



2017

JAHRESBERICHT
ANNUAL REPORT



Fraunhofer IPMS is part of the



Quality Management

ISO 9001

www.dekraseal.com



**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR
PHOTONISCHE MIKROSYSTEME IPMS**

Anschrift: Maria-Reiche-Straße 2,
01109 Dresden
Telefon: +49 351 / 88 23 - 0
Fax: +49 351 / 88 23 - 266
E-Mail: info@ipms.fraunhofer.de
Internet: www.ipms.fraunhofer.de

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR PHOTONISCHE
MIKROSYSTEME IPMS – CENTER
NANOELECTRONIC TECHNOLOGIES CNT**

Anschrift: Königsbrücker Str. 178,
01099 Dresden
Telefon: +49 351 / 26 07 - 3004
Fax: +49 351 / 26 07 - 3005
E-Mail: info@ipms.fraunhofer.de
Internet: www.ipms.fraunhofer.de

**FRAUNHOFER IPMS – INSTITUTSTEIL
INTEGRATED SILICON SYSTEMS ISS**

Anschrift: Fraunhofer IPMS an der
BTU Cottbus-Senftenberg
Postfach 10 13 44
03046 Cottbus
Telefon: +49 355 / 69 24 83
E-Mail: info@ipms.fraunhofer.de
Internet: www.ipms.fraunhofer.de

**FRAUNHOFER-PROJEKTZENTRUM
MIKROELEKTRONISCHE/OPTISCHE SYSTEME FÜR DIE
BIOMEDIZIN**

Anschrift: Herman-Hollerith-Str. 3
99099 Erfurt
E-Mail: michael.scholles@ipms.fraunhofer.de

**FRAUNHOFER INSTITUTES FOR
PHOTONIC MICROSYSTEMS IPMS**

Address: Maria-Reiche-Strasse 2,
01109 Dresden, Germany
Phone: +49 351 / 88 23 - 0
Fax: +49 351 / 88 23 - 266
E-mail: info@ipms.fraunhofer.de
Internet: www.ipms.fraunhofer.de/en

**FRAUNHOFER INSTITUTES FOR PHOTONIC
MICROSYSTEMS IPMS – CENTER
NANOELECTRONIC TECHNOLOGIES CNT**

Address: Königsbrücker Str. 178,
01099 Dresden, Germany
Phone: +49 351 / 26 07 - 3004
Fax: +49 351 / 26 07 - 3005
E-mail: info@ipms.fraunhofer.de
Internet: www.ipms.fraunhofer.de/en

**FRAUNHOFER IPMS – BRANCH
INTEGRATED SILICON SYSTEMS ISS**

Address: Fraunhofer IPMS at
BTU Cottbus-Senftenberg
P.O. Box 10 13 44
03046 Cottbus, Germany
Phone: +49 355 / 69 24 83
E-mail: info@ipms.fraunhofer.de
Internet: www.ipms.fraunhofer.de/en

**FRAUNHOFER PROJECT CENTER
MICROELECTRONIC/OPTICAL SYSTEMS FOR
BIOMEDICINE**

Address: Herman-Hollerith-Str. 3
99099 Erfurt
E-mail: michael.scholles@ipms.fraunhofer.de



Prof. Dr. Hubert Lakner

FOREWORD

Dear Readers, Friends and Partners of the Fraunhofer Institute for Photonic Microsystems,

Celebrating our 25th anniversary in 2017, the year provided a special opportunity to review past milestones and set new goals. Founded as Fraunhofer IMS Dresden in 1992 and becoming the independent Fraunhofer Institute of Photonic Microsystems (IPMS) in 2003, we have offered applied research of excellence in the fields of microelectronics and microsystems technology for almost three decades. Starting with an operating budget equivalent to seven million euros and approximately 120 employees, we have seen our budget reach 39 million euros and our staff grow to 314 professional workers. This success would not have been possible without the many years of strategic partnerships with our key customers. We have again achieved a positive annual result with business contracts, once again, contributing just under half of our overall operating budget.

Throughout 2017, we set numerous courses to further drive the scientific and economic success of the institute. Above all, this includes the official launch of the Research Factory Microelectronics Germany (FMD) collaboration. Together with two institutes of the Leibniz Association, eleven institutes of the Fraunhofer Group for Microelectronics have developed a concept for a multi-site factory for micro- and nanoelectronics aimed at strengthening the position of the European semiconductor and electronics industry in global competition. Thematically and logistically related processes and infrastructures are combined, organized and further developed across institute boundaries. This allows member institutes to jointly serve all technology areas

VORWORT

Liebe Leserinnen, liebe Leser, liebe Freunde und Partner des Fraunhofer-Instituts für Photonische Mikrosysteme,

das Jahr 2017 gab Anlass zu Rückschau und Ausblick. So feierten wir das 25-jährige Bestehen des Instituts. Im Jahr 1992 als Fraunhofer IMS Dresden gegründet und seit Anfang 2003 als Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme unabhängig, bieten wir seit nunmehr 25 Jahren angewandte Spitzenforschung auf den Gebieten der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik. Ausgehend von umgerechnet sieben Millionen Euro Betriebshaushalt und ca. 120 Mitarbeitenden im Jahr 1992 konnten wir diese Zahlen bis heute auf 39 Millionen Euro bzw. 314 Mitarbeitende um ein Vielfaches steigern. Dieser Erfolg hätte sich ohne langjährige strategische Partnerschaften mit unseren Schlüsselkunden nicht eingestellt. Auch im vergangenen Jahr steuerten Aufträge aus der Wirtschaft wieder knapp die Hälfte des operativen Betriebshaushalts bei. So erreichten wir erneut ein positives Jahresergebnis.

