantenne einen Großteil der Kosten und zunehmend Handhabungsprobleme verursacht. Eine Integration der Antennen mit der Schaltungsherstellung würde hier entscheidende Vorteile liefern.

Als Lösungsansatz wurde in den letzten Jahren die Polymerelektronik bis hin zu marktreifen, mittels Druckverfahren hergestellten Demonstratoren entwickelt. Weitere Vorteile der gedruckten Polymerelektronik liegen in der materialschonenden additiven Prozessierung und der Niedertemperaturverarbeitung, die den Einsatz günstiger und flexibler Plastiksubstrate möglich macht.



Fig. 1: Mittels Tintenstrahldruck erzeugte Strukturen aus ZnO-Nanopartikeln auf PET-Folie;
Features made from ZnO nanoparticles ink-jetted onto PET substrate.

Neben Nachteilen wie UV- und Feuchtigkeitsempfindlichkeit lassen jedoch in erster Linie die elektrischen Parameter der Polymerbauelemente gegenüber anorganischen Materialien zu wünschen übrig. Selbst die mit hochreinen organischen Einkristallen erreichbaren Ladungsträgerbeweglichkeiten und damit auch die Ausgangsströme beziehungsweise Schaltfrequenzen liegen um Größenordnungen unterhalb derer einkristalliner anorganischer Halbleiter.

Zur Kombination der Vorteile wird intensiv an Verfahren geforscht, die eine Herstellung anorganischer Halbleiterbauelemente unter den Prozeßbedingungen der Polymerelektronik erlauben. Die beiden hauptsächlich verfolgten Ansätze verwenden entweder den Auftrag flüssiger Precursoren oder den Druck von Nanopartikeln inklusive anschließender, meist thermischer Nachbehandlung. Speziell bei dem vom IISB untersuchten Nanopartikel-Ansatz macht man sich dabei zunutze, daß mit abnehmender Partikelgröße die für eine Sinterung benötigten Temperaturen stark abnehmen.

Bei der Herstellung ist zunächst die Aufbereitung der Nanopartikel durch Oberflächenfunktionalisierung und Dispergierung zum Erhalt druckfähiger Tinten entscheidend. Nach Auswahl kompatibler Materialien, welche die (Halb-) Leiter- und Isolatorfunktionen integrierter Schaltungen erfüllen und dabei vor allem geeignete mechanische und elektrische Grenzflächeneigenschaften aufweisen müssen, steht der Druck und die maßgeschneiderte Nachbehandlung der Bauelementestrukturen zur Optimierung der Volumeneigenschaften im Mittelpunkt.

Im Themenbereich "Gedruckte Elektronik" konnte das IISB 2007 eine Förderung im Rahmen des Challenge-Programms der FhG gewinnen, die zusammen mit Eigenmitteln die Errichtung einer durchgängigen Prozeßlinie für die

Herstellung (z.B. tintenstrahl-) gedruckter Bauelemente und die Analyse geeigneter Materialien ermöglicht. Bei der Technologieentwicklung kann das IISB über die Kooperation mit dem Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente auf Erfahrungen des DFG-Graduiertenkollegs 1161/1 "Disperse Systeme für Elektronikanwendungen" zurückgreifen und fungiert zudem als Partner des Exzellenzclusters "Engineering of Advanced Materials" an der Universität Erlangen-Nürnberg.

Ansprechpartner

Dr. Michael Jank
Telefon: +49 (0) 9131 761-165
michael.jank@iisb.fraunhofer.de

Due to its unsurpassed integration density, silicon technology will be the dominant manufacturing method for applications with high performance. Complementary to highly integrated circuits and memory chips, a variety of systems with low complexity have been established. These applications are expected to benefit from alternative production technologies especially with regard to fabrication cost.

An example for circuits with a low number of functions per area are RFID tags or electronic tickets, where the assembly of tiny and yet cheap silicon chips to an antenna allocates the major part of the total system cost and also gets more and more critical with respect to handling issues. Consequently, an integration of antenna and circuit manufacturing would yield significant cost savings.

A solution to the aforementioned problems will be polymer electronics, where strong research efforts demonstrated printed prototypes with good prospects for commercial exploitation. The main advantages of printed polymer electronics are the material and cost-saving additive structuring and the suitability for low-temperature processing which allows the use of flexible plastic substrates.

However, sensitivity to UV and humidity and especially electrical parameters which are significantly worse than in inorganic materials have been identified as the major drawbacks of polymer electronics. Even with highly ordered organic single crystals, the carrier mobilities and respective drive currents or clock frequencies are orders of magnitude below those of inorganic single-crystalline semiconductors. Much effort has recently been placed in the processing of inorganic materials with processing conditions comparable to polymer electronics. The two main

routes use either the deposition of liquid precursors or the deposition of nanoparticles with a subsequent thermal treatment. Nanoparticulate layers, which are investigated at IISB, are feasible for printed electronics due to a strong alteration of thermodynamic behavior (i.e. sintering temperatures) with decreasing nanoparticulate diameters.

The process chain for nanoparticle electronics starts with materials synthesis and subsequent termination or functionalization of the particle surfaces. Printable inks are formed by dispersing the particles in a stabilizing ambient. By careful selection, a materials system must be found that encloses (semi-)conducting and insulating materials showing a good compatibility with respect to electrical and mechanical interface properties. Finally, printing and dedicated post-processing will lead to device structures and circuits.

In 2007, IISB acquired a grant from the Fraunhofer Challenge program which in conjunction with internal funding will allow the establishment of an integrated process line for the realization of ink jet-printed devices and allows for the screening of suitable materials. The technology development is done in cooperation with the Chair of Electron Devices which is involved in the DFG Research Training Group 1161/1 "Disperse Systems for Electronics". Additionally, IISB will serve as partner for the recently established Cluster of Excellence "Engineering of Advanced Materials" at the University of Erlangen-Nuremberg.

Contact

Dr. Michael Jank
Phone: +49 (0) 9131 761-165
michael.jank@iisb.fraunhofer.de

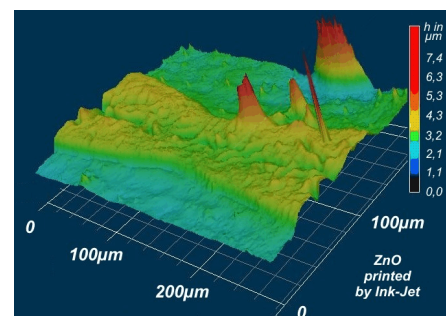


Fig. 2: Topologie einer tintenstrahlgedruckten Linie aus ZnO-Nanopartikeln; Topology of an ink-jetted line of ZnO nanoparticles.

Schwerpunkte, Trends und Potentiale der Abteilung Kristallzüchtung

Kristallzüchtungsprozesse liefern das Grundmaterial für viele Anwendungen. Die FuE-Arbeiten im Gebiet der Kristallzüchtung werden daher durch die Forderungen nach speziellen Anwendungen vorangetrieben. Im allgemeinen werden dabei aus wirtschaftlichen Gründen immer größere Kristalldimensionen benötigt. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an die Kristallqualität im mikroskopischen und makroskopischen Maßstab sowie der Bedarf nach Materialien mit neuen Eigenschaften.

Der Forschungsschwerpunkt der Abteilung Kristallzüchtung liegt darin, gemeinsam mit den Industriepartnern Anlagen und Prozesse zur Herstellung von Massivkristallen und dünnen Schichten zu entwickeln und zu optimieren, um den steigenden Anforderungen bezüglich Kristallqualität und Kostenreduktion gerecht zu werden.

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 und für die industriellen Partner zur Entwicklung von Kristallzüchtungsanlagen und Prozessen eingesetzt.

Im Jahr 2007 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. Im Bereich der Herstellung von optischen Kristallen wurden spezielle Calciumfluorideinkristalle gezüchtet, die die Grundlage für künftige Steppergenerationen bilden könnten. Darüber hinaus wurde die voll automatisierte Züchtung von Saphirbändern demonstriert.

Auf dem Gebiet der Herstellung von Galliumnitrid aus metallischen Lösungen bei Raumdruck wurde ein Prozeß entwickelt, der die Herstellung von mehreren defektarmen GaN-Templates mit bis zu 75mm Durchmesser in einem Versuch ermöglicht. Im Bereich der Hochleistungsbauelemente auf Basis von Siliciumcarbid 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 die Grundlage für eine höhere Zuverlässigkeit der Bauelemente darstellt.

Im Bereich Simulation wurde die Software CrysMAS, die das Hauptprodukt der Abteilung Kristallzüchtung darstellt, weiter auf die Kundenbedürfnisse bezüglich einfacherer Nutzung und effizienterer Strömungsberechnung zugeschnitten. Durch die Weiterentwicklung ist es unter anderem möglich geworden, den Einfluß der Konvektion auf die Mikrostruktur von metallischen Legierungen bei künftigen Experimenten auf der Internationalen Raumstation vorherzusagen. Im Rahmen des Fraunhofer-Programms "Profx2" wurde ein

allgemeines Konzept zur Kopplung unterschiedlicher Software entwickelt. Dieses Konzept wird realisiert, 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. Hervorzuheben ist das Festkolloquium zu Ehren der offiziellen Verabschiedung des Gründers und langjährigen Leiters des Erlanger Kristallabors Prof. Dr. Georg Müller. Seine herausragenden Verdienste in der Lehre wurden 2007 mit dem "Preis für gute Lehre" des Bayerischen Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst gewürdigt.

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

Ansprechpartner

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

Focal Areas of Research and Development, Trends and Potentials of the Department of Crystal Growth

Crystal growth processes provide basic materials for many applications. The research and development of crystal growth processes is driven by the demands which come from specific applications, but in common there is a need for an increase of crystal dimensions, improved uniformity of the relevant crystal properties in the micro- and macroscale and materials with new properties.

Therefore, the focus of research of the department of crystal growth is to develop - in close collaboration with industry - equipment and processes for the production of bulk crystals in order to meet the increasing requirements on crystal quality and cost reduction.

The strategy of IISB is to optimize the crystal growth processing by a combined use of experimental process analysis and numerical modeling. Therefore, IISB is provided with a suitable experimental infrastructure and with highly efficient user-friendly simulation programs. These computer codes, which are continuously enhanced, are used for and by the industrial partners to develop crystal growth equipment and processes.

In 2007, the department Crystal Growth of Fraunhofer IISB has consolidated its position as 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 Center Semiconductor Materials, has developed ways to avoid the formation of harmful precipitates and gained valuable knowledge about the heat and

mass transport processes in the large silicon melts for its industrial partner by experimental analyses and numerical simulation. In the area of optical crystals growth, special calcium fluoride single crystals were grown which might serve as a basis for future stepper generations. Furthermore, the fully automated growth of sapphire ribbons was demonstrated.

In the field of manufacturing of gallium nitride from metallic solutions under ambient pressure conditions, a process was developed which allows the production of several low-defect GaN templates with up to 75mm diameter in one run. In the area of high-power devices on the basis of silicon carbide the focus is put on the analysis of crystal defects which are harmful for the long-term reliability of the devices. Thereby, measures which allow to avoid special crystal defects during the epitaxial process have been developed together with the industrial partners. This serves as a basis for a better reliability of the devices.

In the field of modeling, the software CrysMAS, which is the main product of the department Crystal Growth, was tailored further in order to meet the demands of the customers with respect to easier use and more efficient computation of fluid problems. The further developments allow among others to predict the influence of convection on the microstructure formation in metallic alloys during future solidification experiments onboard the International Space Station. Within the frame of the Fraunhofer Profx2 program, a generic concept for coupling of different software tools was developed. This concept is realized to couple CrysMAS to Openfoam, which has turned out to be very efficient for three-dimensional fluid flow simulations.

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 Crystal Growth. Furthermore, the department Crystal Growth has organized several events. At this point, especially the scientific colloquium on the occasion of the official retirement of the founder and former head of Erlangen's Crystal Growth Laboratory Prof. Dr. Georg Müller has to be mentioned. His outstanding contributions in the field of teaching were honoured in 2007 with the "good teaching award" of the Bavarian Ministry of Science, Research and Art.

The department Crystal Growth cooperates closely with research institutions and maintains national but also international cooperations to industry.

Contact



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

Hochvolt-Bauelemente aus Siliciumcarbid (SiC) besitzen gegenüber Leistungsbaulementen aus anderen Halbleitern deutliche Vorteile wegen der Materialeigenschaften von SiC. Solche Bauelemente weisen ein großes Energieeinsparpotential aufgrund reduzierter Verlustleistung und geringerem Kühlungsbedarf auf. Bei den bereits kommerziell verfügbaren unipolaren Bauelementen werden die vorhandenen Kristalldefekte in den SiC-Substraten derzeit im wesentlichen als Ausbeute begrenzend angesehen. Bei bipolaren Bauelementen können bestimmte Kristalldefekte ein Risiko für die Langzeitstabilität darstellen, weshalb solche Bauelemente derzeit noch nicht kommerziell erhältlich sind. Im Rahmen des Projekts "Ko-SiC", das durch die Bayerische Forschungstiftung gefördert wird, soll das Verständnis der Kristalldefekte vertieft werden, um die Ausbeute bei der Produktion unipolarer Bauelemente zu erhöhen und die Kommerzialisierung bipolarer Bauelemente zu ermöglichen.

Verschiedene Defekte liegen bereits im Grundmaterial (Substrat) vor und können sich in die Epitaxieschicht fortpflanzen. Weitere Kristalldefekte können bei der Epitaxie und bei der anschließenden Bauelemente-Herstellung entstehen - das Problem umfaßt somit den gesam-

ten Herstellungsprozeß. Noch fehlt das grundlegende physikalische Verständnis für die Eigenschaften und Auswirkungen der Defekte auf die Bauelemente. Dies soll im Projekt erarbeitet werden. Daraus lassen sich dann die erforderlichen Substrat- und Prozeßeigenschaften zur Herstellung langzeitstabiler bipolarer Bauelemente erschließen. Im Fall der unipolaren Bauelemente sollen die Erkenntnisse genutzt werden, um die Ausbeute und damit die Wettbewerbsfähigkeit und Marktdurchdringung zu verbessern. Zum Erreichen der Projektziele sind Forschungspartner aus Grundlagenforschung, angewandter Forschung und Industrie notwendig, die über einschlägige Kompetenzen entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Bauelementeherstellung verfügen. Am Projekt sind deshalb neben dem Fraunhofer IISB die Industriepartner SiCED Electronics Development, SiCrystal und Infineon Technologies ebenso wie der Lehrstuhl für Angewandte Physik der Universität Erlangen-Nürnberg beteiligt.

Ein Beispiel für das komplexe Zusammenwirken zwischen Kristalldefekten und Zuverlässigkeit der Bauelemente sind die Basalflächenversetzungen (Basal Plane Dislocations, BPD). Es wird vermutet, daß diese die Langzeitstabilität von bipolaren Bauelementen wesentlich beeinflussen. Dieser Defektyp entsteht bereits bei der Herstellung des Grundmaterials (Kristallzüchtung) und liegt mit einer Dichte in der Größenordnung von 10^3 bis 10^4 pro cm^2 im Wafer vor. Er verhält sich zunächst während der nachfolgenden Epitaxie und Bauelementeherstellung vollkommen unauffällig. Erst während des Betriebs des Bauelements scheint der Defekt sich in einen neuen, in seinen elektrischen Eigenschaften wesentlich kritischeren Defekt umzuwandeln. Bei diesem neuen Defektyp handelt es sich um einen Stapelfehler, der zu einer

stetig fortschreitenden Degradation (Erhöhung der Durchlaßverluste) bis hin zum Versagen des Bauelements führt.

Ein Teilgebiet des Projekts behandelt die Reduzierung bzw. vollständige Vermeidung der Basalflächenversetzungen durch einen angepaßten Epitaxieprozeß. Durch geeignete Bedingungen während des epitaktischen Wachstums kann eine Umwandlung der BPDs in einen anderen Versetzungstyp erreicht werden, welcher als unkritisch hinsichtlich der Bauelementstabilität erachtet wird. Hierfür wurden umfangreiche Versuchsreihen zur epitaktischen Schichtabscheidung auf um 4° verkippten 4H-SiC-Substraten durchgeführt und die Schichten hinsichtlich der Versetzungsdichte charakterisiert. Dabei wird defektselektives Ätzen der Substrate und Epitaxieschichten zur Charakterisierung angewendet. Hierbei werden die Defekte an der Probenoberfläche mit charakteristischen Ätzgruben dekoriert, wie in Abbildung 1 dargestellt.

Durch systematische Variation einzelner und mehrerer Epitaxieparameter konnte deren Einfluß auf die Versetzungsfortpflanzung bei der Epitaxie untersucht werden. Die Ergebnisse dieser Versuchsreihen sind in Abbildung 2 dargestellt. Für eine bestimmte Kombination von Epitaxieparametern konnte eine vollständige Umwandlung der BPD erreicht werden. Die Langzeitstabilität bipolarer Bauelemente auf der Basis BPD-freier Epitaxieschichten wird im Rahmen des Projekts weiter untersucht werden.

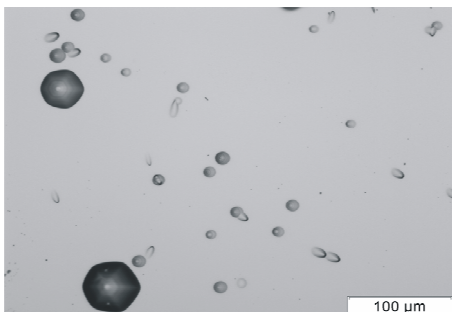


Fig. 1: Typisches Ätzbild eines um 4° verkippten 4H-SiC-Substrats. Die verschiedenen Ätzfiguren repräsentieren unterschiedliche Defektypen; Typical etch pattern of a 4° off-axis 4H-SiC substrate. Different etch pit morphologies represent different defect types.

Ansprechpartner

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

Reduction of Basal Plane Dislocations during Epitaxy of 4H-SiC for High-Voltage Devices

Applied Physics of the University of Erlangen-Nuremberg.

Silicon carbide (SiC) is the preferred material for high-power/ high-voltage applications because of its intrinsic physical properties. High-voltage devices manufactured on SiC work more efficiently than silicon-based devices as power loss is reduced and they are more rugged.

In case of the unipolar devices already commercially available, crystal defects are considered to limit the production yield. Concerning bipolar devices, certain crystal defects can have negative effects on the long-term stability. Therefore, such devices are not commercially available yet. The KoSiC project funded by the "Bayerische Forschungsförderung" strives to deepen the comprehension of crystal defects to increase the production yield of unipolar devices and to enable commercial use of bipolar devices.

The substrates contain different types of defects which can propagate into the epitaxial layer. Further crystal defects can be generated during epitaxy or subsequent device processing - the problem covers the whole production process. The basic physical understanding of the properties and influence of defects on the device performance should be established with this project. From this knowledge, the substrate and process requirements can be drawn for bipolar devices with long-term stability. In case of unipolar devices, the knowledge gained about defects will be used for increasing production yield and thus for a more competitive market position and penetration. To achieve the aims of the project, several skilled partners from industry and scientific research are needed with competences in all fields along the production chain of SiC devices. The project partners besides the Fraunhofer IISB are SiCED Electronics Development, SiCrystal and Infineon Technologies as well as the Chair of

Basal Plane Dislocations (BPD) are an example of the complex interaction between crystal defects and device reliability. BPDs are thought to influence the long-term stability of bipolar SiC-based devices. This defect type occurs during crystal growth and the wafers cut from these crystals contain BPD densities in the range of $10^3 - 10^4$ per cm^2 . It can propagate into the epilayer and therefore in the active area of bipolar devices. During device operation, the BPD converts to a Stacking Fault, which is a very critical defect as it grows continuously. This leads to an increasing forward voltage drop and in the end to device failure.

One part of the KoSiC project is the reduction or avoidance of BPD in epilayers which can be achieved by a well-suited epitaxial growth process. The BPD density can be reduced by a dislocation conversion process depending on epitaxial growth conditions. The converted dislocations are regarded as of minor importance for device performance and stability. To establish such an epitaxial growth process, several epitaxial growth runs have been performed on 4° off-axis 4H-SiC substrates. The epilayers were characterized using defect-selective etching, which is a very common method to investigate the dislocation content of crystalline samples. With this method, the intersection points of dislocations at the sample surface are decorated with characteristic etch pits (compare fig. 1).

Varying single and multiple epitaxial growth parameters show the influence of each parameter on the dislocation conversion. The results of these experiments are shown in fig. 2. All of the BPDs from the substrate were converted during epitaxy for a certain combination of epitaxial growth parame-

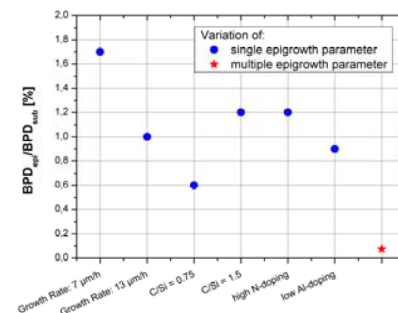


Fig. 2: Verhältnis der BPD-Dichte in der Epitaxieschicht zu jener des korrespondierenden Substrats für verschiedene Epitaxiebedingungen; Ratio of the BPD density of the epilayer and its corresponding substrate.

ters. The next step is the investigation of the long-term stability of bipolar devices based on those BPD-free epitaxial layers.

Contact

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

GaN ist ein sehr wichtiger Verbindungshalbleiter mit großer Bandlücke für optoelektronische und elektronische Bauelemente. Für die Leistungsfähigkeit und eine hohe Lebensdauer von GaN-basierten Bauelementen ist es von großem Vorteil, wenn die Versetzungsdichte gering ist.

Die Herstellung von GaN nach dem Niederdruck-Lösungszüchtungsverfahren (LPSG) wird seit einigen Jahren am Fraunhofer IISB verfolgt. Ein wichtiger Aspekt in der Herstellung dieser Schichten ist es, die Dichte der Versetzungen gegenüber dem eingesetzten Keim, einer MOCVD-GaN-Schicht auf Saphir, zu reduzieren. Ziel dieser Untersuchungen ist es, die Mechanismen, die zu einer Reduktion führen, besser zu verstehen. Dieses Verständnis kann dann gezielt genutzt werden, um die Herstellung von GaN zu optimieren.

Als Untersuchungsmethode wurde die Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) gewählt, mit deren Hilfe das Verhalten einzelner Versetzungen sichtbar gemacht werden kann. Dabei ist es

möglich, verschiedene Versetzungstypen durch die Wahl unterschiedlicher Aufnahmebedingungen zu unterscheiden.

Unsere Ergebnisse zeigen, daß es zu Beginn des Schichtwachstums zu einer Inselbildung kommt. Diese Inseln nukleieren nicht-geordnet auf der GaN-Keimschicht und bilden facettierte Seitenflächen $\{1-10n\}$ aus.

Die Versetzungen aus der Keimschicht biegen zu diesen Seitenfacetten hin ab. Der Winkel, um den sie aus der c -Richtung abbiegen, hängt dabei sowohl von der Seitenfacette der Insel als auch vom Typ (dem Burgersvektor) der Versetzung ab. Fig. 1 zeigt eine TEM-Aufnahme, in der die Versetzungen als dunkle Linien zu sehen sind. Es sind hier verschiedene Versetzungen zu sehen, die zu den Inselfacetten hin abbiegen. Dabei biegen die Versetzungen mit a -Burgersvektor bei gleicher Facette stärker aus der c -Richtung ab als die mit $a+c$ -Burgersvektor. Zwischen Versetzungen, die aus der Hauptwachstumsrichtung abgebogen sind, kommt es mit höherer Wahrscheinlichkeit zu einer

Annihilation. Damit verringert sich die Versetzungsdichte innerhalb des ersten Mikrometers der LPSG-GaN-Schicht um etwa eine bis zwei Größenordnungen.

Bei der Suche nach einer Erklärung für das Abbiegen der Versetzungen hilft die Berechnung der Linienenergie für Versetzungen in verschiedenen Gleitsystemen und für verschiedene Inselfacetten. Fig. 2 zeigt exemplarisch die numerische Berechnung der Linienenergie für Versetzungen mit einem a -Burgersvektor im prismatischen Gleitsystem an verschiedenen Facettenwinkeln. Insbesondere ist hier zu sehen, daß steilere Facetten das Abbiegen der Versetzungen in die Basalebene, d.h. senkrecht zur Hauptwachstumsrichtung ermöglichen. Die Winkel mit minimaler Linienenergie stimmen mit den experimentell bestimmten Winkeln, um die die Versetzungslinie aus der c -Richtung biegt, überein.

Mit Hilfe der erwähnten energetischen Betrachtungen ist es also möglich, das Verhalten der Versetzungen während des LPSG-Schichtwachstums zu erklären. Ein gezielter Einsatz des Inselwachstums ermöglicht somit, die Versetzungen aus der Hauptwachstumsrichtung abzubiegen und Versetzungsannihilationen zu forcieren.

Die Arbeiten wurden finanziell unterstützt durch das BMBF und das Fraunhofer Doktorandinnen-Programm.

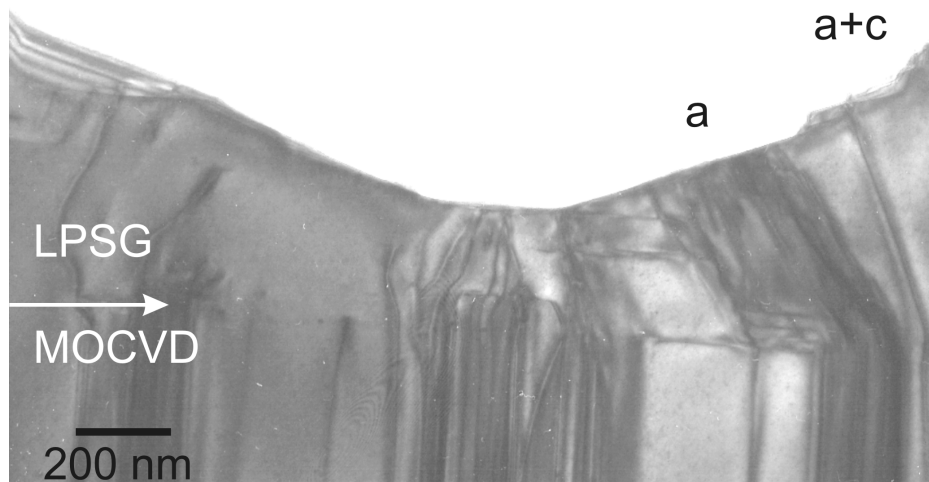


Fig. 1: TEM-Aufnahme von Versetzungsabbiegen an der MOCVD-LPSG-Grenzschicht (weißer Pfeil) für Versetzungen (dunkle Linien) mit verschiedenen Burgersvektoren an einer gleichen Facette; TEM image showing the dislocation bending at the MOCVD-LPSG-GaN interface (white arrow) for dislocations (dark lines) with different Burgers vectors at the same facet.

Ansprechpartner

Isabel Knoke
Telefon: +49 (0) 9131/85-28618
isabel.knoke@iisb.fraunhofer.de

GaN is an important wide bandgap semiconductor for optoelectronic and electronic devices. A low dislocation density is an important factor for high efficiency and high lifetime of the devices.

The low-pressure solution growth (LPSG) technique for the growth of GaN has been developed at Fraunhofer IISB. An important aspect for the layer growth is the achievement of a reduced dislocation density in comparison with the used template, a MOCVD-GaN layer on sapphire. Aim of the present investigation is the understanding of the mechanism for the reduction of the dislocation density. This knowledge can be used in order to optimize the growth conditions for GaN.

The investigation method in choice is here the Transmission Electron Microscopy (TEM). This method allows analyzing single dislocations. It is possible to discriminate the different types of dislocations by special imaging conditions.

From our results we can see that layer growth starts with islands. The nucleation of the islands takes place on the template in a non-ordered way. The islands have faceted surfaces, where these surfaces can be indexed by $\{1-10n\}$.

The dislocations bend towards the facets of the islands. The bending angle, measured towards c direction, depends on the angle of the facet and on the type (Burgers vector) of the dislocation. Fig. 1 shows a TEM image, where the dislocations are the darker lines. Different dislocations bending towards the same facet are visible. The dislocations with a -type Burgers vector bend by a higher angle than the dislocation with $a+c$ -type Burgers vector at the same facet. Dislocations that bent off the main growth direction are more proba-

ble to annihilate. The dislocation density decreases within the first micrometer of LPSG-GaN layer by one order of magnitude.

In order to explain the bending of the dislocations, we calculated the line energy for the different types of dislocations in the possible glide systems. Fig. 2 shows an example for these calculations. Here, the line energy is plotted for an a -type dislocation in the pyramidal glide system for three different facet angles. Comparing these three curves, the minimum of the line energy shifts to higher angles for steeper facets. This means that steeper facets favor the bending to the basal plane. The angles where the line energy is minimal are the same as the bending angles determined experimentally.

These energetic considerations can explain the behavior of the dislocations during LPSG GaN layer growth. By controlling the islands growth, it is possible to bend the dislocations off the direction of the layer growth and to force the annihilation of the dislocations.

Acknowledgement: The work was financially supported by the BMBF and the "Fraunhofer Doktorandinnen-Programm".

Contact

Isabel Knoke
Phone: +49 (0) 9131/85-28618
isabel.knoke@iisb.fraunhofer.de

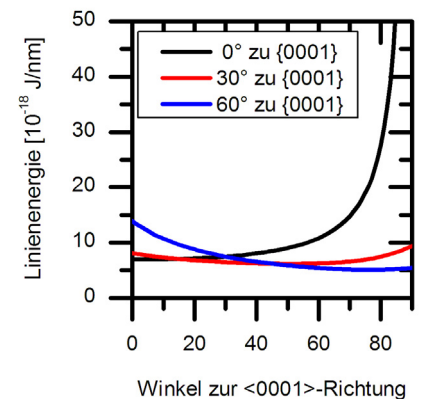


Fig. 2: Numerische Berechnung der Linienenergie für Versetzungen mit einem a -Burgersvektor im prismatischen Gleitsystem für verschiedene Facetten; Numerical calculation of the line energy for a dislocation with a -type Burgers vector in the pyramidal glide system for different facets.

Korrelation der Ausscheidungsbildung in multi-kristallinem Silicium mit Wärme- und Stofftransport-Prozessen bei der Erstarrung

Gemäß verschiedener Marktstudien wird sich das rasante Wachstum der letzten Jahre in der Photovoltaik auch in den nächsten Jahren trotz der noch anhaltenden Knappheit an Reinstsilicium fortsetzen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit den verfügbaren Rohstoff bei der Herstellung der Siliciumwafer effizienter einzusetzen. Mit dem Aufbau neuer Produktionskapazitäten für Reinstsilicium wird zukünftig die Nachfrage nach Siliciumwafern für die Solarzellenherstellung quantitativ leicht bedient werden können. Allerdings wird die Materialqualität der Wafer die Position der Hersteller im Vergleich mit den Wettbewerbern bestimmen.

Für die Photovoltaikanwendung ist die gerichtete Erstarrung das wichtigste Produktionsverfahren zur Herstellung von multikristallinen Siliciumkristallen. Durch einen Schmelz- und Kristallisationsprozeß werden aus dem Siliciumausgangsmaterial Siliciumblöcke gefertigt. Nach dem Vereinzeln in Siliciumquader können anschließend einzelne Siliciumwafer daraus gesägt werden. Die Qualität der Siliciumwafer wird in großem Maße durch die während der Kristallisation

und der Abkühlung auftretenden Wärme- und Stofftransportprozesse beeinflusst. Obwohl dabei die Konvektionsvorgänge in der Siliciumschmelze eine große Rolle spielen, fehlt bislang ein grundlegendes Verständnis über deren Mechanismus und Folgen auf die Eigenschaften der Siliciumwafer.

Der erstarrte Siliciumblock ist relativ stark sowohl mit Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff als auch mit metallischen Verunreinigungen kontaminiert. Ferner können die Verunreinigungen zu weiteren Kristalldefekten (Si_3N_4 - und SiC-Ausscheidungen) führen bzw. mit anderen Kristalldefekten, zum Beispiel Versetzungen, wechselwirken. Diese Defekte können die Ladungsträgerlebensdauer in den Siliciumwafern reduzieren und damit zu einer geringeren Effizienz der Solarzellen bzw. zum Ausfall der Energiekonversion führen. Die Hauptquellen für den Eintrag von Verunreinigungen in das Silicium während des Kristallisationsprozesses sind zum einen die Graphiteinbauten in der Ofenanlage als auch die mit Siliciumnitrid beschichtete Kokille. Speziell aus der Kokillenbeschichtung diffundieren metallische Verunreinigungen in das Silicium mit der Folge, dass die Randbereiche der Siliciumblöcke eine sehr viel geringere Ladungsträgerlebensdauer aufweisen. Darüber hinaus stellt die Siliciumnitridbeschichtung, die auf die Quarzgutkokille aufgebracht wird, die Hauptquelle für die Stickstoffkontamination dar. Am Technologiezentrum Halbleitermaterialien Freiberg, der gemeinsamen Außenstelle des IISB und des ISE, wurde in Zusammenarbeit mit einem der weltweit größten Hersteller von Siliciumwafern für Solarzellen, im Rahmen des "KoWäSto"-Projektes (P11096; bis 08/07) und des "HiQuaSil"-Projektes (12416/2025; ab 11/07) die Verbesserung der Materialqualität für Siliciumwafer für Solarzellen angegangen. Eine Versuchsanlage dient dazu, die industriellen Öfen im Labormaß-

stab nachzubilden, sodaß es möglich ist, relativ einfach einzelne Prozeßparameter zu variieren und den Einfluß dieser auf die Materialqualität zu untersuchen. Die experimentellen Arbeiten wurden durch umfangreiche Modellbildung und numerische Simulation begleitet. Es konnte gezeigt werden, daß die entsprechenden Teile einer Kristallisationsanlage (Isolationsmaterial, Tiegelmateriale, Tiegelbeschichtung, Atmosphäre) einen erheblichen Einfluss auf die Bildung von SiC- und Si_3N_4 -Ausscheidungen haben können. Mit Hilfe der numerischen Modelle gelang es, eine sogenannte "virtuelle Maschine" zu erarbeiten, die es erlaubt, die experimentellen Ergebnisse der Versuchsanlage zu beschreiben. Neben der Berechnung der Schmelzströmungsverhältnisse stand die Berechnung des Stofftransportes im Vordergrund. Es konnte gezeigt werden, daß die Schmelzkonvektion für die Verteilung der C-, O- und N-Verunreinigungen in multikristallinem Silicium verantwortlich ist. Weiterhin wurde eine quantitative Beschreibung des Stofftransportes für C, O und N möglich. In den aktuellen Forschungsarbeiten wird verstärkt auf die Aufklärung des Transportmechanismus der einzelnen Ausscheidungen in der Schmelze Wert gelegt.

Ziel ist es, die Ausscheidungen örtlich begrenzt zu lokalisieren bzw. zu reduzieren oder ganz zu vermeiden. 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

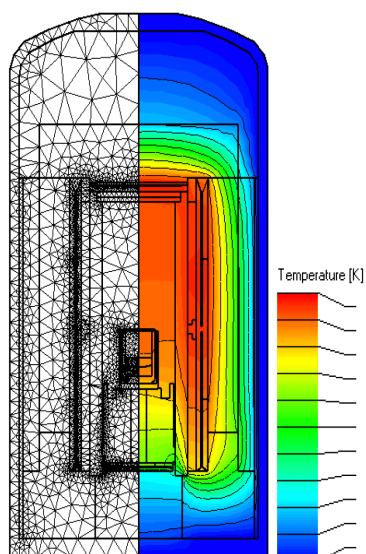


Fig. 1: Mittels CryMas berechnetes Temperaturfeld der Versuchsanlage; Temperature field for the R&D furnace calculated with CryMas.

Correlation of the Formation of Precipitates in Multi-crystalline Silicon with Heat and Mass Transport Processes during Solidification

According to different market studies, the rapid growth of photovoltaics in the last years will continue further despite of the shortage of the silicon raw material. Therefore, much more efficient methods for the manufacturing of silicon wafers are required. Once this shortage of the silicon feedstock is handled efficiently, the demand for silicon wafers can quantitatively be met easily for the production of solar cells. However, the material quality of the silicon wafers will decide the ranking of the manufacturers in comparison to their competitors.

The necessary polycrystalline silicon material for solar cells manufactured by the principle of directional solidification had a market share of 75% in 2005. A silicon block is produced from the 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 is extremely dependent on the heat and mass transport occurring during the crystallisation and cooling process. Despite of the very well-known fact that melt convection plays an important role for the heat and mass transport, the basic understanding of its mechanism and consequences to the properties of the silicon wafer is lacking.

The solidified silicon block is relative highly contaminated with carbon, oxygen, nitrogen and metallic impurities. Furthermore, these impurities lead to other crystal defects (Si_3N_4 and SiC precipitates) and can interact among each other just like dislocation. These defects can reduce the charge carrier lifetime in the silicon wafer and lead to a lower efficiency of the solar cells. In addition, the precipitates can be responsible for short-circuits in the solar cell and might trigger a total breakdown of the energy conversion. The main sources for the

incorporation of impurities into the silicon during the crystallization process are graphite parts in the furnace and the Si_3N_4 coating of the SiO_2 crucible. The metallic impurities especially diffuse out of the crucible coating and lead to a very low charge carrier lifetime in the border area of the silicon block. This area has to be castaway. In addition, the silicon nitride coating is the main source for the nitrogen contamination. The Technology Center for Semiconductor Materials (THM) Freiberg, a combined branch of Fraunhofer IISB, Erlangen and Fraunhofer ISE, Freiburg, started a close collaboration together with an industrial partner within the framework of the "KoWaeSto" project (P11096; until 08/07) and the "HiQua-Sil" project (12416/2025; start 11/07) in order to improve the material quality for silicon wafers.

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. The experimental work has been accompanied by extensive model building and numerical simulation. The observations show that the interior parts of the crystallization furnace (insulating materials, crucible materials, crucible coating and atmosphere) have a considerable influence on the formation of the precipitates. By means of the numerical models, it was possible to develop the so-called "virtual machine" which allows to describe the experimental results of the R&D

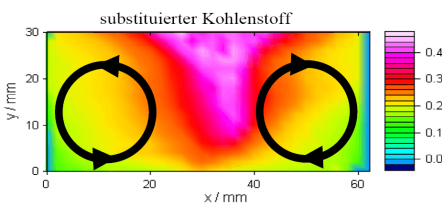


Fig. 2: Mittels fouriertransformierter Infrarotspektroskopie bestimmte Kohlenstoffverteilung; Carbon distribution measured with Fourier-transformed IR spectroscopy.

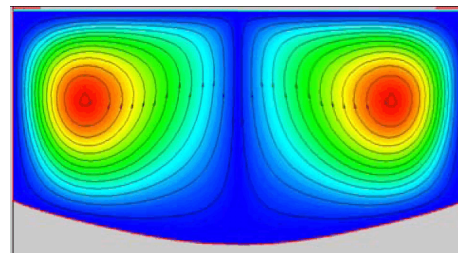


Fig. 3: Mittels CrysMas berechnete Strömungsfunktion für die Hälfte der Kristallisation in der Versuchsofenanlage; Calculated stream function at the half of the crystallisation process in the R&D furnace.

furnace. 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 C, N and O distribution whereas the O distribution is linked to the shape of the solid-liquid interface. Furthermore, a quantitative description of the mass transport for C, O and N is possible. The current research activities are concentrated on the individual transport mechanism in the melt for the different precipitates.

The aim of this work is to limit the occurrence of the precipitates and to reduce or even to eliminate them totally. 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

Schwerpunkte, Trends und Potentiale der Abteilung Leistungselektronische Systeme

Das Wachstum in den vorangegangenen Jahren machte eine Neuorganisation der Abteilung Leistungselektronische Systeme erforderlich. Diese trat mit Beginn des Jahres 2007 in Kraft und brachte eine Verdopplung der Zahl der Arbeitsgruppen mit sich. Die industrielle Leistungselektronik liegt weiterhin in den bewährten Händen von Herrn Billmann. Der Markt dieser Gruppe, die Industrie- und Unterhaltungselektronik, zeichnet sich durch ein außerordentlich breites Spektrum sowohl in der Kundenstruktur als auch bei den Applikationen aus. Die Gruppe bietet Lösungen von kleinsten Leistungen bis hin zu Komponenten für Gigawatt-Anlagen. Für die Leitung der Gruppen "Schaltungstechnik" sowie "Systemintegration und Mechatronik" konnten mit Herrn Zeltner und Herrn Eckardt zwei bewährte Mitarbeiter aus der Abteilung gewonnen werden.

Die Schwerpunkte in der Gruppe Schaltungstechnik liegen auf den Gebieten Effizienz- und Dichteoptimierung, Ansteuerelektroniken für Leistungshalbleiter, Sensorik sowie Regelungstechnik. Die Gruppe Systemintegration und Me-

chatronik setzt die erfolgreichen Arbeiten auf dem Gebiet der Integration leistungselektronischer Systeme in komplexe Zielanwendungen - deren Grundlagen seinerzeit im Rahmen des Bayerischen Kompetenznetzwerks für Mechatronik (BKM) gelegt wurden - fort. Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt auf Systemkomponenten für den Antriebsstrang von Hybrid-, Brennstoffzellen- und Elektrofahrzeugen. Der in den Jahren 2005/2006 geplante Ausbau des Bereichs "Materialien und Zuverlässigkeit" zu einer eigenen Gruppe konnte in 2007 realisiert werden. Dazu stellte der Freistaat Bayern Fördermittel aus dem Ziel-2-Programm der EU zur Verfügung. Mit Herrn Schletz übernahm im Oktober 2007 ein erfahrener Mann aus der Industrie die Leitung dieser Gruppe.

Eine wirkungsortgerechte Systemintegration von Leistungselektronik erfordert in vielen Fällen das Verlassen traditioneller Wege, z.B. in der Aufbau- und Entwärmungstechnik oder bei passiven Bauelementen. Hohe Innovationspotentiale stecken hierbei im Einsatz neuer Materialien, wie z.B. in funktional gefüllten Kunststoffen mit besonderen thermischen oder weichmagnetischen Eigenschaften, aber auch in metallischen Nano-Pulvern für die AVT. Zu den technologischen Themen hinzu kommen Fragen der Zuverlässigkeit von Lei-

istungselektronik, speziell in thermisch hoch belasteten Umgebungen. Dies betrifft sowohl Aspekte des robusten Designs als auch Fragen des Zuverlässigkeits- und Lebensdauernachweises bei hochkomplexen mechatronischen Systemen.

Höhepunkt für das ZKLM im Jahr 2007 war zweifellos der Start des Entwicklungsprojekts für ein eigenes Hybridfahrzeug. Ziel dieses Projekts ist der Aufbau eines Versuchsfahrzeugs als Technologieträger zur Demonstration und Erprobung leistungselektronischer Systemkomponenten. Auf der Basis eines konventionellen Serienfahrzeugs soll eine Plattform geschaffen werden, um die für eine Hybridisierung erforderlichen leistungselektronischen Systeme, deren Integration in das Gesamtfahrzeug sowie deren Zusammenspiel unter realen Umgebungs- und Betriebsbedingungen darstellen, untersuchen und optimieren zu können. Dieses Projekt wird die Position des Fraunhofer-IISB auf dem Gebiet der Kfz-Leistungselektronik nachhaltig stärken, nicht nur über die Kompetenzerweiterung, das detaillierte Kennenlernen der Anwendungsanforderungen und die Erhöhung der Sichtbarkeit und Außenwirkung, sondern - aufgrund seiner hohen Attraktivität - auch im Sinne der Nachwuchsförderung und Mitarbeitergewinnung.

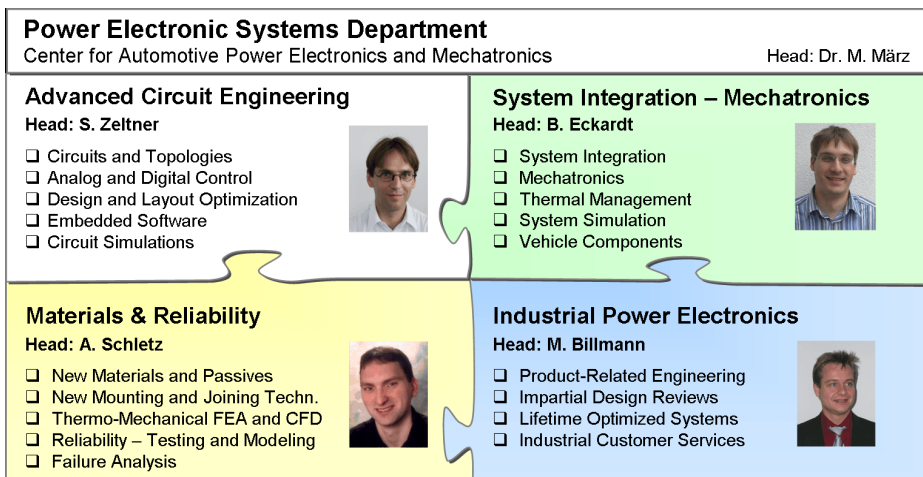


Fig. 1: Organisation und Arbeitsschwerpunkte der Abteilung; Organization and focus research areas of the power electronics department.

Ansprechpartner

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

Focal Areas of Research and Development, Trends and Potentials of the Department of Power Electronic Systems

The growth during the previous years required a reorganization of the power electronic systems department, which became effective with the beginning of the year 2007 and doubled the number of working groups. The industrial power electronics is continuing in the approved hands of Mr Billmann. The market of this group is quite heterogeneous regarding both the customer structure and the variety of most different applications. The group develops solutions for low power systems as well as components for gigawatt plants. For the management of the groups "Advanced Circuit Engineering" and "System Integration and Mechatronics" two approved engineers with long-term experience, Mr Zeltner and Mr Eckardt, could be entitled of the existing staff. The main emphasis of the "Advanced Circuit Engineering" group are the efficiency and power density optimization, driver circuits for power semiconductors, sensors, and control circuit engineering; the latter with a special focus on all-digital converter controls (digital power). The group "System Integration

and Mechatronics" continues the exceptionally successful work in the field of system integration of power electronics in demanding target applications. The basics for the success were layed in projects in the context of the Bavarian competence network for mechatronics (BKM). The main emphasis of the group is on system components for the power train of hybrid, fuel-cell and electric vehicles.

The development of the working area "Materials and Reliability" to an independent group could also be realized in 2007. The build-up is supported by the state of Bavaria within the framework of the EC's EFRE program. With Mr Schletz an experienced engineer from industry took over the management of this group in October 2007. An on-site system integration of power electronics often requires to leave traditional paths in system design, in interconnection and cooling techniques, but also concerning passive components. High innovation potentials lie in the application of new materials, such as in functionally filled polymers, with special thermal or soft-magnetic properties, but also in metallic nano-powders for new joining technologies. In addition to the technological topics, questions on the reliability of power electronics arise, especially

in thermally highly loaded environments. This concerns aspects of a robust design as well as questions of the reliability and life-time validation in the case of complex mechatronic systems.

A highlight for the ZKLM in the year 2007 was the launch of the development project for an ZKLM hybrid vehicle. Aim of this project is the set-up of a test vehicle as a technology platform for the demonstration and testing of power electronic vehicle components. Based on a conventional mass-production vehicle, a platform will be created that enables to demonstrate, examine and optimize the power electronic systems necessary for any hybridization, their integration into a vehicle as well as their interaction under real ambient and operating conditions. This project will strengthen the position of the Fraunhofer-IISB in the field of automotive power electronics, not only with regard to extended competence, the detailed acquaintance of the application requirements, and the rise of public and scientific visibility, but - due to its very high attractiveness - also with regard to the promotion and recruiting of young engineers and scientists.

Contact



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

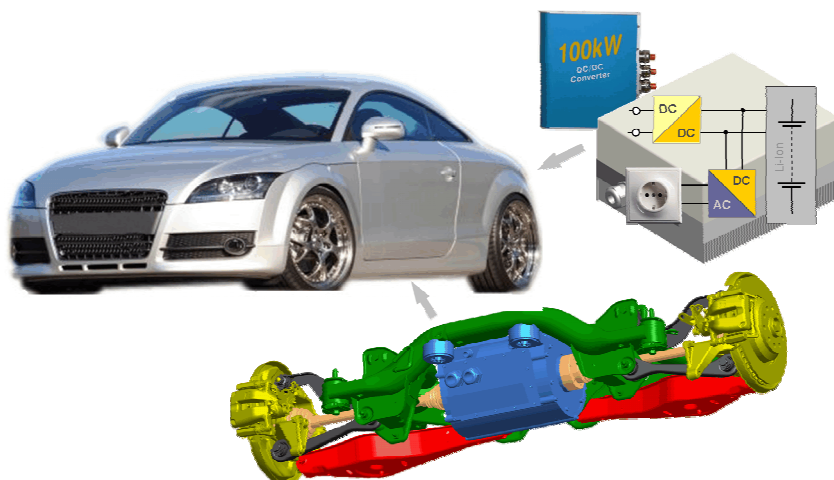


Fig. 2: Hybridisierung eines Serienfahrzeugs mittels leistungselektronischer Komponenten aus dem Fraunhofer-IISB/ZKLM; Hybridization of a mass-production vehicle using power electronic systems developed at the Fraunhofer-IISB/ZKLM.

Moderne Hybridisierungskonzepte für PKWs umfassen nicht nur einen weiten Leistungsbereich von 10kW bis zu 100kW und unterschiedliche Belastungsprofile für die elektrischen Komponenten im Antriebsstrang, es bestehen auch diverse Optionen der Systemauslegung.

Allen Hybrid-, Brennstoffzellen- und Elektrofahrzeugen gemeinsam ist ein separates elektrisches Hochleistungs-Spannungsversorgungsnetz für den Antriebsstrang. Dieses Versorgungsnetz umfaßt neben einem elektrischen Energiespeicher im Minimum den Umrichter für eine elektrische Maschine, die sowohl motorisch als auch generatorisch betrieben werden kann. Darüber hinaus speist das "Traktionsspannungsnetz", je nach Systemauslegung, weitere Komponenten. Dazu zählt im allgemeinen ein Bordnetz-DC/DC-Wandler, der, als Ersatz für die klassische Lichtmaschine, das 12V-Bordnetz versorgt. Daneben werden auch leistungsstarke elektrische Hilfsantriebe, z.B. für den Klimakompressor, aber auch Aktoren für elektromagnetische Ventile oder ein aktives Fahrwerk, vorteilhaft aus dem Traktionsspannungsnetz betrieben. Bei der Wahl des Spannungsniveaus des Traktionsspannungsnetzes geht jeder Hersteller eigene Wege. So verwendet ein namhafter OEM bei seinen Brennstoffzellenfahrzeugen Bordnetze mit einer Spannung von 200 bis 400V, bei den neu angekündigten Hybridfahrzeugen

wird die Spannung bei 80V bis 160V liegen. Auch bei anderen Herstellern variieren die gewählten Spannungen zum Teil schon bei unterschiedlichen Fahrzeugmodellen. Diese Vielfalt der Spannungsniveaus macht die Entwicklung von leistungselektronischen Komponenten für den elektrischen Antrieb und andere Hochlastverbraucher, wie z. B. die Klimaanlage, sehr kostenintensiv.