Gleichzeitig haben wir im Laufe des Jahres 2017 zahlreiche Weichen für den weiteren wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Erfolg des Instituts gestellt. Dazu zählt allen voran der offizielle Start der »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD)«. Um die Position der europäischen Halbleiter- und Elektronikindustrie im globalen Wettbewerb zu stärken, haben elf Institute des Fraunhofer-Verbands Mikroelektronik gemeinsam mit zwei Instituten der Leibniz-Gemeinschaft ein Konzept für eine standortübergreifende Forschungsfabrik für Mikro- und Nanoelektronik erarbeitet. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützt die dazu nötigen Investitionen mit insgesamt 350 Millionen Euro. Davon entfallen allein 63 Millionen auf die beiden Renräume des Fraunhofer IPMS. Thematisch und logistisch zusammengehörende Prozesse und Infrastrukturen



Prof. Dr. Harald Schenk

werden über Institutsgrenzen hinweg zusammengefasst, organisiert und weiterentwickelt. So können die Mitgliedsinstitute gemeinsam alle Technologiebereiche bedienen, die für die Erforschung, Entwicklung und (Pilot-)Fertigung von Mikro- und Nanosystemen essentiell sind. Im Fraunhofer IPMS werden diese Aktivitäten begleitet vom Abschluss der Arbeiten zur Umstellung unseres Mikrosystemtechnik-Reinraums auf 200 mm-Wafer.

Mit zwei weiteren Entscheidungen, die zum 1. Januar 2018 wirksam werden, ergänzen wir unser Leistungsspektrum für unsere Kunden. Zum einen wurde die bisherige Fraunhofer-Projektgruppe MESYS (Mesoskopische Aktoren und Systeme) an der BTU Cottbus-Senftenberg positiv evaluiert und in das Geschäftsfeld »Monolithisch Integrierte Aktor- und Sensorsysteme« überführt. Es bildet fortan zusammen mit der neuen Arbeitsgruppe »Terahertz-Mikromodule und -Applikationen« den neuen Institutsteil »Integrated Silicon Systems«, kurz Fraunhofer IPMS-ISS, am Zentralcampus in Cottbus. Zum anderen haben wir am Standort Erfurt gemeinsam mit Fraunhofer IOF und IZI das Projektzentrum »Mikroelektronische und optische Systeme für die Biomedizin« gegründet, in dem Schlüsseltechnologien wie Biowissenschaften, Mikroelektronik sowie Optik und Photonik weiterentwickelt und verknüpft werden, um gesellschaftlichen Herausforderungen wie Gesundheit und demographischer Wandel noch besser zu begegnen.

Wir sind zuversichtlich, dass wir mit diesen Weichenstellungen weiterhin auf Sie zählen können und würden uns freuen, wenn Sie uns als unsere Kunden, Förderer und Partner verbunden bleiben.

Hubert Lakner und Harald Schenk

essential for the research, development and (pilot) production of micro- and nanosystems. Activities at the Fraunhofer IPMS are accompanied by the expansion of our clean room for microsystems technology to 200 mm wafers. The Federal Ministry of Education and Research (BMBWF) has committed to support the necessary investment providing a total of 350 million euros in funding. Of this, 63 millions have been attributed to the two Fraunhofer IPMS clean rooms.

Two other contributing factors focusing on expanding the range of services for our customers went into effect on January 1, 2018. First, the Fraunhofer project group "Mesoscopic Actuators and Systems" (MESYS) at the BTU Cottbus-Senftenberg was positively evaluated and transferred to the "Monolithic Integrated Actuator and Sensor Systems" business unit. Together with the new "Terahertz Micro Modules and Applications" working group, MESYS will now form the "Integrated Silicon Systems" (Fraunhofer IPMS-ISS) branch at the central Cottbus campus location. Together with the Fraunhofer IOF and IZI, we also founded the "Microelectronic and Optical Systems for Biomedicine" project center in Erfurt. Here, key technologies such as life sciences, microelectronics, optics and photonics are further developed and linked together to better confront social challenges in health issues and demographic change.

With these courses of action, we are confident that we can continue to enjoy our reputation as an attractive partner for our customers, sponsors, and partners. We would be delighted to stay connected to all of you.