Um elektrisch angetriebene Fahrzeuge für die breite Masse interessant zu machen und damit einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, müssen die Kosten für Entwicklung und Produktion der leistungselektronischen Komponenten drastisch sinken. Das ist aus unserer Sicht nur durch eine einheitliche Wahl der Bordnetzspannung bei einer breiten Palette von Fahrzeugen möglich. Dabei stellt sich die Frage nach dem optimalen Spannungsniveau, bei dem sich leistungselektronische Wandler am kostengünstigsten auslegen lassen und gleichzeitig die hohen Anforderungen der Automobilindustrie an Zuverlässigkeit und Lebensdauer erfüllen. Unsere Untersuchungen zeigen, daß sich für den Traktionsbereich eine Spannung von 400V empfiehlt, da es für diese Spannung ein sehr breites Spektrum an verfügbaren und sehr ausgereiften Leistungshalbleitern und Zwischenkreis-kondensatoren aus industriellen Anwendungen gibt. Der vielfältige Einsatz von derartigen Komponenten garantiert auch schon zur Einführung der elektrischen Antriebsstränge ein niedriges

Kostenniveau bei gleichzeitig hoher Zuverlässigkeit. Dazu kommt, daß sich durch die relativ hohe Bordnetzspannung von 400V moderate Ströme ergeben, was sich durch geringe Kupferquerschnitte der Leitungen ebenfalls positiv auf die Gesamtkosten und vor allem auch sehr positiv auf das Gewicht der Fahrzeuge auswirkt.

Die einzige Komponente, die einer konstanten Spannung von 400V aus unserer Sicht momentan noch entgegensteht, ist der elektrische Energiespeicher. Falls Lilo-Technologie verwendet wird, weisen die Zellen eine Ladeschlussspannung von 4,20V und eine Entladeschlussspannung von 2,5V auf. Das bedingt bei einem Akkupack aus 100 in Reihe geschalteter Zellen einen Spannungsbereich von 250V bis 420V mit dem alle angeschlossenen Komponenten zurecht kommen müssen. Abhilfe für dieses Problem schaffen in der Abteilung "Leistungselektronische Systeme" entwickelte nicht isolierende und bidirektionale Gleichspannungswandler mit Wirkungsgraden von bis zu 97%. Der finanzielle Aufwand für diese Zusatzkomponente läßt sich durch die möglichen Optimierungen an den übrigen Komponenten des Bordnetzes weitgehend kompensieren.

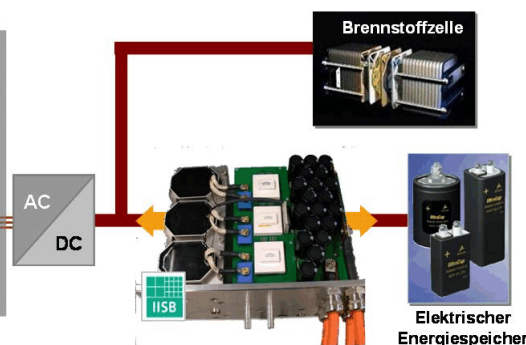


Fig. 1: Brennstoffzellenfahrzeug mit DC/DC-Wandler des Fraunhofer IISB; Fuel cell car using the Fraunhofer IISB DC/DC converter.

Ansprechpartner

Bernd Eckardt
Telefon: +49 (0) 9131 761-139
bernd.eckardt@iisb.fraunhofer.de

Modern concepts of hybridization for automobiles do not only include a vast power range of 10kW up to 100kW and different load profiles for the electrical components of the drive train, there are also different options for the system design.

All kinds of hybrid, fuel cell and electric vehicles have one feature in common: a separate electric high-power voltage supply for the drive train. In addition to electrical energy storage, this supply network consists of at least one converter for an electric engine that can operate both as an engine and a generator. Beyond, the "traction voltage network" supplies further components - depending on the system design. In general, a main power supply DC/DC converter is included, powering the 12V supply system as a replacement for the conventional electric generator. Additionally, high-power accessory drive systems (e.g. for air-conditioning compressor) as well as actuators for electro-magnetic valves or for an active suspension can be supplied by the traction voltage network.

For choosing the voltage level of the traction voltage network, each manufacturer has own ideas. For example, a well-known OEM uses a voltage of 200V to 400V for its fuel-cell vehicles; the lately announced hybrid vehicles will use a voltage of 80V to 160V. Other manufacturers partly vary the voltages for their different vehicle models. The variety of voltage levels requires cost-intensive developments of high-power electronic components for the electric drive train and other high-power loads (e.g. air conditioning). To arouse public interest in electrically driven vehicles and to contribute to the climate protection, the costs for the development and production of power electronic components have to be drastically reduced. From our point of view,

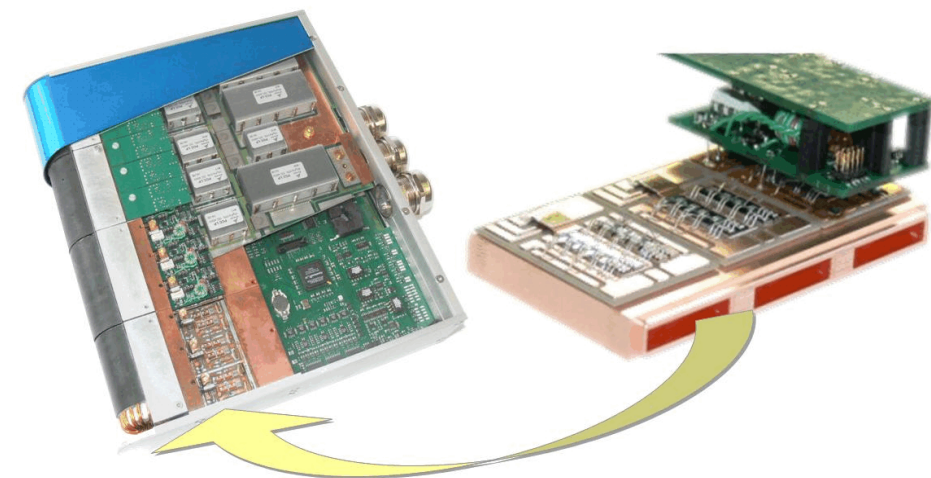


Fig. 2: Ultrakompakter 100kW DC/DC Wandler mit High Speed IGBTs und SiC Dioden; Ultra compact DC/DC converter using High Speed IGBTs and SiC diodes.

the only possibility to do so is to come to an agreement concerning the traction voltage network for many different types of vehicles. This leads to the question of an optimum voltage level that offers a cost-effective design of power DC/DC converters and that satisfies the enormous requests concerning reliability and durability at the same time. Our investigations show that a voltage of 400V can be recommended for traction, as for this voltage a large variety of sophisticated power semiconductors and DC link capacitors is available. A wide application of these components assures low costs of the electric drive trains and high reliability even at introduction on the market. Additionally, the relatively high vehicle voltage leads to moderate currents allowing smaller copper cross-sections of the cables. This reduction of cord diameter leads to further reduction of costs and in the first instance, it leads to a decrease of the vehicle's weight.

In our opinion, at the moment, the only component opposing a constant voltage of 400V is the electrical energy storage. If Lilo technology is used, the cells have a final charging voltage of 4.20V and a final discharging voltage of 2.5V. Using a storage battery pack with 100 serial-connected cells, all con-

nected components have to cope with a voltage range of 250V to 420V.

To find a remedy, the non-isolating and bidirectional DC/DC converters with efficiencies of up to 97%, developed by the department "Power Electronic Systems", can be applied. The financial effort for this additional component can be compensated almost completely by the possible optimizations of the residual power-supply components.

Contact

Bernd Eckardt
Phone: +49 (0) 9131 761-139
bernd.eckardt@iisb.fraunhofer.de

Hybridfahrzeug als Motivation

Moderne Anforderungen an die Auslegung leistungselektronischer Systeme werden getrieben vom Trend zur Miniaturisierung und Betrieb bei höheren Umgebungstemperaturen. Bei aktuellen Entwicklungen wie dem Hybridantrieb kommen noch extreme Bauraumanforderungen hinzu.

Die Integration eines IGBT-Umrichters in eine Elektromaschine ist für dezentrale Industrieantriebe von ebenso großem Interesse. Bei Hybridkonzepten stellt die Flüssigkeitskühlung mit 105°C Zulauftemperatur den kühlfesten Punkt im System dar, während Gehäuseoberflächen bis zu 140°C Wärme eintragen. Dazu wird die integrierte Leistungselektronik mit dem Wärmeeintrag der Motorwickelköpfe belastet. Da im Betrieb die Bauelemente selbst noch Verluste produzieren, findet man kaum noch zuverlässige Teile, die für die sich ergebenden Temperaturen spezifiziert sind, besonders sobald der Kostendruck mit in Betracht gezogen wird. Deshalb stellt der Hybridantrieb eine gute Möglichkeit dar, die Herausforderungen vom thermischen Gesichtspunkt her zu studieren.

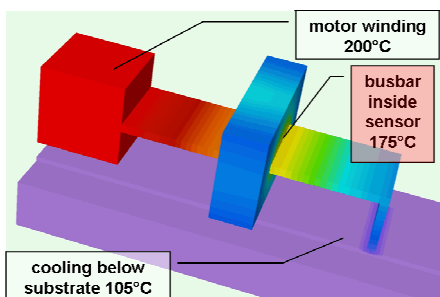


Fig. 1: Hitzeinwirkung des Wickelkopfes auf den Stromsensor;
Current sensor heat impact from winding.

Bei Hybridantrieben der Zukunft wird der Umrichter in die Kupplungsglocke zusammen mit der elektrischen Maschine integriert sein. Aus Drehmoment-

gründen benötigt der E-Motor den maximal verfügbaren zylindrischen Bauraum. Der für die Elektronik verbleibende Bauraum ist sehr klein, toroid geformt und für klassische Komponenten der Leistungselektronik keinesfalls geeignet.

Herausforderung der Integration

Die Entwicklung thermischer Abschirmtechniken für Hybridapplikationen muß sich mehreren Herausforderungen stellen. Wie baut man ein Hitzeschild

- ohne zusätzliche Kosten,
- ohne zusätzlichen Bauraum,
- ohne Gewichtszuwachs?

Solche Aspekte müssen in FE-Simulationen zum Wärmemanagement mit einfließen, um geeignete Techniken entwickeln zu können.

Unser Lösungsbeitrag

Im Bereich "Forschung hybride Antriebe" hat das IISB mehrere Kühlstrategien modelliert, bevor viel Zeit und Geld in den Aufbau von Prototypen investiert wurde. Beispielhaft wird hier eine dieser Abschirmtechniken beschrieben.

Wärmeabschirmtechniken für Phasenstrom-Sensoren

Genau und hochdynamische Drehmomentregelung ist eine Grundbedingung im hybriden Antriebsstrang. Präzise und schnelle Stromsensoren liefern die Information für geeignete Regelungen. Diese Sensoren werden zwischen Motorwicklung und AC-Ausgang der IGBT-Halbbrücken eingebracht. Im Leistungsbereich von 20kW bis 100kW und höher werden überwiegend substratbasierte IGBT-Halbbrücken als Schalter eingesetzt. Bei vollintegrierten Hybridantrieben gibt es keinen Platz für einen Motor-Klemmenkasten. Wenn die

Wicklungsenden direkt durch die Stromsensoren in Richtung AC-Abgang geführt würden, dann wären die Sensoren einem Wärmeeintrag von bis zu 200°C von den Wickelkopfen ausgesetzt (gemessene Felddaten, auch Simulationsgrundlage). Die gute Wärmeleitfähigkeit von Kupfer wirkt sich hier negativ auf den benachbarten Sensor aus. Fig. 1 verdeutlicht die Problematik. Die Sensor-Eigenerwärmung kann bei der Simulation vernachlässigt werden. Die Temperatur im Inneren des Sensors erreicht 175°C, viel zu hoch für einen bezahlbaren kleinen Sensor mit geforderter Zuverlässigkeit. Die hier gewählte Abschirmtechnik basiert auf dem Prinzip der Wärmefalle. Die Anforderung an die Leistungsdichte des Gesamtsystems erlaubt keine weite räumliche Ausdehnung, ein Hauptgrund für den bisher beobachteten Wärmeeintrag in den Sensor. Eine leicht modifizierte Anordnung bedient sich der kurzen Wege (Fig.2) und platziert den Stromsensor direkt über dem IGBT-Substrat.

Die Motoranschlüsse werden jetzt auf dem Substrat in einer Wärmefalle abgesetzt, ehe sie den Sensor durchdringen. Fig. 2 zeigt eine Wärmesituation, die mit kommerziell erhältlichen Stromsensoren beherrschbar ist, obwohl die 200°C vom Wickelkopf direkt benachbart sind.

Stand der Entwicklung / Fazit

Im Zuge unserer Entwicklung haben wir vier Projekte erfolgreich abgeschlossen und zwei neue Partner aus der Automobilbranche gewonnen

Ansprechpartner

Markus Billmann
Telefon: +49 (0) 911 23586-20
markus.billmann@iisb.fraunhofer.de

Hybrid Vehicle as Motivation

Today's requirements for the design of power electronic systems are mainly driven by miniaturization and higher ambient temperatures. In modern applications like automotive hybrid traction, very difficult geometries for integration must additionally be taken into consideration. System integration of an IGBT inverter into an electric motor is also of interest for decentralized industrial purposes. Hybrid vehicle applications provide liquid cooling with 105°C as coldest spot inside the unit while mounting space surfaces are heated up to 140°C. Additionally, integrated power electronic devices have to deal with heat impact of the motor winding ends. Together with the self-heating of components during system operation, reliable parts which are released for the resulting operating temperature can hardly be found, especially if in addition reasonable cost must be taken into account. Modern hybrid vehicle application is a good example to study the challenges that rise from a thermal point of view. In future hybrid cars, the power inverter will be integrated into the clutch box together with the electric motor. For torque reasons, this motor requires the maximum available straight diameter in this area. The remaining space for the power inverter system is very small, toroidally shaped and not suitable for standard power electronic components.

The Integration Challenge

The evaluation of thermal shielding techniques in hybrid vehicle applications has to deal with challenging questions. How to realize a thermal shield

- without generating extra cost,
- without additional required volume, as space is very rare,
- without additional weight,

is a general issue in automotive applications. Such considerations are included in FEA thermal modeling to find suitable shielding techniques. After this optimization process, hardware is realized.

Our Contribution

In the field "research for hybrid traction", the IISB has modeled several possible cooling strategies before investing a huge amount of time and money to evaluate a set of prototypes. As an example, one of these thermal shielding technologies is described here.

Thermal Shielding Techniques for Phase Current Sensors

Accurate and highly dynamic torque control is a major issue for hybrid vehicles. Precise and fast phase current sensors are a must to provide adequate regulation for control loops. Such current sensors are located between the motor winding ends and the IGBT bridge AC output. In the power range of 20kW to 100kW and higher, mainly IGBT bridges are chosen. These are usually based on ceramic substrates. In fully integrated hybrid applications, there is no space for solid interface terminals handling the motor windings. If the ends of the motor windings are directly fed through the current sensors to contact the IGBT bridge AC phase output, the sensors suffer from the windings' heat impact of up to 200°C (measured field data, also chosen for simulation). Here, the thermal conductivity of copper has a bad influence on the component which must be protected against the heat. Fig. 1 visualizes the problematic situation. Additional self-heating of the sensor element is not taken into account in this simulation. The resulting temperature inside the phase current sensor is about 175°C. A suitable sen-

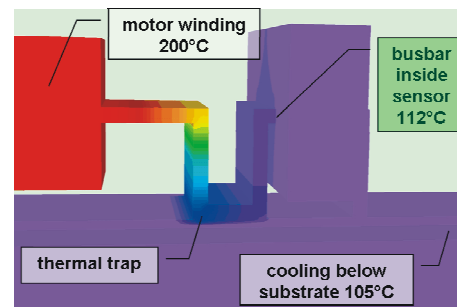


Fig. 2: Simulationsergebnis leicht modifizierter Anschlußgeometrie; Simulation result with slightly modified busbar.

sor element with such an operating temperature range can hardly be found, especially if cost and size are considered. The chosen shielding technique for this issue is based on a thermal trap principle. The required power density does not allow broad extension which is the main reason for the heat impact. A slightly modified arrangement takes advantage of this short distance (see fig. 2). Here, the current sensor is placed above the power silicon substrate. Primarily, the copper endings of the motor windings are easily attached down to the present substrate as a thermal trap and then they reach the current sensor passing a quasi-substrate internal tab. Fig. 2 illustrates a thermal situation that can be handled easily with available automotive current sensors, although a winding temperature of 200°C is very close.

Status of Development

During our development process, we have successfully finished four projects and found two new partners from the automotive sector.

Contact

Markus Billmann
Phone: +49 (0) 911 23586-20
markus.billmann@iisb.fraunhofer.de

Im Jahr 2007 nahm die Gruppe "Materialien und Zuverlässigkeit" ihre Arbeit auf. Das Tätigkeitsfeld der neuen Gruppe umfaßt Innovationen in der Leistungselektronik durch neue Materialien und die Klärung von Zuverlässigkeitsfragen im Zusammenhang mit der Herstellung, Anwendung und Charakterisierung von neuen Materialien und Bauelementen. Darüber hinaus beschäftigt sich die Gruppe mit Aufbau- und Verbindungstechniken (AVT) speziell für die Leistungselektronik. Die Gruppe befindet sich in einer Außenstelle des IISB in Nürnberg. Die bestehenden erfolgreichen Aktivitäten des IISB in Erlangen bildeten die Grundlage der neuen Arbeitsgruppe.

Um den Aufgaben gerecht zu werden, stehen eine Vielzahl moderner Werkzeuge zur Verfügung. Ein Thermographiesystem dient zur berührungslosen thermischen Analyse von Materialien. Des Weiteren kann an zwei Meßplätzen die thermische Impedanz von Halbleiterbauelementen bestimmt werden. Klima- und Temperaturschränke, ein Schockschrank für passive Temperaturzyklen sowie ein Prüfplatz für aktive Temperaturzyklen dienen zur zerstörenden Prüfung von Materialverbindungen und damit zu deren Charakterisierung bezüglich Zuverlässigkeit und Ausfallmechanismen. Ein Ultraschallmikroskop

erkennt zerstörungsfrei Gaseinschlüsse, Delaminationen und Risse in Metallen und Keramiken sowie deren Verbindungen. Mit der verfügbaren Rasterelektronenmikroskopie (REM) kann mit hohen Vergrößerungen gearbeitet werden. Die Elementanalyse (EDX) eröffnet die Möglichkeit, verschiedene Schichten und Materialgemenge zu identifizieren. Für die Inspektion von Oberflächen steht ein sogenanntes Oberflächen-Profilometer zur Verfügung. Dieses laser-gestützte Meßmittel dient zur berührungslosen Charakterisierung von z.B. gedruckten Pasten bezüglich Dicke, Volumen und Porosität oder zur Bestimmung der Durchbiegung und Oberflächenqualität von Schaltungsträgern. Sehr gute Auflösung und Tiefenschärfe liefert ein rechnergestütztes optisches Digital-Mikroskop, welches zur Dokumentation von Ausfallanalysen eingesetzt wird. Dazu können auch Schlitze angefertigt werden. Einfache Leiterplattenaufbauten sind mit automatischem Dispenser und Reflowofen ebenso möglich wie lunkerfreies, schonendes Löten von Teilen mit stark unterschiedlichen Wärmekapazitäten in der Dampfphasen-Lötlage. Löten ohne oxidbrechende Flußmittel kann in einem Ofen mit der Möglichkeit spezielle Prozeßgase einzuleiten, durchgeführt werden. Dazu dient Stickstoff bis hin zu Ameisensäure und/ oder Vakuum.

Ein vielversprechendes Forschungsthema ist die Niedertemperatur-Verbindungstechnik, bei der statt des Aufschmelzens der Verbindungsschicht (Löten) ein Sinterprozeß zum Einsatz kommt. Dabei wird der Ansatz mit nanoskaligen Silberpartikeln verfolgt. Dies bietet gegenüber der klassischen Sinter-technik den Vorteil sehr niedriger Prozeßtemperaturen und niedriger Drücke. Diese Verbindungen bieten in der Theorie eine höhere Zuverlässigkeit im Vergleich zu Standard-Lötverbindungen, da die Schmelztemperatur der Sinterschicht einen deutlichen Abstand zur

Betriebstemperatur der leistungselektronischen Bauelemente hat.

Ein weiteres Forschungsthema sind neue Materialien wie z.B. im Ausdehnungskoeffizienten angepaßte Grundplatten aus Metal-Matrix-Composites (MMC) wie Aluminiumgraphit. Weitere neue Materialien sind funktional gefüllte Polymere. Diese können mit thermisch leitfähigen Partikeln gefüllt werden, um daraus Gehäuse mit Kühlkörperfunktionalität herzustellen. Eine weitere interessante Werkstoffkombination ist es, die Kunststoffe mit weichmagnetischen Partikeln zu füllen, um daraus induktive Bauelemente zu fertigen. Spritzgießbare, funktional gefüllte Kunststoffe eröffnen völlig neue Möglichkeiten zur Realisierung von Bauelementen mit rationellen Fertigungsverfahren.

Neben der Herstellung von leistungselektronischen Aufbauten werden auch materialangepaßte Entwärmungslösungen erarbeitet. Mit einem leistungsfähigen dreidimensionalen Finite-Elemente-Simulator können einfache Materialübergänge sowie turbulente Strömungen von flüssigen Kühlmedien betrachtet und optimiert werden.

Die Anschubfinanzierung erfolgt durch den Freistaat Bayern mit Mitteln der Europäischen Union im Rahmen einer Förderung für das "Forschungs- und Anwendungszentrum Zuverlässigkeit in der Leistungselektronik" (FAZLe).

Ansprechpartner

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

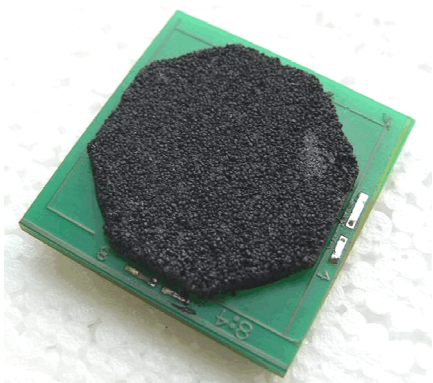


Fig. 1: Transformator, hergestellt aus Kunststoff, gefüllt mit weichmagnetischen Partikeln; Transformer made of polymer filled with magnetic soft material.

In 2007, the group "Materials and Reliability" took up its work. The new group's field of activity encloses innovations in power electronics by new materials and clarifying reliability questions concerning production, application and characterization of new materials and devices. In addition, the group deals with joining technologies especially for power electronics. Industrial and automotive electronics are emphasized. The group is primarily located in a subsidiary office of the IISB, the "Centre for Automotive Power Electronics and Mechatronics" (ZKLM) in Nuremberg. The existing successful activities of the IISB in Erlangen formed the basis of the new group.

To cope with the tasks, a large number of modern equipment and tools are available. A thermography system is used for the non-contact thermal analysis of connecting layers or materials. Furthermore, both thermal resistance and thermal impedance of semiconductor devices can be determined on two test benches. Climate and temperature chambers, a shock chamber with enlarged temperature swing for passive temperature cycles as well as a test bench developed at the IISB for active temperature cycles are used for destructive inspection of materials and material connections and for their characterization with regard to reliability and failure mechanisms. A scanning acoustic microscope non-destructively recognizes gas inclusions, delaminations and cracks inside metals and ceramics as well as inside their joints. With an available scanning electron microscope (SEM) very high magnification can be obtained. The element analysis (EDX) offers the possibility of identifying different layers and material mixtures. For optical inspection of surfaces, a so-called profilometer is available. This measuring device based on laser technique is used for contact-free characterization of e.g. printed pastes

with regard to thickness, volume and porosity, or for determination of bending and surface quality of circuit carriers. High resolution and high depth of sharpness are provided by a computerized optical digital microscope which is used for documentation of failure analyses. Therefore, grindings can also be made. With an automatic dispenser and reflow soldering machine, simple assembly of printed circuit boards is possible. Careful void-free soldering of parts with different heat capacities can be done with a vapor-phase soldering machine. Soldering without oxide-refractive fluxes in the soldering paste can be carried out in an oven with the possibility of initiating special process gases. For example, nitrogen up to formic acid and/or vacuum can be used. A semi-automatic aluminum thick-wire bond tool is available for contacting the semiconductor top metallization.

A promising research topic is the low temperature joining technology. Instead of melting on the joining layer, (soldering), a sintering process is used. Within the group "Materials and Reliability", an approach with nano-scale silver particles is pursued. Compared to the classical sintering technology, this technology provides the advantage of very low process temperatures down to ambient temperature and low pressures. In theory, these connections offer higher reliability compared to standard solder connections as the melting point of the sinter layer has a clear distance to the operating temperature of the power electronic devices. Joining layers such as solders, sintering pastes, glues or heat conductive pastes can be manufactured in a reproducible way and with tight tolerances by means of a semi-automatic screen/ stencil printer.

Another research topic are new materials such as baseplate materials with matched coefficients of thermal expansion made of Metal-Matrix-Composites (MMC) like aluminum graphite. Further

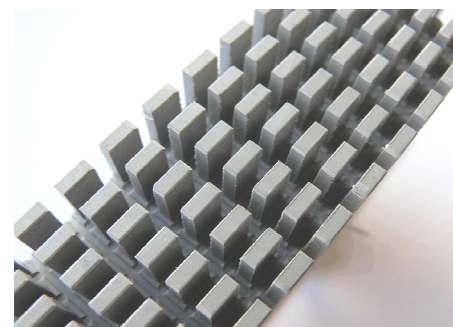


Fig. 2: Kühlkörper, hergestellt aus Kunststoff, gefüllt mit thermisch leitfähigen Partikeln; Heat sink made of polymer filled with thermally conductive particles.

new materials are functionally filled polymers. These can be filled with thermally conductive particles to manufacture housings with heat sink functionality. Another interesting material combination is the one of polymer filled with soft magnetic particles and its use for the production of inductive components. Injection-mouldable, functionally filled polymers offer completely new possibilities for the realization of devices with efficient manufacturing methods.

Besides the production of power electronic parts, the group "Materials And Reliability" also deals with material-conform cooling solutions. With a powerful three-dimensional finite-element simulator, simple material junctions as well as turbulent flow of liquid coolant can be investigated and optimized.

The start-up is founded by the European Union within the scope of a project called "Forschungs- und Anwendungszentrum Zuverlässigkeit in der Leistungselektronik" (FAZLe).

Contact

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

Ereignisse

Fraunhofer-Medaille für Professor Ryssel - hohe Auszeichnung für IISB-Institutsleiter

Prof. Dr. Heiner Ryssel, Leiter des Fraunhofer IISB und Inhaber des Lehrstuhls für Elektronische Bauelemente (LEB) der Universität Erlangen-Nürnberg wurde von der Fraunhofer-Gesellschaft mit der Fraunhofer-Medaille ausgezeichnet. Übergeben wurde die Medaille von Prof. Dr. Hans-Jörg Bullinger, dem Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft, anlässlich einer Festveranstaltung am 16. Februar 2007 zum 65. Geburtstag von Prof. Ryssel.

Prof. Ryssel führt die von ihm geleiteten Einrichtungen seit deren Gründung vor 22 Jahren. Sie gehören heute mit 120 Mitarbeitern am IISB und 35 Mitarbeitern am LEB zu den führenden ihres Gebiets in Europa. Der Elektrotechniker Ryssel hat den Aufbau der international renommierten Mikro- und Nanoelektronikforschung am Standort Erlangen maßgeblich mitgestaltet und sich dabei intensiv für die Umsetzung von Forschungsergebnissen in die wirtschaftliche Nutzung eingesetzt. Diese Leistungen wurden auf der Festveranstaltung mit zahlreichen Gästen aus Forschung



Prof. Dr. Heiner Ryssel (links) erhält die Fraunhofer-Medaille aus den Händen von Prof. Dr. Hans-Jörg Bullinger, dem Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft.

Prof. Dr. Heiner Ryssel (left) is awarded the Fraunhofer medal by Prof. Dr. Hans-Jörg Bullinger, president of "Fraunhofer-Gesellschaft".

und Industrie honoriert.

Die Fraunhofer-Medaille wird für außerordentliche Verdienste um die Fraunhofer-Gesellschaft verliehen. Prof. Bullinger begrüßte in seiner Laudatio vor allem die intensive Zusammenarbeit von Prof. Ryssel mit der regionalen Wirtschaft sowie mit führenden Forschungspartnern in der EU. Er hob das große Engagement von Prof. Ryssel und den wissenschaftlichen wie wirtschaftlichen Erfolg seines Instituts hervor. Ebenso betonte er die enge und fruchtbare Zusammenarbeit mit der Universität Erlangen-Nürnberg, die nicht zuletzt bedingt ist durch das Erfolgsmodell der Leitung von Fraunhofer-Institut und Lehrstuhl in Personalunion. Trotz Erreichen des Rentenalters wird Prof. Ryssel Institut und Lehrstuhl ein Jahr länger als Leiter zur Verfügung stehen. Heiner Ryssel wurde nach dem Studium der Elektrotechnik und Promotion (1973) an der TU München ab 1974 Mitarbeiter des Fraunhofer-Instituts für Festkörpertechnologie in München. 1985 wurde er Inhaber des Stiftungs-Lehrstuhls für Elektronische Bauelemente an der Universität Erlangen-Nürnberg. Fast zeitgleich übernahm er zusätzlich die Leitung der Abteilung Bauelemente-technologie der neuen Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Integrierte Schaltungen in Erlangen - des heutigen IISB. Prof. Ryssels Hauptforschungsgebiete sind Halbleiterprozeßtechnologie, Simulation und Geräte für die Mikro- und Nanoelektronik. Er ist an rund 400 wissenschaftlichen Veröffentlichungen beteiligt und Autor eines Buches über Ionenimplantation. Er hat bisher rund 60 abgeschlossene Promotionen und 150 Diplomarbeiten betreut. Er ist Fellow des IEEE und Träger der österreichischen Wilhelm-Exner-Medaille. Prof. Ryssel war Partner in zahlreichen bayerischen und europäischen Verbundprojekten. So steht er aktuell dem Bayerischen Forschungsverbund für Nanoelektronik (FORNEL) als Sprecher vor.

Weiterbildungsstipendium für ausgezeichnete Mikrotechnologin des IISB

Barbara Kupfer, technische Mitarbeiterin am IISB, erhält für ihre berufliche Weiterbildung ein Stipendium der "Stiftung Begabtenförderungswerk berufliche Bildung" (SBB) als Anerkennung für Ihren ausgezeichneten Ausbildungsabschluß als Mikrotechnologin. Die Auszeichnung belegt die hervorragenden Karrieremöglichkeiten in der Mikroelektronik auch für Nicht-Akademiker und die hohe Qualität der Ausbildung von Fachkräften für die Industrie am IISB. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanzierte Programm "Begabtenförderung berufliche Bildung" der SBB fördert seit 1991 gezielt begabte junge Fachkräfte in ihrer Weiterbildung. Unterstützt wird Barbara Kupfer dabei auch von der IHK Nürnberg für Mittelfranken. Die Mikrotechnologin strebt eine Weiterbildung zur staatlich geprüften Technikerin für Mikrotechnologien an. Im Jahr 2005 hatte sie Ihre dreijährige Ausbildung am IISB als eine von drei Jahrgangsbesten in Bayern abgeschlossen. Hierfür war sie bereits mit der Kerschensteiner-Medaille der Städtischen Berufsschule Regensburg, sowie von der IHK Nürnberg für Mittelfranken und der Fraunhofer-Gesellschaft bei deren Ehrungen der besten Auszubildenden ausgezeichnet worden.

Fraunhofer IISB erneut Gastgeber für Bayerische Eliteakademie - Studierende nicht-technischer Fachrichtungen besichtigen das Institut

Auch 2007 war das IISB unter den Gastgebern für die Erlanger Techniktage der Bayerischen Eliteakademie, die vom 25. - 28. März 2007 stattfanden. Die Techniktage bieten Studierenden der Bayerischen Eliteakademie mit nicht-technischen Studienfächern wie z.B. Betriebswirtschaftslehre die Mög-

Events

Fraunhofer Medal for Professor Ryssel - High Award for the IISB Director

Prof. Dr. Heiner Ryssel, director of the Fraunhofer IISB and head of the Chair of Electron Devices (LEB) of the University of Erlangen-Nuremberg, has been awarded the Fraunhofer Medal by the Fraunhofer-Gesellschaft. It was Prof. Dr. Hans-Jörg Bullinger, president of the Fraunhofer-Gesellschaft, who awarded the medal in a ceremony on the occasion of the celebration of Prof. Ryssel's 65th birthday on February 16, 2007.

Prof. Ryssel is the head of both facilities since they were established 22 years ago. With 120 employees at the IISB and 35 at the LEB, those are among the leading institutes in their field of study in Europe. Ryssel, who is an electrical engineer, has been actively involved in the development of the international renowned research activities in the field of nano and microelectronics in Erlangen, intensely committing himself to the implementation of the research findings to industry's benefit. It was just this personal commitment which was honored by the presence of numerous guests from the fields of research and industry at the ceremony.

The Fraunhofer Medal is awarded for outstanding contributions to the benefit of the Fraunhofer-Gesellschaft. During his laudatory speech, Prof. Bullinger positively emphasized the intensive cooperation of Prof. Ryssel with the local industry as well as with leading research partners of the EU, his great commitment and his institute's scientific and economic success. In the same way, he underlined the close and prolific cooperation with the University of Erlangen-Nuremberg which not least is due to the management of the Fraun-

hofer Institute and the Chair in personal union. Although he has reached retirement age, Prof. Ryssel will be head of the institute and the LEB for another year. After his studies in electrical engineering and his doctorate at the TU Munich (1973), Heiner Ryssel started working at the Fraunhofer Institute of Solid State Technology in Munich in 1974. In 1985, he became holder of the Chair of Electron Devices at the University of Erlangen-Nuremberg. Simultaneously, he became head of the department Device Technology of the new Fraunhofer workgroup for Integrated Circuits in Erlangen - of today's IISB. Prof. Ryssel does mainly research in semiconductor technology, simulation and equipment. He is involved in about 400 scientific publications and is the author of a book about ion implantation. So far, he has been in charge of about 60 completed doctorates and 150 theses. He is an IEEE fellow and bearer of the Austrian Wilhelm-Exner Medal. Prof. Ryssel has been partner in numerous Bavarian and European joint projects. Thus he currently presides over the Bavarian Research Association for Nanoelectronics (FORNEL) as a spokesperson.

Excellent Female Microtechnologist at the IISB - Scholarship for Further Education

Barbara Kupfer, technical employee at the IISB, is awarded a scholarship of the SBB "Stiftung Begabtenfoerderungswerk Berufliche Bildung" (foundation for the promotion of young talents' professional education) as an acknowledgment for her excellent graduation as a microtechnologist. The award indicates the outstanding career possibilities in microelectronics even for non-graduates and it also proves the high quality of the vocational training at the IISB for industry professionals. Since 1991, the SBB - financed by the Federal Ministry of Education and Research -



Barbara Kupfer im Labor mit einer Halbleiterscheibe.
Barbara Kupfer in the laboratory with a semiconductor wafer.

has sponsored young talents in their professional education. Moreover, Barbara Kupfer gets financial support by the IHK (Chamber of Commerce and Industry) Nuremberg for Middle Franconia. The microtechnologist aspires further education as a state-certified technician for microtechnologies. She finished her three years of training at the IISB as one of the best three Bavarian apprentices in the year 2005. For this reason, she had already been awarded the Kerschensteiner Medal of the Urban Vocational School in Regensburg. And last but not least she was honored by the IHK Nuremberg for Middle Franconia and the Fraunhofer-Gesellschaft as their best apprentice of the year.

Fraunhofer IISB again Host of the Bavarian Elite Academy - Students with Non-Technical Subjects Visit the Institute

In 2007, the IISB again was among the hosts of the "Erlanger Techniktage" of the Bavarian Elite Academy, which took place from March 25 to 28. The "Erlanger Techniktage" offer students of the Elite Academy with non-technical subjects - e.g. business administration - the opportunity of gaining their own

lichkeit, eigene praktische Erfahrungen mit neuen Technologien zu sammeln und somit ein Verständnis für die Rolle der Technik bei der industriellen und wirtschaftlichen Entwicklung zu gewinnen. Am IISB sowie am Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente der Universität Erlangen-Nürnberg hatten die 32 Teilnehmer Gelegenheit, sich anschauliche Einblicke in die Bedeutung der Mikro- und Nanoelektronik zu verschaffen. Besuche bei weiteren Lehrstühlen der Universität behandelten zum Beispiel die Themen neue Materialien, Verbrennung, Laser- und Medizintechnik. Als Erinnerungstück erhielt jeder Teilnehmer eine fertig prozessierte Siliciumscheibe mit dem Schriftzug der Erlanger Techniktage 2007.



Die Studentinnen und Studenten der Eliteakademie mit selbst bearbeiteten Leiterplatten in einem Labor der Abteilung Leistungselektronische Systeme (LES) des IISB. In der Bildmitte Alexander Hofmann aus der Abteilung LES.
Students of the Elite Academy in a laboratory of the "Power Electronics (LES)" department of IISB with PCBs processed by themselves.

Festkolloquium für Professor Georg Müller - Verabschiedung in den Ruhestand

Am 4. Mai 2007 fand am IISB das Festkolloquium zur offiziellen Verabschiedung von Prof. Dr. Dr. h. c. Georg Müller in den Ruhestand statt. Den rund 150 Teilnehmern der Festveranstaltung wurden von hochkarätigen Wissenschaftlern und Industrievertretern interessante Vorträge zur Geschichte und zu ausgewählten Themenfeldern der Kristallzüchtung präsentiert, wie etwa zum Einsatz von Magnetfeldern, von Simula-

tionen oder zur Kristallzüchtung unter Weltraumbedingungen. Grußworte sprachen Vertreter der Universität Erlangen-Nürnberg, des BMBF und der Industrie sowie für die Fraunhofer-Gesellschaft Prof. Heinz Gerhäuser, Direktivumsvorsitzender des Verbunds Mikroelektronik der Fraunhofer-Gesellschaft. Georg Müller hat in den letzten drei Jahrzehnten die Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Massivkristallzüchtung maßgeblich mitgeprägt. Zu nennen sind hier beispielsweise seine Beiträge zum Verständnis der Konvektionsvorgänge bei der Schmelzzüchtung und zur Entwicklung der VGF-Technologie (Vertical Gradient Freeze). Bereits 1979 wurde von ihm am Lehrstuhl für Werkstoffe der Elektrotechnik der Universität Erlangen-Nürnberg das Erlanger Kristall-Labor ins Leben gerufen. Ab Mitte der 90er-Jahre hat er die Kristallzüchtungsaktivitäten am IISB aufgebaut und schließlich die 1999 gegründete Abteilung Kristallzüchtung am IISB bis 2004 geleitet.

Als Mitglied und Präsident der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung (DGKK) hat Prof. Müller die Kristallzüchtung in Deutschland und international aktiv mitgestaltet. Beispielsweise hat er seit mehr als 15 Jahren den DGKK-Arbeitskreis "Verbindungshalbleiter" geleitet. An wissenschaftlichen Auszeichnungen erhielt er unter anderem den Wissenschaftspreis des Deutschen Stifterverbandes sowie den Laudise-Preis, die international höchste Auszeichnung für angewandte Kristallzüchtung. 2004 wurde ihm die Ehrendoktorwürde der West-Universität Temesvar, Rumänien, verliehen.

Realize your Visions! - Physik-Leistungskurs besucht IISB

Schüler eines Erlanger Gymnasiums besuchten am 17. April 2007 das IISB, um sich über modernste Technik und For-

schung in den Bereichen Mikro- und Automobilelektronik zu informieren. Die Klasse hatte den Besuch als Preis auf der Veranstaltung "Realize your Visions!" des Förderkreises Ingenieurstudium e.V. gewonnen.

Die Informationsveranstaltung des an der Technischen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg angesiedelten Förderkreises aus Unternehmen, Verbänden und Forschungseinrichtungen, die am 15. Februar am Nürnberger Flughafen stattfand, bietet jedes Jahr rund 500 Schülern, Eltern und Lehrern die Gelegenheit, sich von der Faszination der Ingenieur Tätigkeit begeistern zu lassen. Unter dem Motto "Realize Your Visions - Setze deine Zukunftsvisionen um!" organisierte der Förderkreis einen Informationstag mit Messe, Vorträgen und einer Verlosung.



Die Schüler mit Dr. Martin März vom IISB (rechts) vor dem Hybridauto des Instituts.
Pupils with Dr. Martin März from IISB (right) in front of the institute's hybrid vehicle.

Girls' Day 2007

Im Rahmen des bundesweiten Girls' Day am 25. April 2007 konnten sich Schülerinnen am IISB in Erlangen auch dieses Jahr wieder über die Berufsmöglichkeiten und wissenschaftlichen Aspekte der Mikro- und Nanoelektronik informieren. Die Teilnehmerinnen bewegten sich begeistert einen Tag lang in der Welt von Halbleitern, Transistoren und Kristallen.

practical experience with new technologies. At the IISB and the Chair of Electron Devices of the University of Erlangen-Nuremberg, the 32 participants could get an insight in the important role of technology in industrial and economic developments by vivid demonstrations of nano and microelectronics. Visiting further chairs of the university, the students learned about topics such as new materials, combustion, laser and medical technology. As a farewell gift, every participant was given a completely processed silicon wafer with the logo of the "Erlanger Techniktage 2007".

Colloquium in Honor of Professor Georg Mueller - Farewell into Retirement

On May 4, 2007, the colloquium on the occasion of the official farewell of Prof. Dr. Dr. h. c. Georg Mueller into retirement took place at the IISB. Renowned scientists and representatives of industry gave the 150 participants of the colloquium interesting lectures about the history and selected topics in the field of crystal growing, such as the application of magnetic fields, of simulations, or of crystal growing under outer space



Professor Georg Müller bei seinen Dankesworten
Prof. Georg Müller when giving his words of thanks.

conditions.

Representatives of the University of Erlangen-Nuremberg, the BMBF, and of industry, as well as Prof. Heinz Gerhaeuser of the Fraunhofer-Gesellschaft, Chairman of the Board of Directors of the Fraunhofer Microelectronics Alliance, spoke words of welcome. In the last three decades, Georg Mueller played a leading role in the research and development of crystal growth. Especially worth mentioning are his contributions to the technical understanding of the convection processes during the bulk growth and the development of the VGF technology (Vertical Gradient Freeze). In 1979 already, he founded the Erlangen Crystal Growth Laboratory at the Chair of Materials Technology of Electrical Engineering at the University of Erlangen-Nuremberg. Since the mid-nineties, he launched activities around crystal growth at the IISB and finally headed the department Crystal Growth from 1999 until 2004.

As a member and President of the German Society of Crystal Growth (DGKK), Prof. Mueller was actively involved in the development of crystal growth, not only in Germany but also on an international level. For instance, he was in charge of the DGKK research group "Verbindungshalbleiter" for more than 15 years. As scientific awards he was rewarded the "Wissenschaftspreis" of the German Association of Foundations and the Laudise Prize, which is the highest international award for applied crystal growth. In 2004, he was conferred an honorary doctorate by the West University of Temesvar in Romania.

Realize Your Visions! - Intensive Course of Physics Visits the IISB

On April 17, 2007 students of a high school in Erlangen visited the IISB in order to inform themselves about inno-

vative technology and research in the area of automotive and microelectronics. The invitation by the IISB was the prize for the class at an event called "Realize Your Visions!", organized by the "Förderkreis Ingenieurstudium e.V.". The info session of the association consisting of enterprises, alliances and research institutions - located at the Technical Faculty of the University of Erlangen-Nuremberg - took place on February 15 at the airport of Nuremberg. This year again, it gave 500 students, parents, and teachers the opportunity to let themselves get fascinated by the profession of an engineer. According to the slogan "Realize Your Visions!" the association arranged an information day including fair, lectures and a tombola.

Girls' Day 2007

Again in 2007, in the framework of the nationwide Girls' Day Campaign, female high school students were invited to the IISB in Erlangen on April 27 to learn about the professional careers as well as the scientific aspects of micro and nanoelectronics. The attendees spent a whole day full of enthusiasm in the world of crystals, semiconductors and transistors.

Annual Meeting 2007 at IISB: Saving and Producing Energy by New Materials and Intelligent Electronics Provided by IISB

Worldwide, in the media and at all political and social levels, dramatic scenarios about the consequences of global warming are being discussed. On the 9th Annual Meeting of the Fraunhofer IISB in Erlangen on October 4, about 80 experts from research and industry discussed how the development of semiconductor materials and intelligent electronics can help to a more rational use of limited energy resources.

Jahrestagung 2007 des IISB: Energie sparen und erzeugen durch neue Materialien und intelligente Elektronik vom IISB

Weltweit werden in allen Medien und auf allen politischen und gesellschaftlichen Ebenen die dramatischen Folgen der globalen Erwärmung diskutiert. Auf der 9. Jahrestagung des IISB am 4. Oktober 2007 in Erlangen diskutierten etwa 80 Experten aus Forschung und Wirtschaft, wie die Entwicklung von Halbleitermaterialien und intelligenter Elektronik helfen kann, mit der begrenzten Ressource Energie rationeller umzugehen. Die Ursachen und Folgen der globalen Erwärmung sowie Maßnahmen zu deren Reduktion sind in aller Munde. Der rationelle Umgang mit Energie ist dabei ein wichtiger, wenn nicht sogar der wichtigste Schlüssel, um der globalen Erwärmung entgegenzuwirken. Das IISB entwickelt bereits seit längerem gemeinsam mit seinen Industrie- und Forschungspartnern innovative Lösungen in diesem Themenkomplex. Die Themenstellungen reichen dabei von der Grundmaterialherstellung von Silicium für die Photovoltaik und defektarmen Galliumnitrid-Substraten für ultra-helle weiße Leuchtdioden als stromsparende Glühlampen des 21. Jahrhunderts über neuartige, hocheffiziente Leistungsbaulemente auf Basis von Siliciumcarbid bis hin zu effizienten Leistungswandlern für Solarmodule und Windkraftanlagen sowie innovativen Systemen für den Hybridantrieb im Automobil. Diese Themen wurden auf der Jahrestagung des IISB ausführlich beleuchtet.

Lithographiesimulations-Workshop erneut sehr erfolgreich

Der vom IISB veranstaltete Lithographiesimulations-Workshop fand dieses Jahr vom 28. bis 30. September bei Hersbruck in der Fränkischen Schweiz statt. Der Workshop ist bereits der fünfte in

dieser Reihe und konnte erneut seinen hohen internationalen Stellenwert bestätigen. Ein Drittel der Teilnehmer, die die Gruppe Lithographiesimulation des IISB unter Leitung von Dr. Erdmann begrüßen durfte, war von außerhalb Europas angereist. Vertreten war ein breites Spektrum an Wissenschaftlern und Ingenieuren aus Universitäten, Forschungseinrichtungen und der Industrie. Erstmals konnte mit der Werbeagentur Publicis auch ein Sponsor für die Veranstaltung gewonnen werden. Schwerpunkte des Workshops waren Methoden der rigorosen elektromagnetischen Feldsimulation und der Photolacksimulation. Als Querschnittsthema war vielen Vorträgen die Frage gemeinsam, wie Lithographieprozesse mittels Simulation optimiert werden können. Auf entsprechend großes Interesse seitens der Industrie stieß deshalb auch die Bekanntgabe, daß das Lithographiesimulations-Framework "Dr.LiTHO" nun als Forschungs- und Entwicklungstool direkt vom IISB bezogen und auch für kommerzielle Zwecke eingesetzt werden kann.

Praktikum Mädchen und Technik 2007

Vom 3. bis 7. September 2007 fand am Ende der Schulsommerferien das diesjährige Praktikum "Mädchen und Technik" statt. Schülerinnen der achten bis elften Klasse haben im Rahmen dieses Praktikums Gelegenheit, Naturwissen-



Praktikum Mädchen und Technik 2007 am IISB; Internship "Girls + Technics" 2007 at the IISB.

schaft und Technik von ihren spannendsten Seiten zu erleben. Viele der Teilnehmerinnen aus dem Vorjahr nahmen aus Begeisterung erneut am Praktikum teil.

Preis für gute Lehre an Georg Müller

Prof. Dr. Dr. h.c. Georg Müller, ehemaliger Abteilungsleiter für Kristallzüchtung am IISB, wurde gemeinsam mit 15 weiteren bayerischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern mit dem Preis für gute Lehre des Bayerischen Staatsministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst ausgezeichnet. Der Preis wurde am 5. Oktober 2007 in Bayreuth durch Staatsminister Goppel überreicht. Der Preis für gute Lehre würdigt die Arbeit der besten bayerischen Hochschullehrerinnen und Hochschullehrer und soll ein Anreiz sein, sich vermehrt in der Lehre zu engagieren.

peak-Seminar "Parasitäre Bauelemente und Oszillationen"

Bereits zum dritten Mal fand am 25. Juli 2007 das Seminar "Parasitäre Bauelemente und Oszillationen" des IISB statt. Zum ersten Mal wurde die zur peak-Seminarreihe zählende Veranstaltung in Zusammenarbeit mit dem bayerischen Cluster "Sensorik und Leistungselektronik" organisiert. Mit über 70 Teilnehmern sprengte das Interesse an dem Thema alle Erwartungen. Parasitäre Bauelemente sind unerwünschte, aber nie völlig vermeidbare Schaltungskomponenten - wie z.B. die Eigeninduktivität eines Anschlußdrahts. Diese "Parasiten" können zu Oszillationen und damit zu Funktionsstörungen bzw. unzulässigen Störemissionen, aber auch zu erhöhter Verlustleistung führen.

Everyone is talking about the cause and effect of global warming as well as the measures towards its reduction. One key demand - if not the key demand - is certainly the rational use of energy in order to counteract global warming. For quite some time, the IISB - together with its industry and research partners - has been developing innovative solutions concerning major topics like basic materials for the silicon production for photovoltaics, low-defect gallium nitride substrates for ultra-white light emitting diodes for energy-saving light bulbs in the 21st century as well as innovative, highly efficient elements of power electronics on the basis of silicon carbide, up to efficient power transmitters for solar modules and wind power plants as well as novel systems for the hybrid drive in cars. The Annual Meeting of the IISB shed a light on many aspects of these topics.

Highly Successful Lithography Simulation Workshop

This year, the 5th IISB Lithography Simulation Workshop took place from September 28 to 30 near Hersbruck in the Franconian Switzerland. Again, it could sustain its high international ranking position. One third of the participants - welcomed by the chair of the workshop Dr. Erdmann from the IISB - came from outside Europe and consisted of representatives of universities, research institutes, and from industry. For the first time, the advertising agency Publicis sponsored the event. Major topics of the workshop were methods of the rigorous electromagnetic field simulation and photo-resist simulation. One main question in many talks was how lithography processes can be optimized by simulation. Accordingly, the industry representatives showed great interest in the announcement that, from now on, the lithography simulation framework "Dr. LiTHO" can be obtained directly

from the IISB, for commercial purposes also.

Internship "Girls + Technics" 2007

Towards the end of the summer school holidays, from September 3 to 7, this year's internship "girls + technics" took place again at the IISB and the Chair of Electron Devices (LEB) of the University of Erlangen-Nuremberg. Girls of the classes 8 to 11 were offered the opportunity to get an insight into most fascinating aspects of science and technology. Many particularly interested participants of last year joined the internship in 2007 once again.

'Exemplary Lecture' Award for Professor Georg Mueller

Prof. Dr. Dr. h. c. Georg Mueller, former head of the department Crystal Growth at the IISB, was awarded the prize for 'Exemplary Lecture' of the Bavarian State Ministry for Science, Research and Arts together with 15 other Bavarian scientists. The prize was handed over by State Minister Goppel in Bayreuth on October 5. The prize for 'Exemplary Lecture' is awarded to the best Bavarian university lecturers in appreciation of their work and should serve as an incentive for more commitment to the students' university education.

peak-Seminar "Parasitic Components and Oscillations"

For the third time already, the IISB's seminar "Parasitic Components and Oscillations" took place on July 25, 2007. For the first time, this event which belong to a series of peak-Seminars, has been organised in collaboration with the Bavarian sensors and power electronics cluster. With more than 70 participants, the interest in this topic exceeded all expectations. Parasitic components are undesirable. How-

ever, such circuit components - just like the self-inductance of a connecting wire - can never completely be avoided. These "parasites" can lead to oscillations and thus to malfunctions and ineligible emissions, but can also cause increased power loss.

The Long Night of Science 2007 - More than 1000 Participants Learned About Crystal Growth, Semiconductor Technology, Technology Simulation, and Power Electronics

For the third time, the IISB opened its doors to the public on October 20, 2007 on the occasion of the Long Night of Science in the area of Nuremberg-Fürth-Erlangen. This year again, the number of visitors has increased in comparison to the year before: more than 1250 guests informed themselves at the IISB about crystal growth, semiconductor technology, simulation, and power electronics.

Semiconductor devices are made of crystals whose characteristics provide the basis for today's communication and media technologies. IISB scientists gave insights into the production of synthetic crystals as tailored basic material. In the cleanroom of the close-by Chair of Electron Devices (LEB) of the University of Erlangen-Nuremberg - which closely cooperates with the IISB -



Das Gebäude (links) und der Reinraum (rechts) des IISB bei der Langen Nacht der Wissenschaften 2007
The IISB building (left) and cleanroom (right) during the "Long Night of Science 2007".

Das IISB bei der Langen Nacht der Wissenschaften 2007 - weit über 1000 Besucher informierten sich über Kristallzüchtung, Halbleitertechnologie, Technologiesimulation und Leistungselektronik

Das IISB öffnete auch bei der dritten Langen Nacht der Wissenschaften Nürnberg-Fürth-Erlangen am 20. Oktober 2007 wieder seine Pforten. Erneut konnte die Zahl der Besucher im Vergleich zur letzten Langen Nacht gesteigert werden: Mehr als 1250 Gäste informierten sich am IISB über Kristallzüchtung, Halbleitertechnologie, Technologiesimulation und Leistungselektronik. Ausgangspunkt für Halbleiterbauelemente sind Kristalle, auf deren Eigenschaften unsere gesamte Kommunikations- und Medientechnik basiert. Das IISB informierte, wie synthetische Kristalle als maßgeschneiderte Schlüsselwerkstoffe hergestellt werden. Im Reinraumlabor am benachbarten Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente (LEB) der Universität Erlangen-Nürnberg, mit dem das IISB eng zusammenarbeitet, konnten die Besucher die extremen Bedingungen für die Herstellung von Nanobauelementen kennenlernen. Derart hohe Anforderungen an Präzision und Sauberkeit in der Produktion findet man in keinem anderen Industriezweig. Von der Simulationsabteilung des IISB erfuhren die Besucher, wie die Nanoelektronik von morgen virtuell entsteht, denn mit der Hilfe von Computersimulationen lassen sich Entwicklungszeiten und -kosten für Bauelemente und Fertigungsprozesse erheblich reduzieren. Daß man sich für derart komplexe Aufgaben am besten mit starken Partnern aus Forschung und Industrie zusamm tut, belegt der Bayerische Forschungsverbund für Nanoelektronik (FORNEL), der sich am IISB ebenfalls vorstellte.

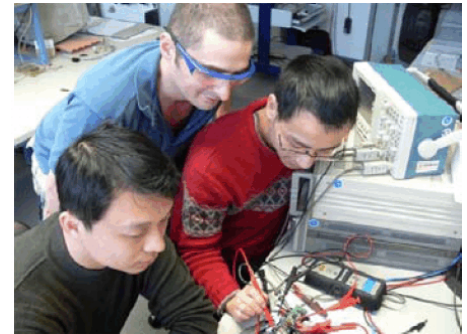
Fernsehen kompakt - Entwicklung von ultrakompakten Stromversorgungen

Ob für das Heimkino oder am Arbeitsplatz - Flachbildschirme werden immer beliebter. Auch wenn diese schon ungleich weniger Platz als die klobigen Geräte mit Bildröhren im heimischen Wohnzimmer einfordern, so ist doch die Tiefe auch bei Flachbildschirmen ein ganz wesentliches Verkaufsargument - und diese Tiefe wird heute noch wesentlich vom Netzgerät zur Stromversorgung bestimmt. Forscher des IISB haben daher zusammen mit Gastwissenschaftlern aus China ultrakompakte und hocheffiziente Stromversorgungen für Flachbildschirme entwickelt. Ziel des Projekts war die Entwicklung innovativer Netzteilösungen für den Leistungsbereich von 70 W bis 250 W, speziell für elektronische Geräte der Computer- und Unterhaltungselektronik mit sehr beengten Platzverhältnissen.

Das Projekt unter der Leitung des IISB wurde im Sommer 2007 nach einer Laufzeit von 2½ Jahren erfolgreich beendet und wurde vom Internationalen Büro des BMBF im Rahmen eines Wissenschaftler-Austauschprogramms unterstützt. Projektpartner waren die Infineon Technologies AG, die ISLE GmbH in Ilmenau und die chinesischen Universitäten von Nanjing (NUAA), Tongji und Xian. Insgesamt drei Gastwissenschaftler von den chinesischen Partner-Universitäten unterstützten im Rahmen mehrjähriger Gastaufenthalte als Postdoktoranden die FuE-Arbeiten - zwei davon am IISB in Erlangen.

Wichtige Beiträge des IISB zur 2007 ITRS

Am 5. Dezember 2007 wurde auf der ITRS-Konferenz in Makuhari bei Tokio die 2007 International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS)



Entwicklung eines Schaltnetzteils in Kooperation mit chinesischen Gastwissenschaftlern.
Development of a switching power supply in co-operation with guest researchers from China.

öffentlich vorgestellt. Sie wird wenig später unter www.itrs.net im Internet veröffentlicht werden.

Zwei Abteilungsleiter des IISB koordinierten auch 2007 als einzige Vertreter von nicht-amerikanischen Einrichtungen je eine der 15 Fachgruppen (International Technology Working Groups) der ITRS: "Modeling and Simulation" (seit 2002) sowie "Yield Enhancement" (seit 2004). Dies zeigt erneut die große Anerkennung der Fachkompetenz des IISB durch die weltweite Halbleiterindustrie, welche die ITRS maßgeblich steuert. Die wohl wichtigste neue Entwicklung in der ITRS ist, daß die 2005 neu als Technologietreiber neben DRAM und Logik eingeführten Flash-Speicher noch schneller als erwartet skalieren: Es wird erwartet, daß sie ab 2008 dem DRAM um 2 Jahre vorausziehen. Außerdem wird die Erweiterung der ITRS über die Skalierung ("More Moore") hinaus durch Einbeziehung der funktionellen Diversifizierung ("More than Moore") diskutiert.

Klimaschutz von der Forschung bis zur Umsetzung

Anfang Dezember wurde am IISB eine institutseigene Photovoltaikanlage in Betrieb genommen. Damit trägt das Institut nicht nur durch seine Forschungsaktivitäten zur Grundmaterialherstellung und Leistungswandlung

the visitors could learn about the extreme conditions for the production of nanodevices. There are no comparably high precision and cleanliness standards in any other industry sector. The simulation department informed the visitors about the virtual development of tomorrow's nanoelectronics, as by means of computer simulation, the development time and cost for devices and manufacturing processes can be considerably reduced.

On this occasion, the Bavarian Research Cooperation for Nanoelectronics (FORNEL) also presented itself to the public, emphasizing the importance of a close cooperation between strong partners from research and industry for this kind of complex tasks.

Compact Television - Development of Ultra-Compact Power Supplies

Whether for home cinema or at work - flat screens are becoming more and more popular. Even though they require considerably less room in our domestic living rooms than clumsy devices with television tubes, the depth of flat screens is a quite fundamental sales argument - even today, this depth is significantly depending on the size of the power supply unit. This is why IISB researchers have developed ultra-compact and highly-efficient current supplies for flat screens in collaboration



Die neu installierten Solarzellen auf dem Dach des IISB-Gebäudes;
Newly installed solar panels on the roof of the IISB building.

with guest researchers from China. The aim of this project was to develop innovative power supply concepts for the power range from 70 W to 250 W. Target applications are notebooks and consumer electronics with severe size restrictions.

The 2 ½ year project, which was under the direction of the IISB, was successfully finished in the summer of 2007 and has been supported by the BMBF's International Office in the course of an academic exchange program. Partners participating in the project were Infineon Technologies AG, ISLE GmbH of Ilmenau and the Chinese universities of Nanjing (NUAA), Tongji and Xian. A total of three guest researchers of the Chinese partner universities assisted the work concerning the R&D as postgraduates in the framework of perennial residencies - two of them at the IISB in Erlangen.

Important Contributions of the IISB to the 2007 ITRS

On December 5, 2007, the 2007 International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS) was publicly presented at the ITRS conference in Makuhari, Tokyo. At a later date, it will be released on the Internet under www.itrs.net.

Also in 2007, two of the IISB's department managers coordinated as the only representatives of non-American institutions, one of the 15 sections (International Technology Working Groups) each of the ITRS: Modeling and Simulation (since 2002) as well as Yield Enhancement (since 2004). This demonstrates again that the IISB's professional competence is highly appreciated by the worldwide semiconductor industry which is significantly navigating the ITRS. The latest development concerning the ITRS, which is likely to be the most important one, is that the flash

memories which were newly introduced as technological driver units besides DRAM and logic in 2005 are scaling even faster than estimated: It is expected that they will hurry two years ahead of the DRAM as from 2008. Besides, there are discussions about the enlargement of the ITRS beyond the scaling (More Moore) by the use of functional diversification (More than Moore).

Climate Protection from Research to Realisation

Early in December, the IISB put into operation a photovoltaic plant which is solely owned by the institute itself. Now, the institute is not only making a contribution to advance of the photovoltaics technology by means of research on manufacturing of basic materials and on power conversion, but is also inducting energy into the network that was gained environmentally friendly. Upon the institute's roof, photovoltaic modules which demand an area of 120 square metres and which were fabricated by the company Schott Solar generate electric power with a peak of 15kW. Inverters of the company SMA convert the generated continuous current into alternating current, which is sold - according to the Renewable Energies Act (REA) - to the electricity supplier in Erlangen over a period of 20 years. Prof. Heiner Rysse, director of the institute and Prof. Martin Hundhausen, member of the Chair of Technical Physics of the university of Erlangen-Nuremberg, were the ones to take the initiative for this solar plant in order to make a further contribution to climate protection - besides the research at the institute. This is happening in the context of this year's slogan "environment" of the city of Erlangen. The solar plant is moreover associated with research projects concerning the application of power electronics in automotive and it is intended to install a

zum Fortschritt in der Solarstromtechnik bei, sondern speist auch selbst umweltfreundlich gewonnene Energie ins Netz ein. Auf dem Dach des Instituts erzeugen Photovoltaikmodule der Firma Schott Solar mit einer Fläche von 120 Quadratmetern in Zukunft Strom mit einer Spitzenleistung von 15kW. Wechselrichter der Firma SMA wandeln den erzeugten Gleichstrom in Wechselstrom um, der nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) über einen Zeitraum von 20 Jahren an den Erlanger Stromversorger verkauft wird. Die Initiative für diese Solaranlage ging von Institutsleiter Prof. Heiner Ryssel gemeinsam mit Prof. Martin Hundhausen vom Lehrstuhl für Technische Physik der Universität Erlangen-Nürnberg aus, um neben der Forschung am Institut einen weiteren Beitrag zum Klimaschutz im Rahmen des Jahresmottos Umwelt der Stadt Erlangen zu leisten. Die Solaranlage steht auch im Zusammenhang mit Forschungsvorhaben zum Einsatz von Leistungselektronik im Automobil, und es ist geplant, eine Elektromobiltankstelle zu errichten, an der in Zukunft Solarmobile im Netzverbund aufgeladen werden können.

Junge Talente erfolgreich ans Ziel bringen

Das IISB und der Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente (LEB) der Universität Erlangen-Nürnberg engagieren sich im Professoren- und Unternehmensnetzwerk des Festo Bildungsfonds. Der von den Gesellschaftern des Esslinger Unternehmens Festo im Sommer 2007 ins Leben gerufene Festo-Bildungsfonds finanziert in einer selbst definierten Corporate Educational Responsibility Lebenshaltungskosten und Studiengebühren von Studierenden, Doktoranden, Post-doc-Forschern und Teilnehmern, die eine berufsbegleitende Qualifizierung anstreben, in Ingenieurwissenschaften und Technik. Dabei wird die Zielsetzung verfolgt, den Teilnehmern

die ausschließliche Konzentration auf den erfolgreichen Abschluß zu ermöglichen und beschäftigungsrelevante Zusatzqualifikationen zu vermitteln. So sollen Studien- oder Forschungszeiten verkürzt und die Qualifikation der Teilnehmer erhöht werden. Die spätere Rückzahlung der Finanzierung hängt rein vom Einkommen ab, ist auf einen Maximalbetrag begrenzt und flexibler als bei einem Studienkredit. Diese Rückzahlungen werden im Sinne eines Kreislaufs- und Generationenvertrags für Auszahlungen an weitere Studierende und Doktoranden verwendet. Die Besonderheit des Festo-Bildungsfonds ist neben der Bereitstellung finanzieller Mittel aber insbesondere die berufsorientierte Qualifikation. Der Bildungsfonds bietet seinen Teilnehmern daher neben der Finanzierung ein interessantes Netzwerk aus technisch-orientierten Unternehmen und engagierten Professoren. Diese tragen in Form von Veranstaltungen, Exkursionen, Präsentationen oder Weiterbildungsmöglichkeiten zur Vielfalt und Qualität des Qualifikationsangebots des Bildungsfonds bei. Die breiten Kompetenzen sowie die im Lehr- und Ausbildungsbereich einzigartigen technologischen Möglichkeiten des IISB und LEB bilden hier eine ausgezeichnete Basis, den Teilnehmern des Festo-Bildungsfonds im Bereich der Mikroelektronik hochqualitative Weiterbildungsmöglichkeiten anzubieten, zum Beispiel durch Exkursionen zu den Reinraumlaboratorien oder eine deutlich ermäßigte Teilnahme an Fortbildungseminaren zur Leistungselektronik oder Lithographiesimulation.

filling station for electric mobiles. This will enable solar mobiles to be charged in future.

Successfully Supporting Young Talents

The IISB and the Chair of Electron Devices (LEB) of the University of Erlangen-Nuremberg get involved in the professors' and business network of the "Festo-Bildungsfonds". The fund, founded in summer 2007 by the partners of the Festo company from Esslingen, finances in a self-defined Corporate Educational Responsibility living costs and tuition fees of students, postgraduates, post-doc researchers and participants who aim for a continuing on-the-job education in engineering and technology. The target is to enable the participants to concentrate solely on the successful completion of their studies and to impart relevant additional qualifications. Thus, years of studies and research should be reduced and the participants' qualification should be increased. The later redemption of the financing depends only on the income, is limited to a maximal amount and is more flexible than it is in case of a students' loan. These redemptions are used in terms of a cycle and inter-generation contract for payment for other students and postgraduates. The peculiarity of the "Festo- Bildungsfonds" is besides the allocation of funds in particular the job-orientated qualification. Hence, the education fund offers its participants alongside with financing an interesting network of technically orientated companies and committed professors. They make their contribution to the diversity and quality of the qualifications offered by the education fund by means of events, excursions, presentations or continuing education opportunities. The broad competencies and the unique technological possibilities in the field of teaching and education of the IISB and the LEB pro-

vide an excellent basis for offering the participants of the "Festo- Bildungsfonds" further high-quality education opportunities in the field of microelectronics. Thus, the participants have the opportunity to visit e.g. the cleanroom laboratories or to take part in advanced training seminars on power electronics or lithography simulation at remarkably reduced costs.

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 auf 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. H. Ryssel 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) sowie Dr. Anton Bauer und Dr. Volker Häublein (2006, u.a. mit Fa. Infineon), 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 tech-

nischen 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 2007 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

Förderkreis für die Mikroelektronik e.V.

More than 25 years ago, the founders of the non-profit "Förderkreis für die Mikroelektronik e.V." (development association for 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 the 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 Nürnberg für Mittelfranken (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 ultra-modern 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. H. Ryszel.

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 Euro. Criterion for the jury is mainly an outstanding progress in the field of microelectronics, but also its transfer by a 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) and Dr. Anton Bauer with Dr. Volker Häublein (2006, together with Infineon).

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 Euro 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 Euro 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 für Mittelfranken

Contact

Knut Harmsen
Managing Director of the "Förderkreis"
Phone: +49 (0) 911 1335-320
harmsen@nuernberg.ihk.de
www.foerderkreis-mikroelektronik.de

Gastwissenschaftler
Guest Scientists

Dasgupta, Prof., Nandita
01.06. - 31.07.2007

India
IIT Madras
Alexander von Humboldt Stipendium
Untersuchungen von Titanoxid für nichtflüchtige Speicherzellen
Characterization of Titanium Oxide for Non-volatile Memories

Fried, Dr., Miklos
12.11. - 17.11.2007

Ungarn / Hungary
Hungarian Academy of Sciences
DAAD Austauschprojekt
Entwicklung eines innovativen 2D-Ellipsometers für Geräte in der Halbleitertechnologie
Development of an Innovative 2D-Ellipsometer for Equipment in Semiconductor Technology

Gyulai, Prof., Jozsef
08.12. - 13.12.2007

Ungarn
Research Institute for Technical Physics and Materials Science
Allgemeine Zusammenarbeit
General Cooperation

Goyal, Rajat
08.05. - 28.07.2007

India
IIT Bombay
Charakterisierung von Plasmanitridierungsprozessen für Gateoxidschichten
Characterization of Plasma Nitridation Processes for Gate Oxide Layers

Guha, Giswjeet
03.05. - 18.07.2007

India
IIT Kharagpur
Chemisch-mechanisches Polieren
CMP (Chemical-Mechanical Polishing)
Meßtechnik für 45nm- und 32nm-Technologie-Generationen

Metrology for 45nm and 32nm Technology Generations

Juhasz, Dr., Gyorgy
04.10. - 08.10.2007
12.11. - 17.11.2007

Ungarn / Hungary
Hungarian Academy of Sciences
DAAD Austauschprojekt
Entwicklung eines innovativen 2D-Ellipsometers für Geräte in der Halbleitertechnologie
Development of an Innovative 2D-Ellipsometer for Equipment in Semiconductor Technology

Li, Dr., Dong
01.01. - 31.07.2007

China
Nanjing University of Aeronautics and Astronautics
WTZ-Projekt des BMBF
Entwicklung eines hochkompakten Schaltnetzteils für Flachbildschirme
Development of a High Density Power Supply for LCD Flat Panels

Major, Csaba
12.11. - 17.11.2007

Ungarn / Hungary
Hungarian Academy of Sciences
Austauschprojekt DAAD
Entwicklung eines innovativen 2D-Ellipsometers für Geräte in der Halbleitertechnologie
Development of an Innovative 2D-Ellipsometer for Equipment in Semiconductor Technology

Mao, Dr., Mingping
01.01. - 30.09.2007

China
Tongji University, Shanghai
WTZ-Projekt des BMBF
Entwicklung eines hochkompakten Schaltnetzteils für Flachbildschirme
Development of a High Density Power Supply for LCD Flat Panels

Murakami, Katsuhisa
08.03. - 16.03.2007

Japan

Universität Osaka
Einsatz von Nanoelektronik im Vakuum (Feldemitter)
Applications of nanoelectronics in vacuum (field emitter)
TEM-Untersuchungen an Elektronenstrahl-abgeschiedenen Pt-Emittern
TEM Measurements on Electron Beam-Induced Deposited Pt Probes

Petrik, Dr., Peter
01.03. - 10.03.2007

25.04. - 30.04.2007
31.07. - 06.08.2007
25.10. - 31.10.2007
12.11. - 17.11.2007
Ungarn / Hungary
Hungarian Academy of Sciences
DAAD
Entwicklung eines innovativen 2D-Ellipsometers für Geräte in der Halbleitertechnologie
Development of an Innovative 2D-Ellipsometer for Equipment in Semiconductor Technology

Polgar, Dr., Oliver
12.11. - 17.11.2007

Ungarn / Hungary
Hungarian Academy of Sciences
Austauschprojekt DAAD
Entwicklung eines innovativen 2D-Ellipsometers für Geräte in der Halbleitertechnologie
Development of an Innovative 2D-Ellipsometer for Equipment in Semiconductor Technology

Takai, Prof., Miko
27. - 30. 09.2007

Japan
Universität Osaka
WTZ-Projekt des BMBF
Allgemeine Zusammenarbeit
General Cooperation

Tian, Dr., Jian
01.01. - 30.09.2007

China
Xi'an University of Technology

*Entwicklung eines Low-cost-Netzteils
für Consumer-Elektronik
Development of a Low-Cost Power
Supply for Consumer Appliances*

Windl, Prof., Wolfgang

02.04. - 16.08.2007

USA

Ohio State University

*Multiscale-Computersimulation von
Halbleitermaterialien*

*Multiscale Computer Simulation of Se-
miconductor Materials*

Yeckel, Dr., Andrew

01.10. - 02.12.2007

USA

University of Minnesota

Fraunhofer Pro-x²

*Multiscale-Simulation von Kristallzüh-
tungsprozessen*

*Multiscale Simulation of Crystal Growth
Processes*

Zhu, Youhui

15.05. - 31.12.2007

China

*Stipendiat des "China Scholarship
Council"*

*Stipendiary of the "China Scholarship
Council"*



Patenterteilungen

Patents

Schimanek, E., März, M.

Leistungsmodul

DE 10 2007 005 233.4-33

Schimanek, E., März, M., Schletz, A.,
Brunner, D.

Leistungselektronikanordnung

WO 2007/090664A2

Mitarbeit in Fachgremien, Fachverbänden und Komitees Participation in Committees

Bauer, A.

- ITG Informationstechnische Gesellschaft im VDE, Fachbereich 8 Mikroelektronik, Fachausschuß 8.1 Festkörpertechnologie, Fachgruppe: Heißprozesse
- Member of the Technical Program Committee of the 37th European Solid-State Device Research Conference (ESSCERC' 07), Munich, September 11 - 13, 2007
- Member of the Technical Program Committee of the 15th Workshop on Dielectrics in Microelectronics (WoDIM 2008), Berlin, June 23 - 25, 2008

Erdmann, A.

- Member of the Program Committee of the Conference Modeling Aspects in Optical Metrology, SPIE Europe, Munich, August 2007

Fischer, B.

- Geschäftsführer Bayerischer Forschungsverbund für Nanoelektronik (FORNEL)
- Wissenschaftlicher Berater der Ausstellung "700 Jahre Franken in Bayern", Nürnberg, 1. Januar - 28. Februar 2007

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.

- Member of the board of directors of the German Crystal Growth Association (DGKK)

- Guest editor of the Journal of Crystal Growth
- Zweiter Vorsitzender des DGKK-Arbeitskreises "Verbindungshalbleiter", Erlangen, Mai 2007
- Co-chairman of Bulk Session of the ICCG15 Conference, Salt-Lake City, USA, August 12 - 17, 2007
- Co-chairman of the 2nd Polish Japanese German Crystal Growth Meeting, Zakopane, Poland, May 25 - 27 2007

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

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 2007 International Conference on Simulation of Semiconductor Processes and Devices (SISPAD 2007), Vienna, Austria, September 25 - 27, 2007
- Member of the Program Committee of the 37th European Solid-State Device Research Conference (ESSDERC' 07): Sub-Committee "Process and Device Simulation", Munich, September 11 - 13, 2007
- Member of the Electrochemical Society
- Member of the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

März, M.

- Member of the Advisory Board of the Conference on Integrated Power Systems (CIPS)

- Stellvertretender Vorsitzender des Fachbereichs Q1 "Leistungselektronik und Systemintegration" im VDE ETG
- Mitglied im VDE ETG/ITG Fachausschuß "Stromversorgungen"
- Member of the Advisory Board of the Automatic Power Electronics (APE) Conference
- Cluster-Beirat des Bayerischen Clusters "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.

- Member of the International Steering Committee for Bulk Nitride Semiconductors

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

Öchsner, R.

- Member of the Factory Integration Working Group (FITWG) 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 SEMI Task Force: Equipment Productivity Metrics Task Force

- Member of SEMI Task Force: Cluster Tool RAM Task Force
 - Member of SEMI Task Force: Process Control Systems (PCS)
 - Member of SEMI Task Force: Data Quality
- Otto, M.
- Member of the WECC Committee of the ITRS (International Technology Roadmap for Semiconductors)
- Pichler, P.
- Member of the Board of Delegates of the European Materials Research Society
 - Member of the International Program Committee of the Conference Gettering and Defect Engineering in Semiconductor Technology XII (GADEST) 2007
- Pfitzner, L.
- Honorarprofessor an der Universität Erlangen-Nürnberg, Fachbereich Elektrotechnik
 - Chairman of the Yield Enhancement Working Group (ITWG) of the International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS) 2007 Conference Tokyo, Japan, December 5
 - Chairman of the Program Committee for the 8th Annual European AEC/ APC Conference 2007, April 18 - 20, Dresden, Germany
 - Member of the Program Committee ISSM 2007 (IEEE International Symposium on Semiconductor Manufacturing), October 15 - 17, 2007 Santa Clara, California, USA
 - 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 1.1.1 "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 Coordinating Sub-Committee (GCS) of SEMI
 - Member of the European Regional Standards Committee of SEMI
 - Member of the Technical Programs Committee of SEMI
 - Member of the EDS Semiconductor Manufacturing Committee of IEEE
 - Chair of the ANNA-Workshop "Analytical Techniques Applied to Semiconductors", November 29, Munich, 2007, Germany
- Roeder, G.
- Head of the SEMI Integrated Measurement Task Force Europe
 - Koordinator der VDE/VDI-GMM-Fachgruppe 1.2.3 „Abscheide- und Ätzverfahren“
 - Koordinator of the EuSIC Network User Group "Integrated Metrology"
- 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, 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)
- Member of the Electrochemical Society
 - Member of the Material Research Society
 - Mitglied der Böhmisches Physikalischen Gesellschaft
 - Fellow Member of the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
 - Member of the Editorial Board of "Radiation Effects and Defects in Solids" Taylor & Francis Ltd., Abingdon, U.K.
 - Mitglied der Studienkommission Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik
 - Mitglied des Prüfungsausschusses der Technischen Fakultät (bis Ende SS 2007)
 - Vorsitzender der Studienkommission Mechatronik der Universität Erlangen-Nürnberg (bis Ende SS 2007)
 - Member of the European SEMI Award Committee
 - Scientific Committee of the Conference "MIGAS International Summer School on Advanced Microelectronics"
The conference takes place in France every year.
 - Member of the European Sub-Committee of the International Symposium on VLSI Technology, Systems and Applications (IEEE VLSI-TSA)
 - Sprecher des Bayerischen Forschungsverbands für Nanoelektronik (FORNEL)
- Schellenberger, M.
- Koordinator of the EuSIC User Group "Software"
 - Co-chair of the European SEMI-PCS Taskforce "Process Control Systems"
 - Mitglied des Programm-Komitees und des Steering-Komitees der Europäischen AEC/APC-Konferenz

Konferenzen und Workshops Conferences and Workshops

Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Meßtechnik des LEB und des IISB

IISB, Erlangen

fortlaufende Veranstaltung im Sommersemester und Wintersemester 2007

Bayerische Landesausstellung 2006

"200 Jahre Franken in Bayern"

Museum für Industriekultur, Nürnberg

1. Januar - 11. Februar 2007

Kernteamtreffen des 2. Präsidialprojekts der FhG

IISB, Erlangen

31. Januar 2007

Realize Your Visions 2007 - Ingenieure gestalten Zukunft

Flughafen Nürnberg

15. Februar 2007

Festveranstaltung zum 65. Geburtstag von Prof. Dr. Heiner Ryssel

IISB, Erlangen

16. Februar 2007

13. BDT Meeting der Geschäftsfelder "Beyond CMOS/SS"

IISB, Erlangen

27. Februar 2007

Kompetenz Montage - Vom Verbundprojekt zum Netzwerk Erfahrungsaustausch, Industriearbeitskreise und Fachforen

Institutszentrum Stuttgart der FhG

1. März 2007

ECPE-Seminar: Sensors in Power Electronics

IISB, Erlangen

14. - 15. März 2007

Treffen der Nutzergruppe "Inspektion und Analytik"

SGS Institut Fresenius, Dresden

15. März 2007

Beteiligung an den Erlanger "Techniktagen für Nichttechniker" für die Eliteakademie

Universität Erlangen-Nürnberg

26. März 2007

3rd FORNEL Workshop on Nanoelectronics

IISB, Erlangen

27. März 2007

Führung und Informationsveranstaltung für den LK Physik des Gymnasiums Ebermannstadt

IISB, Erlangen

29. März 2007

Führung und Informationsveranstaltung für Studenten und Techniker der TU Bergakademie Freiberg

IISB, Erlangen

30. März 2007

Schülerführung der Gewinner von "Realize Your Visions" des Förderkreises Ingenieurstudium e.V.

IISB, Erlangen

17. April 2007

Schnuppertag für die Schüler des Leistungskurses Physik des Albert-Schweizer-Gymnasiums Erlangen

IISB, Erlangen

17. April 2007

DGKK Arbeitskreis Verbindungshalbleiter

IISB, Erlangen

3. Mai 2007

Festkolloquium Prof. Müller - Aktuelle Trends in der Kristallzüchtung von Halbleitern und optischen Kristallen

IISB, Erlangen

4. Mai 2007

7th GMM Yield Enhancement User Group Meeting

X-Fab Semiconductors, Erfurt

21.-22. Mai 2007

8th European AEC/APC Conference
Dresden

18. - 20. April 2007

Girl's Day

IISB, Erlangen

26. April 2007

Treffen der Nutzergruppe RTP

IISB, Erlangen

10. Mai 2007

37. Treffen der Nutzergruppe Ionenimplantation

IISB, Erlangen

11. Mai 2007

Workshop SiC-Rundgespräch

Kloster Banz

2. - 3. Juli 2007

Führung und Informationsveranstaltung für den Fachbereich Mikrotechnologie der Technikerschule Itzehoe

IISB, Erlangen

4. Juni 2007

Exkursion zum IISB im Rahmen der Abschlussveranstaltung des Landeswettbewerbs Mathematik 2007

IISB, Erlangen

13. Juli 2007

Teilnahme am 1. Wissenschaftstag der Europäischen Metropolregion Nürnberg (EMN)

Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg
Nürnberg

23. Juli 2007

PEAK-Seminar "Parasitäre Bauelemente und Oszillationen"

IISB, Erlangen

25. Juli 2007

Praktikum "Mädchen und Technik"

IISB, Erlangen

3. - 7. September 2007

5th IISB Lithography Simulation Workshop

Hersbruck

28. - 30. September 2007

9. IISB Jahrestagung "Energie sparen und erzeugen durch neue Materialien und intelligente Elektronik vom Fraunhofer IISB"

IISB, Erlangen

4. Oktober 2007

Kooperationsforum mit Fachausstellung: Leistungselektronik, Materialien - Komponenten - Systeme

Nürnberg

9. Oktober 2007

Semiconductor Equipment Assessment for NanoElectronic Technologies (SEANET) Workshop

Neues Messezentrum, Stuttgart

10. Oktober 2007

Lange Nacht der Wissenschaften

IISB, Erlangen

20. Oktober 2007

GMM-VDE/VDI-Fachgruppe 1.2.3, Abscheide- und Ätzverfahren, Fachauschuß 1.2: Verfahren - Nutzergruppentreffen PVD & PECVD und Ätzen

IISB, Erlangen

7. November 2007

GMM-VDE/VDI-Fachgruppe 1.2.3. Abscheide- und Ätzverfahren, Fachauschuß 1.2: Verfahren, Workshop 2007

„New Developments and Process Optimization in Deposition and Etching“

IISB, Erlangen

8. November 2007

38. Nutzertreffen Ionenimplantation

Dresden-Rossendorf

9. November 2007

Mechatronik Kolloquium bei Audi

Ingolstadt

15. - 16. November 2007

8th GMM Yield Enhancement User Group Meeting

Renasas, Landshut

19. - 20. November 2007

ANNA Workshop – "Analytical Techniques Applied to Semiconductors"

München

29. November 2007

Informationsveranstaltung für Studenten der Universität Osaka, Japan

IISB, Erlangen

5. - 7. Dezember 2007

Messebeteiligungen Fairs and Exhibitions

8th European Advanced Equipment Control / Advanced Process Control (AEC/APC) Conference

Dresden

18. - 20. April 2007

PCIM 2007

Messezentrum, Nürnberg

22. - 24. Mai 2007

Firmenkontaktmesse "academica"

Messezentrum, Nürnberg

20. - 21. Juni 2007

Firmenkontaktmesse "bonding" Erlangen 2007

Erlangen

3. - 4. Juli 2007

Internationale Automobilausstellung 2007 (IAA)

Frankfurt am Main

13. - 23. September 2007

SPS/IPC/DRIVES Elektronische Automatisierung - Systeme und Komponenten, Fachmesse & Kongress

Nürnberg

27. - 29. November 2007

CONTACT 2007

Erlangen

28. November 2007

Semicon Europa 2007

Neues Messezentrum, Stuttgart

8. - 12. Oktober 2007

Semicon Japan 2007

Makuhari, Japan

3. - 5. Dezember 2007

Indo-German Winter Academy 2007 - IIT "Silicon Technology"

Guwahati, India

13. - 19. Dezember 2007

Herausgegebene Bücher / Buchbeiträge

Edited Books / Contributions to Books

Jank, M.:
Entwicklung und Charakterisierung eines CMOS-Prozesses mit minimierter Anzahl an Lithographieebenen
Erlanger Berichte Mikroelektronik, Band 1/2007 Eds.: H. Ryssel, Shaker Verlag, 2007

Müller, G., Friedrich, J.:
Proceedings "Fifth International Workshop on Modeling in Crystal Growth" IWMCG-5
Journal of Crystal Growth, 303, 1, 2007

Publikationen
Publications

Baunemann, A., Lemberger, M., Bauer, A.J., Parala, H., Fischer, R.A.:
MOCVD of TaN Using the All-Nitrogen-Coordinated Precursors [Ta(NEtMe)₃(N-tBu)], [Ta(NEtMe)(N-tBu){C(N-iPr)₂(NEtMe)₂] and [Ta(NMeEt)₂(N-tBu){Me₂N-N(SiMe₃)}]
Chemical Vapor Deposition, 13 (2 - 3), 77, 2007

Berberich, S.E., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
High Voltage 3D Capacitor
Proceedings "12th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE) 2007", 1, 2007

Beuer, S., Rommel, M., Lehrer, C., Platzgummer, E., Kvasnica, S., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
Accurate Parameter Extraction for the Simulation of Direct Structuring by Ion Beams
Microelectronic Engineering, 84, 810, 2007

Billmann, M., März M., Schimanek E., Buerhop-Lutz C.:
Thermal Shielding Techniques for Power Electronic Devices in High Temperature Applications
Proceedings "Power Conversion Intelligent Motion (PCIM)", S4b_3, 2007

Burenkov, A., Kampen, C., Lorenz, J., Ryssel, H.:
Physically Based Simulation of Fully Depleted SOI MOS Transistors at Nanometer Gate Lengths
Book of Abstracts, International Conference „Micro-and Nanoelectronics (ICMNE) 2007", 02-17, 2007

Dagner, J., Friedrich, J., Müller, G.:
Simulation of the Microstructure Formation in Al-Si Alloys by Multiscale Modeling of Directional Solidification
Proceedings "5th Solidification Proces-

sing 2007 (SP07)", 121, 2007

Delsol, R., Chapelon, L., Chaabouni, H., Broussous, L., Schellenberger, M., Ostrovski, A., Normandon, P.:
Integrated Monitoring of ULK Dielectrics Outgassing and Measurement of Pore Sealing Efficiency by Residual Gas Analysis Technique
Microelectronic Engineering 84, 11, 2007

Dürr, C., Fühner, T., Tollkühn, B., Erdmann, A., Kókai, G.:
Hybrid Evolutionary Algorithms
Memetic Algorithms: Parametric Optimization for Microlithography, 203, 2007

Erdmann, A., Evanschitzky, P.:
Rigorous Electromagnetic Field Mask Modeling and Related Lithographic Effects in the Low K1 and Ultrahigh NA Regime
Journal of Micro/Nanolithography, MEMS, and MOEMS, 6, 031002, 2007

Erdmann, A., Evanschitzky, P.:
Rigorous Electromagnetic Field Mask Modeling and Related Lithographic Effects in the Low K1 and Ultrahigh NA Regime
Virtual Journal of Nanoscale Science & Technology, 16, 12, 2007

Erdmann, A., Fühner, T., Seifert, S., Popp, S., Evanschitzky, P.:
The Impact of the Mask Stack and its Optical Parameters on the Imaging Performance
Proceedings "SPIE Conference", 6520, 65201I-1, 2007

Erlbacher, T., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
Hafnium Silicate as Control Oxide in Non-Volatile Memories
Microelectronic Engineering 84, 2239, 2007

Evanschitzky, P., Shao, F., Erdmann, A., Reibold, D.:

- Simulation of Larger Mask Areas Using the Waveguide Method with Fast Decomposition Technique*
Proceedings "SPIE Conference 2007", 6730, 67301P1, 2007
- Evanschitzky, P., Erdmann, A.:
Fast Near Field Simulation of Optical and EUV Masks Using the Waveguide Method
Proceedings "SPIE Conference 2007", 6533, 65330Y, 2007
- Fainberg, J., Vizman, D., Friedrich, J., Müller, G.:
A New Hybrid Method for the Global Modeling of Convection in CZ Crystal Growth Configurations
Proceedings "5th International Workshop on Modeling in Crystal Growth", Eds.: G. Müller, J. Friedrich, IWMCG-5, 124, 2007
- Friedrich, J.:
Control of Melt Convection in VGF and CZ Crystal Growth Configurations by Using Magnetic Fields: Theory and Examples
Crystal Growth Under Applied Fields, Eds.: S. Dost, Y. Okano, 31, 2007
- Fühner, T., Schnattinger, T., Ardelean, G., Erdmann, A.:
Dr.LiTHO: A Development and Research Lithography Simulator
Proceedings "SPIE Conference", 6520, 65203F, 2007
- Fühner, T., Erdmann, A., Seifert, S.:
A Direct Optimization Approach for Lithographic Process Conditions
Journal of Microlithography, Microfabrication, and Microsystems 6, 3, 031006, 2007
- Kallinger, B., Meissner, E., Seng, D., Sun, G., Hussy, S., Friedrich, J., Müller, G.:
Study on the Sublimation Growth of GaN Using Different Powder Sources and Investigation on the Sublimation Behavior of GaN Powder by Means of Thermogravimetry
Phys. Stat. Sol., C, 4, 7, 2264, 2007
- Lemberger, M., Thiemann, S., Baunemann, A., Parala, H., Fischer, R.A., Hinz, J., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
MOCVD of Tantalum Nitride Thin Films from TBTEMT Single Source Precursor as Metal Electrodes in CMOS Applications
Surface & Coatings Technology 201, 9154, 2007
- Lemberger, M., Schön, F., Dirnecker, T., Jank, M., Frey, L., Ryssel, H., Paskaleva, A., Zürcher, S., Bauer, A.J.:
MOCVD of Hafnium Silicate Films Obtained from a Single-Source Precursor on Silicon and Germanium for Gate-Dielectric Applications
Chemical Vapor Deposition, 13, 2 - 3, 105, 2007
- Lemberger, M., Baunemann, A., Bauer, A.J.:
Chemical Vapor Deposition of Tantalum Nitride Films for Metal Gate Application Using TBTDET and Novel Single-Source MOCVD Precursors
Microelectronics Reliability, 47, 4 - 5, 635, 2007
- Lerch, W., Paul, S., Niess, J., Chan, J., McCoy, S., Gelpy, J., Cristiano, F., Severac, F., Fazzini, P.F., Bolze, D., Pichler, P., Martinez, A., Mineji, A., Shishiguchi, S.:
Experimental and Theoretical Results of Dopant Activation by a Combination of Spike and Flash Annealing
Proceedings "2007 International Workshop on Junction Technology", Piscataway: IEEE, 129, 2007
- Lerch, W., Paul, S., Niess, J., McCoy, S., Gelpy, J., Bolze, D., Cristiano, F., Severac, F., Fazzini, P.F., Martinez, A., Pichler, P.:
Advanced Activation and Deactivation of Arsenic-Implanted Ultra-Shallow Junctions Using Flash and Spike + Flash Annealing
Proceedings "15th IEEE International Conference on Advanced Thermal Processing of Semiconductors RTP 2006", 191, 2007
- Mao, M., Tchobanov, D., Li, D., März, M.:
Analysis and Design of a 1MHz LLC Resonant Converter with Coreless Transformer Driver
Proceedings "Power Electronics Intelligent Motion Power Quality (PCIM)" China, 2007
- Mao, M., Tchobanov, D., Li, D., März, M.:
Design Optimization of a 1MHz Half-Bridge CLL Resonant Converter
Proceedings IEEE 2007
- Martinez-Limia, A., Steen, C., Pichler, P., Gupta, N., Windl, W., Paul, S., Lerch, W.:
Diffusion and Deactivation of As in Si: Combining Atomistic and Continuum Simulation Approaches
Simulation of Semiconductor Processes and Devices 2007, Eds.: T. Grasser, S. Selberherr, 13, 2007
- März, M.:
Leistungselektronik senkt CO₂-Ausstoß
Elektronik, 10, 3, 2007
- März, M.:
System Integrated Drive for Hybrid Traction in Automotive
Bodo's power systems, May 2007, 48, 2007
- März, M.:
System Integrated Drive for Hybrid Traction in Automotive
Power Electronics Europe, 4, 2007
- März, M.:
Mechatronics: Technology Choices for Automotive Applications

- Proceedings " 2nd International Conference Automotive Power Electronics" (APE), paper 15, 2007
- März M., Eckardt B., Schimanek, E.:
Leistungselektronik für Hybridfahrzeuge - Einflüsse von Bordnetztopologie und Traktionsspannungslage
Tagungsband Internationaler ETG Kongreß 2007 "Hybridantriebstechnik - Energieeffiziente elektrische Antriebe", ETG Fachbericht 107, 83, 2007
- März, M., Eckardt, B., Schletz, A.:
Mechatronische Integration von Hochleistungselektronik in Komponenten des Antriebsstrangs von Hybridfahrzeugen
Haus der Technik Fachbuchreihe 80, Eds.: H. Schäfer: Neue elektrische Antriebskonzepte für Hybridfahrzeuge, 290, 2007
- Meliorisz, B., Evanschitzky, P., Erdmann, A.:
Simulation of Proximity and Contact Lithography
Microelectronic Engineering, 84, 5 - 8, 733, 2007
- Meliorisz, B., Erdmann, A.:
Simulation of Mask Proximity Printing
Journal of Micro/Nanolithography, MEMS and MOEMS, 6, 2, 023006, 2007
- Müller, G.:
Fundamentals of Melt Growth
Proceedings " AIP Conference June 2007 - 13th International Summer School on Crystal Growth", 916, 3, 2007
- Müller, G.:
The Czochralski Method - Where we are 90 Years After Jan Czochralski's Invention
Crystal Research and Technology 42, 12, 1150, 2007
- Nutsch, A., Pfitzner, L.:
Control of Flatness for Chemical Mechanical Planarization
International Conference on Planarization/CMP Technology, 269, 2007
- Nutsch, A., Pfitzner, L.:
Chemical Mechanical Planarization (CMP) Metrology for 45/32 nm Technology Generations
Proceedings " American Institute of Physics (AIP) Conference", 931, 173, 2007
- Nutsch, A., Funakoshi, T., Pfitzner, L., Steffen, R., Supplith, F., Ryssel, H.:
Detection and Review of Crystal Originated Surface and Sub Surface Defects on Bare Silicon
Proceedings " IEEE International Symposium on Semiconductor Manufacturing 2007", ISSM 2007, 583, 2007
- Nutsch, A.:
Detection and Characterization of Defects and Flatness Variations on Wafers
Proceedings " 4th ISMI Symposium on Manufacturing Effectiveness", 2007
- Öchsner, R., Pfeffer, M., Frickinger, J., Schellenberger, M., Roeder, G., Pfitzner, L., Ryssel, H., Fritzsche, M., Dauschik, V., Renaud, D., Danel, A., Claeys, C., Bearda, T., Lering, M., Graef, M., Murphy, B.K., Walther, H., Hury, S.:
Approach for a Standardized Methodology for Multisite Processing of 300-mm Wafers at R&D Sites
IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, 20, 215, 2007
- Paskaleva, A., Lemberger, M., Bauer, A.J.:
Polarity Asymmetry of Stress and Charge Trapping Behavior of Thin Hf and Zr Silicate Layers
Microelectronics Reliability 47, 12, 2094, 2007
- Paskaleva, A., Lemberger, M., Bauer, A.J.:
Stress-Induced Leakage Current Mechanism in Thin Hf Silicate Layers
Applied Physics Letters, 90, 4, 042105, 2007
- Pepponi, G., Nutsch, A.:
ANNA - Analytical Network for Nanotechnologies
Proceedings " 8th European Advanced Equipment Control/Advanced Process Control (AEC/AEP) Conference", 2007
- Pfitzner, L., Roeder, G., Schellenberger, M., Öchsner, R., Nutsch, A.:
History and Perspective of Integrated Metrology
Proceedings " Semi Technology Symposium", Japan, December 2006, 2007
- Pfitzner, L., Nutsch, A., Öchsner, R., Pfeffer, M., Don, E., Wyon, C., Hurlbaas, M.:
Metrology, Analysis and Characterization in Micro- and Nanotechnologies - A European Challenge
Electrochemical Society Transactions, 10, 1, 35, 2007
- Pfitzner, L., Nutsch, A., Roeder, G., Schellenberger, M.:
Process Optimization by Means of Integrated Monitoring Tools in the Semiconductor Industry
Electrochemical Society Transactions, 11, 3, 3, 2007
- Philipsen, V., Mesuda, K., De Bisschop, P., Erdmann, A., Citarella, G., Evanschitzky, P., Birkner, R., Richter, R., Scherübl, T.:
Impact of Alternative Mask Stacks on the Imaging Performance at NA 1.20 and Above
Proceedings " SPIE Conference", 6730, 67301N1, 2007

- Pichler, P., Ryssel, H., Pei, L., Duscher, G., Windl, W.:
Characterization of the Pile-Up of As at the SiO₂/Si Interface
Proceedings "ESSDERC 2007", Eds.: D. Schmitt-Landsiedel, R. Thewes, Piscataway: IEEE, 267, 2007
- Pichler, P.:
Upcoming Challenges for Process Modeling
Simulation of Semiconductor Processes and Devices 2007, Eds.: T. Grasser, S. Selberherr, Wien: Springer, 81, 2007
- Rabe, U., Hirsekorn, S., Reinstädler, M., Sulzbach, T., Lehrer, C., Arnold, W.:
Influence of the Cantilever Holder on the Vibrations of AFM Cantilevers
Nanotechnology 18, 4, 044008, 2007
- Rambach, M., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
High Temperature Implantation of Aluminium in 4H Silicon Carbide
Materials Science Forum, 556 - 557, 587, 2007
- Rambach, M.:
Untersuchung von Ausheilverfahren für Aluminium-implantierte Schichten in 4H-Siliziumcarbid
Dissertation Universität Erlangen-Nürnberg, 2007
<http://www.opus.ub.uni-erlangen.de/opus/volltexte/2007/653/>
- Reimann, C., Friedrich, J., Müller, G., Würzner, S., Möller, H.J.:
Analysis of the Formation of SiC and Si₃N₄ Precipitates During Directional Solidification of Multicrystalline Silicon for Solar Cells
Proceedings "22nd European Photovoltaic Solar Energy Conference", 1073, 2007
- Roeder, G., Schneegans, M.:
Bessere Schichten
Bericht zum Workshop 2006 der GMM Fachgruppe 1.2.3 Abscheide- und Ätz-
- verfahren, GMM Mitgliederinformation, 1, 2007
- Rommel, M., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
Quantitative Oxide Charge Determination by Photocurrent Analysis
Microelectronics Reliability, 47, 673, 2007
- Rommel, M., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
Detailed Photocurrent Analysis of Iron Contaminated Boron Doped Silicon by Comparison of Simulation and Measurement
ECS Transactions 10, 1, "Analytical Techniques for Semiconductor Materials and Process Characterization V" (ALTECH 2007), 117, 2007
- Rommel, M.:
Photostrom-Spektroskopie von Silicium im Volumen und an der Grenzfläche zu Siliciumdioxid
Dissertation Universität Erlangen-Nürnberg, 2007
<http://www.opus.ub.uni-erlangen.de/opus/volltexte/2007/732/>
- Schermer, J., Pichler, P., Zechner, C., Lerch, W., Paul, S.:
On a Computationally Efficient Approach to Boron-Interstitial Clustering
Proceedings "ESSDERC 2007", Eds.: D. Schmitt-Landsiedel, R. Thewes, Piscataway: IEEE, 342, 2007
- Schmitt, H., Frey, L., Rommel, M., Lehrer, C., Ryssel, H.:
UV Nanoimprint Materials: Surface Energies, Residual Layers, and Imprint Quality
Journal of Vacuum Science and Technology B 25, 3, 785, 2007
- Steen, C., Pichler, P., Ryssel, H., Pei, L., Duscher, G., Werner, M., van den Berg, J.A., Windl, W.:
Characterization of the Segregation of Arsenic at the Interface SiO₂/Si
Proceedings "Materials Research Society Symposium" - "Semiconductor De-
- fect Engineering - Materials, Synthetic Structures and Devices II", Eds.: S. Ashok, P. Kiesel, J. Chevallier, T. Ogino, 994, 0994-F08-02, 2007
- Steen, C., Nutsch, A., Pichler, P., Ryssel, H.:
Characterization of the Impurity Profile at the SiO₂/Si Interface Using a Combination of Total Reflection X-Ray Fluorescence Spectrometry and Successive Etching of Silicon
Spectrochimica Acta Part B, 62, 481, 2007
- Steen, C., Martinez-Limia, A., Pichler, P., Ryssel, H., Pei, L., Duscher, G., Windl, W.:
Characterization of the Pile-Up of As at the SiO₂/Si Interface
Proceedings "37th European Solid-State Device Research Conference (ESSDERC) 2007", 267, 2007
- Sun, G., Meissner, E., Berwian, P., Müller, G., Friedrich, J.:
Study on the Kinetics of the Formation Reaction of GaN from Ga Solutions Under Ammonia Atmosphere
Journal of Crystal Growth, 305, 2, 326, 2007
- Tian, J., Reimann, T., Scherf, M., Li, D., Deboy, G., März, M., Petzoldt, J.:
Influences of Magnetic Inductance, Leakage Inductance and Saturable Inductance on an Active Clamp Forward Converter
Proceedings "12th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE) 2007", 104, 2007
- Tian, J., Petzoldt, J., Reimann, T., Scherf, M., Deboy, G., März, M., Berger, G.:
Generalized SPICE Compatible Envelope Model for Resonant Converters and Application in LLC Converters
Proceedings "12th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE) 2007", 106, 2007

Vizman, D., Watanabe, M., Friedrich, J., Müller, G.:

Influence of Different Types of Magnetic Fields on the Interface Shape in a 200mm Si-EMCZ Configuration
Proceedings "5th International Workshop on Modeling in Crystal Growth", IWMCG, Eds.: G. Müller, J. Friedrich, 221, 2007

Vizman, D., Watanabe, M., Friedrich, J., Müller, G.:

Influence of Different Types of Magnetic Fields on the Interface Shape in a 200mm Si-EMCZ Configuration
Journal of Crystal Growth, 303, 1, 221, 2007

Vizman, D., Friedrich, J., Müller, G.:
3D Time-Dependent Numerical Study of the Influence of the Melt Flow on the Interface Shape in a Silicon Ingot Casting Process

Journal of Crystal Growth, 303, 1, 231, 2007

Wunderwald, U.:

Beeinflussung des Wärme- und Stofftransports bei der Vertikal-Gradient-Freeze-Kristallzüchtung durch ein rotierendes Magnetfeld

Dissertation TU Bergakademie Freiberg, 2007

<https://fridolin.tu-freiberg.de/archiv/pdf/PhysikWunderwaldUlrike794246.pdf>

Vorträge Presentations

Asenov, A., Lorenz, J.:

Leakage and Leakage Variability in Nano-CMOS Devices
ESSDERC 2007 Workshop "Controlling Leakage Power in Nanometer CMOS"
Glasgow, UK
14. September 2007

Berberich, S.E., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
High Voltage 3D Capacitor
12th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE) 2007
Aalborg, Denmark
2. - 5. September 2007

Berwian, P., Knoke, I., Meissner, E., Hussy, S., Friedrich, J., Müller, G.:
Versetzungsätzen von GaN in NaOH / KOH-Schmelze
III-V DGKK Arbeitskreis
Freiberg
12. - 13. September 2007

Berwian, P., Kallinger, B., Friedrich, J.:
Materialaspekte bei der Herstellung von Hochleistungsbauelementen auf Basis von Siliciumcarbid
9. IISB Jahrestagung
IISB, Erlangen
4. Oktober 2007

Beuer, S., Yanev, V., Rommel, M., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
Electrical Characterization of Focused Ion Beam Induced Damage in Silicon by Scanning Spreading Resistance Microscopy
International Conference on Nano Science and Technology (ICN+T) 2007
Stockholm, Sweden
2. - 6. Juli 2007

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

33rd International Conference on Micro and Nano-Engineering (MNE) 2007
Copenhagen, Denmark
23. - 26. September 2007

Billmann, M.:

Thermal Shielding Techniques for Power Electronic Devices in High Temperature Applications
PCIM2007
Nürnberg
22. - 24. Mai 2007

Burenkov, A.:

WP5 - Application to Silicon Multi-Layer Structures and Analysis of Dopant Diffusion Anisotropy
ATOMICS Review Meeting
Dornstadt
13. März 2007

Burenkov, A.:

Simulation of CMOS Nanotransistors
3rd FORNEL Workshop on Nanoelectronics
IISB, Erlangen
27. März 2007

Dagner, J.:

Mehrskalenmodellierung gerichteter Erstarrungsprozesse von binären Legierungen
Hausseminar des Instituts für Materialphysik im Weltraum im DLR
Köln
17. April 2007

Dagner, J., Friedrich, J., Müller, G.:
Simulation of the Micro Structure Formation in Al-Si Alloys by Multi-scale Modeling of Directional Solidification
Solidification Processing 2007
Sheffield, UK
22. - 26. Juli 2007

Dagner, J., Friedrich, J., Müller, G.:
Numerical Study on the Prediction of Microstructure Parameters in Multi-

<p><i>scale Modeling of Directional Solidification of Binary Aluminium Silicium Alloys</i> EUROMAT 2007 Nürnberg 10. - 13. September 2007</p>	<p>25. Februar - 2. März 2007</p>	<p>Suess Microtec München 12. Dezember 2007</p>
<p>Dagner, J., Friedrich, J., Müller, G.: <i>Global Numerical Calculation of the Micro Structure in AlSi Alloys During Directional Solidification under Micro Gravity Conditions</i> 3rd International Symposium on Physical Sciences In Space (ISPS) 2007 Nara, Japan 22. - 26. Oktober 2007</p>	<p>Erdmann, A., Evanschitzky, P., Fühner, T.: <i>Simulation and Evaluation of Contact Hole Imaging for High Numerical Aperture Semiconductor Lithography</i> 3rd EOS Topical Meeting on Advanced Imaging Techniques Lille, France 11. - 14. September 2007</p>	<p>Erlbacher, T., Bauer, A.J., Ryssel, H.: <i>Hafnium Silicate as Control Oxide in Non-volatile Memories</i> Insulating Films on Dielectrics (INFOS) 2007 Athens, Greece 20. - 23. Juni 2007</p>
<p>Denisov, A.V., Hoyer, U., Friedrich, J., Molchanov, A.: <i>Influence of Different Pulling Rates on the Quality of Sapphire Ribbons Grown by the EFG Method</i> Gemeinsame Jahrestagung 2007 der DGK und DGKK Bremen 7. - 9. März 2007</p>	<p>Erdmann, A., Evanschitzky, P., Fühner, T., Schnattinger, T.: <i>Lithography Simulation</i> SEMICON Europa 2007 Stuttgart 9. - 11. Oktober 2007</p>	<p>Erlbacher, T., Jank, M.P.M., Frey, L., Sezi, R., Dehm, C., Walter, A., Engl, R., Bauer, A.J., Ryssel, H.: <i>Self-Aligned Growth of Organometallic Layers for Non-Volatile Memory Application</i> European Congress on Advanced Materials and Processes (EUROMAT) 2007 Nürnberg 10. - 13. September 2007</p>
<p>Denisov, A.V., Friedrich, J., Molchanov, A.: <i>Influence of Different Pulling Rates on the Quality of Sapphire Ribbons Grown by the EFG Method</i> Gemeinsame Jahrestagung 2007 der DGK und DGKK Bremen 7. - 9. März 2007</p>	<p>Erdmann, A.: <i>Evaluation of Mask Materials and Geometries by Lithography Simulation</i> IMS-Workshop Stuttgart 10. Oktober 2007</p>	<p>Evanschitzky, P., Shao, F., Erdmann, A., Reibold, D.: <i>Simulation of Larger Mask Areas Using the Waveguide Method with Fast Decomposition Technique</i> SPIE Photomask Technology 27th Annual Symposium (BACUS) 2007 Monterey, CA, USA 17. - 21. September 2007</p>
<p>Denisov, A.V., Friedrich, J., Molchanov, A.: <i>Influence of Different Pulling Rates on the Quality of Sapphire Ribbons Grown by the EFG Method</i> 15th International Conference on Crystal Growth (ICCG15) 2007 Salt Lake City, USA 12. - 17. August 2007</p>	<p>Erdmann, A.: <i>Simulation optischer Lithographieverfahren</i> IEEE Elektrotechnisches Kolloquium Friedrich-Alexander-Universität Erlangen 25. Oktober 2007</p>	<p>Evanschitzky, P., Shao, F.: <i>Fast Lithography Mask Simulation with Distributed Computing</i> Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Meßtechnik des LEB und des IISB IISB, Erlangen 19. November 2007</p>
<p>Erdmann, A.: <i>Optical Lithography: Technology, Physical Effects, and Mode</i> Vorlesung an der Universität Erlangen-Nürnberg Erlangen Wintersemester 2007</p>	<p>Erdmann, A.: <i>Evaluation of Mask Materials and Geometries by Lithography Simulation</i> 5th Workshop "Masks and More" IMS, Stuttgart 26. Oktober 2007</p>	<p>Fainberg, J., Ardelean, G., Friedrich, J.: <i>Entwicklung eines Ray-Tracing-Modells und Anwendung auf die Züchtung von optischen Kristallen</i> 5. Workshop des DGKK Arbeitskreises „Angewandte Simulation in der Kristallzüchtung“ Iphofen 24. - 26. April 2007</p>
<p>Erdmann, A., Fühner, T., Seifert, S., Popp, S., Evanschitzky, P.: <i>The Impact of the Mask Stack and its Optical Parameters on the Imaging Performance</i> SPIE Symposium on Microlithography San Jose, CA, USA</p>	<p>Erdmann, A.: <i>Simulation of Optical Lithography: Projection Printing, Proximity Printing and Interference Lithography</i> University of Gent Gent, Belgium 23. November 2007</p>	
	<p>Erdmann, A.: <i>Simulation of Optical Lithography</i></p>	

- Fainberg, J., Jung, T., Friedrich, J.:
CrysMas – eine 3D-Modellierung
KristMag Statusseminar
Berlin
18. - 20. Juni 2007
- Frickinger, J.:
SEMI Standards for Controlling Airborne Molecular Contamination in 300mm Semiconductor Manufacturing
SEA-NET MOSAIC Project Meeting at Dräger
Lübeck
13. März 2007
- Frickinger, J.:
Reinigung von Siliciumscheiben in der Halbleiterfertigung
Semicon Europa 2007
Stuttgart
8. Oktober 2007
- Frickinger, J.:
Test Methods for Particulate Contamination Control in Minienvironments
Semicon Europa 2007
Stuttgart
10. Oktober 2007
- Frickinger, J.:
Qualifizierung von Front Opening Unified Pods (FOUPs) in AMD's „Fab 36“
PRIMER Project Meeting at AMD
Dresden
22. Oktober 2007
- Frickinger, J.:
ANNA - Analytical Network for Nanotechnologies
Crystal Project Meeting at CEA-LETI
Grenoble, France
23. Oktober 2007
- Frickinger, J.:
Cleaning Efficiency of FOUP Cleaners and Cleanability of FOUPs and FOSBs
SEA-NET FABCLEAN Project Meeting at DMS
Radolfzell
19. November 2007
- Friedrich, J.:
VGF – Züchtung mit zeitlich veränderlichen Magnetfeldern: Bestimmung der optimalen Magnetfeldparameter mit numerischer Simulation
Kristallzuchtungsseminar am Institut für Kristallzüchtung
Berlin
18. April 2007
- Friedrich, J., Reimann, C., Würzner, S., Möller, H.-J.:
Analyse der Bildung von SiC und Si₃N₄ Präzipitaten während der gerichteten Erstarrung von multikristallinem Silicium für Solarzellen
Freiberger Silicon Days
Freiberg
13. - 15. Juni 2007
- Friedrich, J., Knoke, I., Hussy, S., Berwian, P., Meissner, E., Müller, G.:
Low Dislocation Density GaN-templates Grown by the Low-Pressure-Solution-Growth-Method
15th International Conference on Crystal Growth (ICCG15) 2007
Salt Lake City, USA
12. - 17. August 2007
- Friedrich, J., Fainberg, J., Jung, T., Müller, G.:
Towards Global 3D Modeling of Melt Growth Configurations
15th International Conference on Crystal Growth (ICCG15) 2007
Salt Lake City, USA
12. - 17. August 2007
- Friedrich, J.:
Kristallzüchtung von Silizium für die Photovoltaik
1. Technologietag Solar bei Schott Mainz
4. Oktober 2007
- Fühner, T., Schnattinger, T., Ardelean, G., Erdmann, A.:
Dr.LiTHO – a Development and Research Lithography Simulator
SPIE Symposium on Microlithography
San Jose, CA, USA
25. Februar - 2. März 2007
- Hussy, S., Berwian, P., Meissner, E., Friedrich, J., Müller, G.:
Low Dislocation Density GaN-templates Grown by the Low Pressure Solutions Growth Method
Conference on Solid State Crystals and 8th Polish Conference on Crystal Growth
Zakopane, Poland
20. - 24. Mai 2007
- Hussy, S., Berwian, P., Knoke, I., Meissner, E., Friedrich, J., Müller G.:
Flüssigphasenepitaxie von defektarmen GaN-Templates
9. IISB Jahrestagung
IISB, Erlangen
4. Oktober 2007
- Jank, M.:
Druckbare Elektronik
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Meßtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
17. Dezember 2007
- Jung, T., Friedrich, J.:
Kopplung verschiedener Softwareprogramme für die 3D-Simulation mit Hilfe von Orcan
5. Workshop des DGKK Arbeitskreises „Angewandte Simulation in der Kristallzüchtung“
Iphofen
24. - 26. April 2007
- Kallinger, B., Meissner, E., Berwian, P., Müller, G.:
Thermogravimetrische Untersuchungen zum Verdampfungsverhalten von GaN und Konsequenzen für dessen Gasphasenzüchtung
Gemeinsame Jahrestagung 2007 der DGK und der DGKK
Bremen
7. - 9. März 2007

- Kallinger, B.:
Bauelementrelevante Versetzungen in 4H-SiC
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Meßtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
21. Mai 2007
- Kallinger, B., Thomas, B., Berwian, P., Friedrich, J.:
Einfluß der Substratpräparation und Wachstumsparameter bei der Epitaxie auf den Versetzungshaushalt bei der 4 H-SiC-Homoepitaxie
6. SiC-Rundgespräch auf Kloster Banz Bad Staffelstein
3. Juli 2007
- Kallinger, B., Thomas, B., Berwian, P., Friedrich, J.:
Einfluß der Substratpräparation und Wachstumsparameter bei der Epitaxie auf den Versetzungshaushalt bei der 4 H-SiC-Homoepitaxie
III – V DGKK Arbeitskreis
Freiberg
12. - 13. September 2007
- Kallinger, B., Thomas, B., Berwian, P., Friedrich, J.:
Influence of Substrate Preparation and Epitaxial Growth Parameters on the Dislocation Densities in 4H-SiC Epitaxial Layers
International Conference on Silicon Carbide and Related Materials 2007
Otsu, Japan
14. - 19. Oktober 2007
- Knoke, I.A., Kallinger, B., Meissner, E., Friedrich, J., Strunk, H.P., Müller, G.:
Berechnung der Linienenergie von Versetzungen für hexagonale Halbleiter mit großer Bandlücke
Gemeinsame Jahrestagung 2007 der DGK und der DGKK
Bremen
7. - 9. März 2007
- Knoke, I.A., Hussy, S., Meissner, E., Friedrich, J., Strunk, H.P., Müller, G.:
Facettenwachstum und dessen Einfluß auf Versetzungen bei der LPE von GaN
Gemeinsame Jahrestagung 2007 der DGK und der DGKK
Bremen
7. - 9. März 2007
- Koitzsch, M.:
Virtual Equipment Engineering (VEE) – ein Konzept zur integrierten Entwicklung von Halbleiterfertigungsgeräten
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Meßtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
18. Juni 2007
- Körmer, R., Schmid, H.-J., Jank, M.P.M., Erlbacher, T., Ryssel, H., Peukert, W.:
Experimental and Numerical Investigations on the Synthesis of Silicon Nanoparticles
Partec 2007
Nürnberg
27. - 29. März 2007
- Kozłowska, M.:
Characterization of Thin Sputtered Layers
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Meßtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
5. Februar 2007
- Kozłowska, M.:
Characterization of RuO₂ and TaN Metal Gates Material Deposited on 200 nm Wafers in the TIMARIS System
SEA-NET General Assembly Meeting
IISB, Erlangen
30. Mai 2007
- Kozłowska, M.:
Properties of TaN Films Deposited in the Singulus Linear Dynamic Deposition PVD Equipment as a Gate Material
GMM Workshop
IISB, Erlangen
8. November 2007
- Kunder, D.:
Monte-Carlo Simulation von Ätzprozessen
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Meßtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
8. Januar 2007
- Kunder, D., Bär, E.:
Comparison of Different Methods for Simulating the Effect of Specular ion Reflection on Microtrenching During dry Etching of Polysilicon
33rd International Conference on Micro and Nano-Engineering (MNE) 2007
Copenhagen, Denmark
23. -26. September 2007
- Lorenz, J.:
Prozess- und Bauelementesimulation
Vorlesung an der Universität Erlangen-Nürnberg
Erlangen
Sommersemester 2007
- Lorenz, J.:
Nanoelectronics Technology Within Fraunhofer VμE
Cooperation Workshop "Fraunhofer and Carnot"
Berlin
15. - 16. Februar 2007
- Lorenz, J.:
Modeling and Simulation
ITRS Summer Conference
San Francisco, CA, USA
18. Juli 2007
- Lorenz, J.:
Nanoeffekte bei der Halbleiterprozesssimulation
Treffen Fraunhofer Verbund Nanotechnologie
IISB, Erlangen
30. November 2007

- Lorenz, J.:
Modeling and Simulation
ITRS Winter Conference
Makuhari, Japan
5. Dezember 2007
- Mao, M., Tchobanov, D., Li, D., März, M.:
Analysis and Design of a 1MHz LLC Resonant Converter with Coreless Transformer Driver
PCIM 2007
Shanghai, China
21. - 23. März 2007
- Martinez-Limia, A.:
Modellierung von Arsen Diffusion und Aktivierung in Silicium: Berücksichtigung von Segregations-, Ausscheidungs- und Clustering-Vorgängen
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Meßtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
7. Mai 2007
- Martinez-Limia, A., Steen, C., Pichler, P., Gupta, N., Windl, W., Paul, S., Lerch, W.:
Diffusion and Deactivation of As in Si: Combining Atomistic and Continuum Simulation Approaches
SISPAD 2007
Wien, Austria
25. - 27. September 2007
- Martinez-Limia, A., Pichler, P., Steen, C., Paul, S., Lerch, W.:
Modeling the Diffusion and Activation of Arsenic in Silicon Including Clustering and Precipitation
Conference "Gettering and Defect Engineering in Semiconductor Technology XII" (GADEST 2007)
Erice, Italy
14. - 19. Oktober 2007
- März, M.:
Automobilelektronik - Leistungselektronik
Vorlesung an der Universität Erlangen-Nürnberg
Erlangen
Sommersemester 2007
- März, M.:
Komponenten für die Autos von morgen
Schüler-Infotag "Realize your Visions" des Förderkreises Ingenieurstudium e.V.
Nürnberg
15. Februar 2007
- März, M.:
Systemintegration - eine Herausforderung für die Leistungselektronik
Tagung "Kompetenz Montage"
Fraunhofer IAO, Stuttgart
1. März 2007
- März, M.:
Special Aspects on Non-magnetic Current Sensing Techniques
ECPE Seminar "Sensors in Power Electronics"
Nürnberg
14. - 15. März 2007
- März, M.:
Mechatronische Integration von Hochleistungselektronik in Komponenten des Antriebsstrangs von Hybridfahrzeugen
Tagung "Neue Elektrische Antriebskonzepte für Hybridfahrzeuge"
Haus der Technik, München
20. - 21. März 2007
- März, M.:
Schlüsseltechnologie Leistungselektronik
SMT/Hybrid/Packaging Tutorial 23
Nürnberg
24. April 2007
- März, M.:
Leistungselektronik für Kraftfahrzeuge - Aspekte der Systemintegration und des Wärmemanagements
SMT-Hybrid-Packaging Tutorial 13: Elektronische Baugruppen unter erhöhter Temperaturbelastung
Nürnberg
24. April 2007
- März, M.:
Aspekte der Systemintegration und des Wärmemanagements bei Leiterplatten
SMT-Hybrid-Packaging Tutorial 23: Schlüsseltechnologie Leistungselektronik
Nürnberg
26. April 2007
- März, M.:
Aktive Elemente - Schalter
OTTI-Profiseminar "Getaktete Stromversorgungen"
Regensburg
8. Mai 2007
- März, M., Mourick, P., Billmann, M., Zeltner, S.:
Parasitäre Bauelemente und Oszillationen
Peak-Seminar
IISB, Erlangen
25. Juli 2007
- März, M.:
Mechatronics: Technology Choices for Automotive Applications
2nd International Conference "Automotive Power Electronics" (APE)
Paris, France
26. - 27. September 2007
- März, M.:
CO₂-Reduzierung durch Leistungselektronik am Beispiel Auto
9. IISB Jahrestagung
IISB, Erlangen
4. Oktober 2007
- März, M.:
Innovative Materialien und Komponenten für hochkompakte, systemintegrierbare Leistungselektronik
Kooperationsforum mit Fachausstellung "Leistungselektronik. Materialien - Komponenten - Systeme"
Nürnberg
9. Oktober 2007

- März, M.:
Leistungselektronik für Hybridfahrzeuge - Einflüsse von Bordnetztopologie und Traktionsspannungslage
Internationaler ETG Kongress 2007
"Hybridantriebstechnik - Energieeffiziente elektrische Antriebe"
Karlsruhe
24. Oktober 2007
- März, M.:
Entwärmung in hochintegrierten Systemen beherrschen
Audi Mechatronik Kolloquium
Ingolstadt
15. - 16. November 2007
- März, M.:
Ceramic Multilayer Capacitors in DC Link of Frequency Converters
ECPE Seminar "Passive Components in Power Electronics"
Nürnberg
22. - 23. November 2007
- Meißner, E.:
Eigenschaften von GaN-Substraten aus verschiedenen Herstellungsverfahren
Seminar am Institut für Optoelektronik
Universität Ulm
20. Februar 2007
- Meißner, E., Hussy, S., Berwian, P., Knoke, I., Friedrich, J., Müller, G.:
Reduction of the Dislocation Density in GaN during Low Pressure Solution Growth
5th International Workshop on Bulk Nitride-Semiconductors
Itaparica, Brasil
22. - 30. September 2007
- Meißner, E., Hussy, S., Berwian, P., Friedrich, J.:
Was macht die Herstellung von Galliumnitrid so schwierig?
9. IISB Jahrestagung
IISB, Erlangen
4. Oktober 2007
- Meliorisz, B.:
Kontakt- und Proximity Printing - Simulation und Anwendung
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Meßtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
16. Juli 2007
- Meliorisz B., Partel, S., Schnattinger, T., Fühner, T., Erdmann, A., Hudek, P.:
Investigation of High Resolution Contact Printing
33rd International Conference on Micro- and Nano-Engineering (MNE) 2007
Copenhagen, Denmark
23. - 26. September 2007
- Müller, G.:
Kristalle – faszinierende Werkstoffe für die Elektrotechnik
50 Jahre Elektronikwerkstoffe in Freiberg
Freiberg
8. März 2007
- Müller, G.:
The Czochralski Method – Where are We 90 Years after Jan Czochralski's Invention?
Conference on Solid State Crystals and 8th Polish Conference on Crystal Growth
Zakopane, Poland
20. - 24. Mai 2007
- Nutsch, A.:
Chemical Mechanical Planarization (CMP) Metrology for 45/32 nm Technology Generations
Frontiers of Characterization and Metrology for Nanoelectronics
Gaithersburg, MA, USA
27. - 29. März 2007
- Nutsch, A.:
Detection and Review of Crystal Originated Surface and Sub-Surface Defects on Bare Silicon
- IEEE International Symposium on Semiconductor Manufacturing 2007, ISSM 2007
Santa Clara, CA, USA
15. - 17. Oktober 2007
- Nutsch, A.:
Detection and Characterization of Defects and Flatness Variations on Wafers
4th ISMI Symposium on Manufacturing Effectiveness
Austin, TX, USA
24. - 25. Oktober 2007
- Nutsch, A., Otto, M., Pfitzner, L.:
Control of Flatness for Chemical Mechanical Planarization
International Conference on Planarization Technology (ICPT)
Dresden
25. - 26. Oktober 2007
- Nutsch, A.:
Flatness Measurement on Patterned Wafers
GMM Workshop - New Developments and Process Optimization in Deposition and Etching
IISB, Erlangen
8. November 2007
- Nutsch, A.:
Particle Monitoring for Equipment Qualification
GMM 8th Yield Enhancement User Group Meeting
Renesas, Landshut
19. - 20. November 2007
- Nutsch, A.:
Characterization of Semiconductor Surfaces by Optical Techniques
ANNA Workshop "Analytical Techniques Applied to Semiconductors"
München
29. November 2007
- Nutsch, A., Roeder, G.:
Optical Techniques for Semiconductor Surface Characterization

- ANNA Workshop "Analytical Techniques Applied to Semiconductors"
München
29. November 2007
- Öchsner, R.:
Adapter Plate
SEA-NET Workshop
Grenoble, France
18. Januar 2007
- Öchsner, R.:
Overview Status SEA-NET
SEA-NET General Assembly
Grenoble, France
19. Januar 2007
- Öchsner, R.:
Overview Status SP Management
SEA-NET Review Meeting
München
27. Februar 2007
- Öchsner, R.:
Overview Status SP Joint R&D
SEA-NET Review Meeting
München
28. Februar 2007
- Öchsner, R.:
Overview Status SEA-NET
SEA-NET General Assembly
Erlangen
30. Mai 2007
- Öchsner, R.:
E-learning for Semiconductor Manufacturing
SEA-NET Workshop
Erlangen
30. Mai 2007
- Öchsner, R.:
Semiconductor Equipment Assessment for NanoElectronic Technologies (SEA-NET)
SEA-NET Workshop
Stuttgart
10. Oktober 2007
- Öchsner, R.:
Overview Status SEA-NET
SEA-NET General Assembly
Stuttgart
10. Oktober 2007
- Otto, M.:
Investigating Sub-Surface Contamination and Wafer Surface Analysis
ATMI Technical Symposium
Dresden
27. September 2007
- Otto, M.:
Überwachungssysteme für AMC (Airborne Molecular Contamination) in HL-Fertigungsumgebungen
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Meßtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
10. Dezember 2007
- Petersen, S., Beuer, S., Yanev, V., Rommel, M., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
Electrical Characterization of Low Dose Focused Ion Beam Induced Damage in Silicon by Scanning Spreading Resistance Microscopy
11th European FIB Users Group Meeting (EFUG) 2007
Arcachon, France
8. Oktober 2007
- Pfeffer, M.:
Interfaces and Standards for Equipment SEA-NET Workshop
Grenoble, France
18. Januar 2007
- Pfeffer, M.:
Discrete Event Simulation
SEA-NET Workshop
IISB, Erlangen
30. Mai 2007
- Pfeffer, M.:
Kontaktlose Schichtwiderstandsmessung mit der Surface-Photo-Voltage-Methode
- Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Meßtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
11. Juni 2007
- Pfitzner, L.:
Technik der Halbleiterfertigungsgeräte
Vorlesung an der Universität Erlangen-Nürnberg
Erlangen
Wintersemester 2007
- Pfitzner, L.:
Seminar "Verbindung von Wirtschaft und Wissenschaft in der HL-Technologie"
Kolloquium an der Universität der Bundeswehr
München
11. Januar 2007
- Pfitzner, L.:
Semiconductor Equipment Assessment for NanoElectronic Technologies (SEA-NET)
Photonics Workshop
Brussels, Belgium
6. März 2007
- Pfitzner, L.:
Semiconductor Equipment Assessment for NanoElectronic Technologies (SEA-NET)
Japan – EU Promotion Workshop of Collaborative Research
Tokyo, Japan
26. März 2007
- Pfitzner, L.:
Yield Enhancement – International Technical Working Group
ITRS Spring Conference
Annecy, France
23. April 2007
- Pfitzner, L.:
Semiconductor Equipment Assessment for NanoElectronic Technologies (SEA-NET) with Focus on Thin Layer Technologies

INFOS 2007 Athens, Greece 20. - 23. Juni 2007	Philipsen, V., Mesuda, K., De Bisschop, P., Erdmann, A., Citarella, G., Evanschitzky, P., Birkner, R., Richter, R., Scherübl, T.: <i>Impact of Alternative Mask Stacks on the Imaging Performance at NA 1.20 and Above</i> SPIE Photomask Technology 27 th Annual Symposium (BACUS) 2007 Monterey, CA, USA 17. - 21. September 2007	IISB, Erlangen 11. Mai 2007
Pfitzner, L.: <i>Yield Enhancement – International Technical Working Group</i> ITRS Summer Conference San Francisco, CA, USA 18. Juli 2007	Philipsen, V., De Bisschop, P., Erdmann, A., Citarella, G., Evanschitzky, P.: <i>On the Validity of 3-D Mask Simulations</i> 5 th IISB Lithography Simulation Workshop Hersbruck 28. - 30. September 2007	Pichler, P.: <i>Defects and Dopant Diffusion in Silicon</i> Freiberger Silicon Days TU Bergakademie Freiberg 14. Juni 2007
Pfitzner, L.: <i>History and Perspective of Collaboration of Fraunhofer-IISB with Russian Industry and Academia</i> EU-Russia Stakeholders Meeting on Components and Systems Moscow, Russia 25. - 26. September 2007	Pichler, P.: <i>Zuverlässigkeit und Fehleranalyse integrierter Schaltungen</i> Vorlesung an der Universität Erlangen-Nürnberg Erlangen Wintersemester 2007	Pichler, P., Windl, W.: <i>Stress and Strain Effects in Front-End Processing</i> Conference on "Insulating Films on Semiconductors (INFOS 2007)", Tutorial Session on "Impact of Strain and Defects on CMOS Process and Device Performance" Glyfada, Greece 20. Juni 2007
Pfitzner, L., Nutsch, A., Roeder, G., Schellenberger, M.: <i>Process Optimization by Means of Integrated Monitoring Tools in the Semiconductor Industry</i> 212 th ECS Meeting Washington, DC, USA 7. - 12. Oktober 2007	Pichler, P.: <i>Boron Diffusion in Silicon</i> 4 th SUGERT Partners' Meeting Agrate Brianza, Italy 31. Januar 2007	Pichler, P.: <i>Upcoming Challenges for Process Modeling</i> SISPAD 2007 Wien, Austria 25. - 27. September 2007
Pfitzner, L.: <i>The ITRS Roadmap & Environment, Safety, Health Issues</i> IMS - 2 nd Europe-Japan Collaborative R&D Workshop Zurich, Switzerland 14. November 2007	Pichler, P.: <i>Project Overview and Management</i> ATOMICS Review Meeting Dornstadt 13. März 2007	Rambach, M.: <i>Untersuchung von Ausheilverfahren für Aluminium-implantierte Schichten in 4H-Siliciumcarbid</i> Promotionsvortrag IISB, Erlangen 18. Mai 2007
Pfitzner, L.: <i>R&D for Metrology within SEA-NET</i> ANNA Workshop München 29. November 2007	Pichler, P.: <i>The ATOMICS Project - Summary</i> ATOMICS Review Meeting Dornstadt 13. März 2007	Rambach, M.: <i>Technologie für SiC-Bauelemente</i> 9. IISB Jahrestagung IISB, Erlangen 4. Oktober 2007
Pfitzner, L.: <i>Yield Enhancement – International Technical Working Group</i> ITRS Winter Conference Tokyo, Japan 5. Dezember 2007	Pichler, P.: <i>Implantation in Germanium: Zukünftige Anforderungen?</i> 37. Treffen der Nutzergruppe Ionenimplantation	Reibold, D., Erdmann, A., Bubke, K., Pierrat C.: <i>Extraordinary High Transmission Effects - Can We Exploit Them to Make Better Masks?</i> 5 th IISB Lithography Simulation Workshop Hersbruck 28. - 30. September 2007

- Reimann, C., Friedrich, J., Müller, G.:
Analysis of the Formation of SiC and Si₃N₄ Precipitates During Directional Solidification of Multicrystalline Silicon for Solar Cells
Gemeinsame Jahrestagung 2007 der DGK und der DGKK
Bremen
7. - 9. März 2007
- Reimann, C., Friedrich, J., Müller, G., Würzner, S., Möller, H.J.:
Precipitate Formation During Directional Solidification of Solar Silicon
15th International Conference on Crystal Growth (ICCG15) 2007
Salt Lake City, USA
12. - 17. August 2007
- Reimann, C., Friedrich, J., Müller, G., Würzner, S., Möller, H.J.:
Analysis of the Formation of SiC and Si₃N₄ Precipitates During Directional Solidification of Multi-crystalline Silicon
2nd European Photovoltaic Solar Energy Conference (EU PVSEC) 2007
Milano, Italy
2. - 8. September 2007
- Reimann, C.:
Herausforderungen bei der Herstellung von multikristallinen Silicium-Blöcken für die Photovoltaik - Vermeidung von Ausscheidungen
9. IISB Jahrestagung
IISB, Erlangen
4. Oktober 2007
- Roeder, G., Manke, C., Baumann, P., 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
4th International Conference on Spectroscopic Ellipsometry
Stockholm, Sweden
11. - 15. Juni 2007
- Roeder, G., Manke, C., Baumann, P.K., Gschwandtner, A., Petrik, P., Schellenberger, M., Pfitzner, L., Ryssel, H.:
Characterization of Ruthenium and Rutheniumoxide Thin Films Prepared by Atomic Vapor Deposition
4th International Conference on Spectroscopic Ellipsometry
Stockholm, Sweden
11. - 15. Juni 2007
- Roeder, G., Schellenberger, M., Pfitzner, L., Ryssel, H., Baumann, P., Manke, C., Ruhl, G., Gschwandtner, A.:
Deposition and Characterization of Ruthenium Prepared by Pulsed MOCVD
Workshop 2007 der GMM Fachgruppe 1.2.3 Abscheide- und Ätzverfahren
IISB, Erlangen
8. November 2007
- Rommel, M.:
Quantitative Determination of Oxide Charge and Interface State Density by Photocurrent Analysis
3rd FORNEL Workshop on Nanoelectronics
IISB, Erlangen
27. März 2007
- Rommel, M.:
Status and Work Progress on ELYMOS Method
PULLNANO General Meeting
Paris, France
2. - 3. April 2007
- Rommel, M.:
Photostrom-Spektroskopie von Silicium zur Charakterisierung von Isolator/Silicium-Strukturen
Physikalisches Kolloquium
TU Bergakademie, Freiberg
18. April 2007
- Rommel, M.:
Quantitative Determination of Interface State Density and Insulator Charge by a Photocurrent Spectroscopy Method
21. Treffen der Nutzergruppe RTP
IISB, Erlangen
10. Mai 2007
- Rommel, M.:
Photostrom-Spektroskopie von Silicium im Volumen und an der Grenzfläche zu Siliciumdioxid
Promotionsvortrag
IISB, Erlangen
28. September 2007
- Rommel, M.:
Quantitative Determination of Oxide Charge and Interface State Density by Photocurrent
3rd FORNEL Workshop on Nanoelectronics
IISB, Erlangen
27. März 2007
- Rommel, M., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
Detailed Photocurrent Analysis of Iron Contaminated Boron Doped Silicon by Comparison of Simulation and Measurement
ECS Satellite Symposium "Analytical Techniques for Semiconductor Materials and Process Characterization V (ALTECH)" 2007
München
13. - 14. September 2007
- Ryssel, H.:
Halbleiter- und Bauelementemeßtechnik
Vorlesung an der Universität Erlangen-Nürnberg
Erlangen
Sommersemester 2007
- Ryssel, H.:
Halbleiterbauelemente
Vorlesung an der Universität Erlangen-Nürnberg
Erlangen
Sommersemester 2007
- Ryssel, H.:
Prozessintegration und Bauelementearchitekturen
Vorlesung an der Universität Erlangen-

Nürnberg Erlangen Sommersemester 2007	Erlanger Techniktage für Nicht-Techniker IISB, Erlangen 26. März 2007	Schellenberger, M., Pfitzner, L., Schröder-Heber, A., Nutsch, A.: <i>Metrology for Quality Control in Semiconductor Manufacturing at 45nm and Below</i> 5 th Leibniz-Conference of Advanced Science, Nanoscience 2007 Lichtenwalde 18. - 20. Oktober 2007
Ryssel, H.: <i>Nanoelektronik</i> Vorlesung an der Universität Erlangen-Nürnberg Erlangen Sommersemester 2007	Ryssel, H.: <i>"Fraunhofer" in Freiberg</i> Festakt der Universitätsstadt Freiberg "Vom Silber zum Silicium - 50 Jahre Elektronikwerkstoffe aus Freiberg" Freiberg 29. März 2007	Schermer, J., Pichler, P., Zechner, C., Lerch, W., Paul, S.: <i>On a Computationally Efficient Approach to Boron-Interstitial Clustering</i> ESSDERC 2007 München 11. - 13. September 2007
Ryssel, H.: <i>Prozeßintegration und Bauelementearchitekturen</i> Vorlesung an der Universität Erlangen-Nürnberg Erlangen Wintersemester 2007	Ryssel, H.: <i>Neue Bauelementearchitekturen</i> 37. Treffen der Nutzergruppe Ionenimplantation IISB, Erlangen 11. Mai 2007	Schirra, M., Feneberg, M., Prinz, G.M., Sauer, R., Thonke, K., Wunderer, T., Brückner, P., Scholz, F., Chuvilin, A., Kaiser, U., Knoke, I., Meissner, E.: <i>The 3.3eV Band in GaN: Correlation with Defects by CL and TEM Studies</i> 7 th International Conference of Nitride Semiconductors (ICNS7) Las Vegas, USA 16. - 21. September 2007
Ryssel, H.: <i>Ionenimplantation</i> Vorlesung an der Universität Erlangen-Nürnberg Erlangen Wintersemester 2007	Ryssel, H.: <i>Moore's Law: Wie geht es mit Materialien und Bauelementen für die Nanoelektronik weiter?</i> 31. Tag der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik Universität Erlangen-Nürnberg 6. Juni 2007	Schmitt, H.: <i>Optimization of the Quartz Template Fabrication for UV Nanoimprint Lithography</i> 3 rd FORNEL Workshop on Nanoelectronics IISB, Erlangen 27. März 2007
Ryssel, H.: <i>Produktion in der Elektrotechnik</i> Vorlesung an der Universität Erlangen-Nürnberg Erlangen Wintersemester 2007	Ryssel, H.: <i>Silicon Technology</i> Indo-German Winter Academy 2007 Guwahati, Indien 13. - 19. Dezember 2007	Schmitt, H., Zeidler, M., Rommel, M., Bauer, A.J., Ryssel, H.: <i>Custom-Specific UV Nanoimprint Templates and Lifetime of Antisticking Layers</i> 33 rd International Conference on Micro and Nano-Engineering (MNE) 2007 Copenhagen, Denmark 23. - 26. September 2007
Ryssel, H.: <i>Technologie Integrierter Schaltungen</i> Vorlesung an der Universität Erlangen-Nürnberg Erlangen Wintersemester 2007	Schellenberger, M., Moyne, J., van Herk, J.: <i>General Introduction of APC</i> 8 th European AEC/APC Conference Dresden 18. - 20. April 2007	Schnattinger, T.: <i>Discrete and Continuous Simulation of Photoresist Processing</i>
Ryssel, H.: <i>Halbleiterbauelemente</i> Vorlesung an der Universität Erlangen-Nürnberg Erlangen Wintersemester 2007	Schellenberger, M., Pfitzner, L., Öchsner, R.: <i>Semiconductor Equipment Assessment for NanoElectronicTechnologies (SEA-NET) - an "Integrated Project" in the 6th EU Framework Program</i> 8 th European AEC/APC Conference Dresden 18. - 20. April 2007	
Ryssel, H.: <i>Mikro- und Nanotelektronik - Schlüsseltechnologie unserer Zeit</i>		

- 5th IISB Lithography Simulation Workshop
Hersbruck
28. - 30. September 2007
- Schnattinger, T.:
Mesoscopic Simulation of Photoresist Processing in Optical Lithography
Promotionsvortrag
IISB, Erlangen
23. November 2007
- Schöpka, U.:
Advanced Process Control SEA-NET
SEA-NET Workshop
IISB, Erlangen
30. Mai 2007
- Schröder-Heber, A.:
Charakterisierung der Versiegelung von Ultra-Low-K-Schichten
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Meßtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
22. Januar 2007
- Schröder-Heber, A., Scheuermann, M., Schellenberger, M., Pfitzner, L., Ostrovsky, A., Delepote, A., Broussous, L., Delsol, R.:
Approaches for In-line Characterization of Sealed Ultra Low-k Layer Stacks
8th European Advanced Equipment Control/Advanced Process Control (AEC/APC) Conference 2007
Dresden
18. - 20. April 2007
- Shao, F., Evanschitzky, P.:
Simulation of Larger Mask Areas Using the Waveguide Method with a Fast Decomposition Technique
5th IISB Lithography Simulation Workshop
Hersbruck
28. - 30. September 2007
- Steen, C., Pichler, P., Ryssel, H., Pei, L., Suscher, G., Werner, M., van den Berg, J.A., Windl, W.:
Characterization of the Segregation of Arsenic at the Interface SiO₂/Si
ESSDERC 2007
München
11. - 13. September 2007
- Steen, C.:
Verteilung und Segregation von Dotieratomen an der Grenzfläche Silicium-Siliciumdioxid
Gemeinsames Kolloquium zur Halbleitertechnologie und Meßtechnik des LEB und des IISB
IISB, Erlangen
5. November 2007
- Tian, J.:
Influences of Magnetic Inductance, Leakage Inductance and Saturable Inductance on an Active Clamp Forward Converter
12th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE) 2007
Aalborg, Denmark
2. - 5. September 2007
- Vizman, D., Watanabe, M., Friedrich, J.:
Numerical Simulation of Oxygen Transport in a 200mm Si-EMCZ Configuration
15th International Conference on Crystal Growth (ICCG15) 2007
Salt Lake City, USA
12. - 17. August 2007
- Wunderwald, U., Bellmann, M., Pätzold, O., Stelter, M.:
Beeinflussung der Transportprozesse in der Schmelze bei der VGF-Kristallzucht durch ein rotierendes Magnetfeld
Gemeinsame Jahrestagung 2007 der DGK und der DGKK
Bremen
7. - 9. März 2007
- Wunderwald, U.:
Technologiezentrum Halbmaterialeien Freiberg
CDU-Mittelstandsinitiative in Sachsen bei der Deutschen Solar
Freiberg
6. Dezember 2007
- Yanev, V., Rommel, M.:
TUNA als sensitive Technik für die elektrische Charakterisierung von Hoch-epsilon-Schichten auf der Nanometerskala
Treffen der GMM-Nutzergruppe Analytik
Dresden
15. März 2007
- Yanev, V., Paskaleva, A., Weinreich, W., Lemberger, M., Petersen, S., Rommel, M., Bauer, A.J., Ryssel, H.:
Verification of Grain Boundaries in Annealed Thin ZrO₂ Films by Electrical AFM Technique
E-MRS Fall Meeting 2007, Symposium J: Microscopy and Spectroscopy Techniques in Advanced Materials Characterization
Warsaw, Poland
17. - 21. September 2007
- Zschorsch, M.:
Grundmaterialherstellung für die Photovoltaik - Schwerpunkt Kristallzüchtung
9. IISB Jahrestagung
IISB, Erlangen
4. Oktober 2007
- Zschorsch, M.:
Untersuchung von Sauerstoffausscheidungen in Hoch-Bor-dotiertem Silicium
Promotionsvortrag
TU Freiberg
14. Dezember 2007

**Studienarbeiten
Theses**

Azizi, M.
Untersuchung des Einsatzes eines verbesserten Gasspülungssystems beim gerichteten Erstarren von multikristallinen Siliciumblöcken für die Anwendung in der Photovoltaikindustrie
Betreuer: Thomas Jung

Janke, O.
Entwicklung von Simulationsmodellen für die Komponenten im Antriebstrang eines Brennstoffzellenfahrzeugs
Betreuer: Bernd Eckardt, Martin März, Heiner Ryssel

Lunz, B.
Thermische Impedanz von Leistungshalbleiter-Bauelementen
Betreuer: Martin März, Heiner Ryssel

Polster, S.
Bestimmung der Kornorientierung senkrecht zur Wachstumsrichtung in multikristallinem Silicium mit Hilfe von Ätzen
Betreuer: Bernd Eckardt, Martin März

Seidner, S.
Optimierung, Erweiterung und Test eines Solarzellenmeßplatzes
Betreuer: Tobias Dirnecker, Mikhail Lazarev, Mathias Rommel, Heiner Ryssel

Thiemann, S.
Untersuchungen zur Herstellung metallischer Gateelektroden mittels MOCVD und deren elektrische Charakterisierung
Betreuer: Martin Lemberger, Heiner Ryssel

Tratz, M.
Entwicklung einer Software für die U/f-Steuerung eines Elektromotors
Betreuer: Konrad Domes, Martin März, Heiner Ryssel

Vieweg, B.
Transmissionselektronenmikroskopische Untersuchungen zum Bildungsprozeß des Chalkopyrits $Cu_{(1-x)}Ga_x(Se_{1-y})_2$ beim Stacked Elemental Layer Verfahren
Betreuer: Isabel Knoke

Wolf, M.
Inbetriebnahme eines Prototypgerätes zur Charakterisierung von Isolator/Silicium-Strukturen mittels eines Photostromverfahrens
Betreuer: Mathias Rommel, Heiner Ryssel

**Diplomarbeiten
Diploma Theses**

Arens, M.
Berechnung des konvektiven Stofftransports bei der gerichteten Erstarrung von Solarsilicium
Betreuer: Thomas Jung

Contras, T.
Performance Comparison Fluent-Sthamas3D-CrysMas3D-OpenFOAM Crystal Growth 3D Modeling Software
Betreuer: Thomas Jung

Faina, B.
Growth of GaN Crystals from a Ga-Bi Solution
Betreuer: Elke Meißner

Graf, T.
Hafniumsilikat als Steueroxid in nicht-flüchtigen Speicherzellen
Betreuer: Tobias Erlbacher, Heiner Ryssel

Güntner, J.
Entwicklung einer intelligenten Meßeinschubkarte für einen modular aufgebauten aktiven Lastwechsellaster
Betreuer: Florian Koller, Martin März, Heiner Ryssel

Hippeli, J.
Hochfrequenz-Charakterisierung von Silicium-Carbid-Sperrschicht-Feldeffekt-Transistoren (SiC-JFET) und ihre Anwendung in Gegentaktoszillatoren bei 13MHz
Betreuer: Martin März, Heiner Ryssel, Lorenz-Peter Schmidt (LHFT), Siegfried Martius (LHFT)

Hofmann, F.
Bestimmung der Leitungsmechanismen in Silicium-Nanopartikel-Netzwerken
Betreuer: Sabine Walther, Michael Jank, Heiner Ryssel

Ryssel, M.
Geschichte der Halbleiterelektronik
Betreuer: Tobias Dirnecker, Michael Jank, Heiner Ryssel

Schwarzmann, H.
Entwicklung eines piezoelektrischen Transformators zur Versorgung von MOS/IGBT-High-Side-Schaltern
Betreuer: Sven Berberich, Reinhold Waller, Heiner Ryssel

**Projektarbeiten
Project Theses**

Gasßner, O.
Auslegung der elektrischen Antriebseinheit für ein Hybridfahrzeug
Betreuer: Bernd Eckardt, Martin März, Heiner Ryssel, Stephan Tremmel (KTmfk), Harald Meerkamm (KTmfk)

Most, T.
Wickelsysteme - Marktübersicht und Trendanalyse
Betreuer: Michael Jank, Heiner Ryssel, Andreas Dobroschke (FAPS), Klaus Feldmann (FAPS)


Müller, B.
Untersuchungen zum Umspritzen von elektronischen Komponenten hoher Wärmekapazität mit thermisch leitfähig gefüllten Kunststoffen

Betreuer: Bernd Eckardt, Heiner Ryssel,
Simon Amesöder (LKT), Ernst Schmach-
tenberg (LKT)

Wenger, M.

*Untersuchungen zum Sintern von Sil-
ber-Nanopulvern als Verbindungstech-
nik in der Leistungselektronik*

Betreuer: Martin März, Heiner Ryssel,
Michael Rösch (FAPS), Klaus Feldmann
(FAPS)



Kontakt und weitere Informationen
Contact and Further Information

Öffentlichkeitsarbeit
Public Relations

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

Technologiesimulation
Technology Simulation

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

**Halbleiterfertigungsgeräte und
-methoden**
**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

Technologie
Technology

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

Kristallzüchtung
Crystal Growth

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

Leistungselektronische Systeme
Power Electronic Systems

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