Hubert Lakner and Harald Schenk

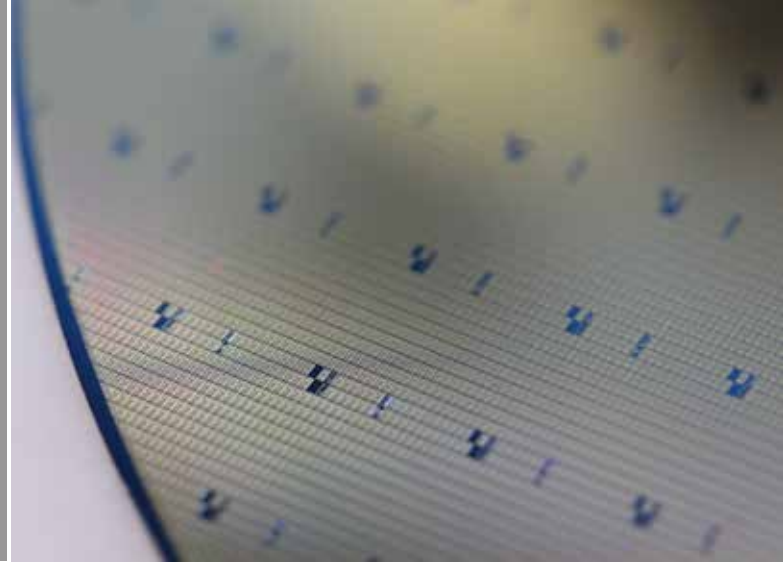


CONTENTS

Fraunhofer Institute for Photonic Microsystems IPMS	1
The Fraunhofer IPMS in Profile	6
Fraunhofer-Gesellschaft	8
Fraunhofer Group for Microelectronics	9
Fraunhofer IPMS in Figures	10
Board of Trustees	11
Memberships and Networks	12
Scientific Excellence	14
Applications and Business Units	18
Active Micro-optical Components and Systems	20
Spatial Light Modulators	22
Environmental Sensing	24
Monolithic Integrated Actuator and Sensor Systems	26
Wireless Microsystems	28
Center Nanoelectronic Technologies	32
MEMS Technologies Dresden	36
Center Nanoelectronic Technologies	46
Highlights	54
Saxonian Kick-off of the "Research Fab Microelectronics Germany"	56
Fraunhofer IPMS Continues Mesoscopic Actuators and Systems Research in Brandenburg	58
Signing of the Foundation Declaration for the New Fraunhofer Project Center in Erfurt	59
Fraunhofer I(P)MS Celebrated 25th Anniversary	60
Industry Partner Day: Emphasis on MEMS Applications and Systems	61
CEA Leti and Fraunhofer Team up to Strengthen Microelectronics Innovation in France and Germany	62
"Micro/Nano" Performance Center to Continue	63
New Public Projects	64
Completed Public Projects	66
Knowledge Management	70
Patents	72
Publications	80
Academic Theses	86

◀ Wafer inspection on 200 mm wafers.

Processed 300 mm silicon wafer. ▶



INHALT

Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS	1
Das Fraunhofer IPMS im Profil	6
Fraunhofer-Gesellschaft	8
Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik	9
Fraunhofer IPMS in Zahlen	10
Kuratoren	11
Mitgliedschaften und Netzwerke	12
Wissenschaftliche Exzellenz	14
Anwendungen und Geschäftsfelder	18
Aktive Mikrooptische Komponenten und Systeme	20
Flächenlichtmodulatoren	22
Environmental Sensing	24
Monolithisch integrierte Aktor- und Sensorsysteme	26
Drahtlose Mikrosysteme	28
Center Nanoelectronic Technologies	32
MEMS Technologies Dresden	36
Center Nanoelectronic Technologies	46
Höhepunkte	54
Sächsischer Auftakt für die »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland«	56
Fraunhofer setzt Forschung an Mesoskopischen Aktoren und Systemen in Brandenburg fort	58
Unterzeichnung der Gründungserklärung für neues Fraunhofer-Projektzentrum in Erfurt	59
Fraunhofer I(P)MS feierte 25-jähriges Jubiläum	60
Industry Partner Day mit Schwerpunkt MEMS Anwendungen und Systeme	61
CEA Leti und Fraunhofer schmieden gemeinsam die Zukunft der Mikroelektronik in Frankreich und Deutschland	62
Leistungszentrum »Micro/Nano« wird fortgeführt	63
Neue öffentliche Projekte	64
Abgeschlossene öffentliche Projekte	66
Wissensmanagement	70
Patente	72
Veröffentlichungen	80
Wissenschaftliche Arbeiten	86



THE FRAUNHOFER IPMS IN PROFILE

The Fraunhofer IPMS with its more than 300 employees is dedicated to top-level applied research and development in the fields of photonic systems, microsystems technologies, nanoelectronic technologies and wireless microsystems. Innovative processes and products which are based upon our various technologies can be found in all large markets – such as information and communication technologies, consumer products, automobile technology, semi-conductor technology, measurement and medical technology. More than 50 percent of our annual operating expense of 39 million euros is financed by direct commissions from industry.

Regarding MEMS based and photonic systems we offer complete solutions: From conception to component right up to complete systems. This includes sample and pilot production in our 1500 m² (15,000 ft²) clean room (ISO 14644-1 class 4) with qualified processes. Additionally, in the area of nanoelectronics our business unit Center Nanoelectronic Technologies CNT provides services in the field of nano- and microelectronics with functional electronic materials, processes and systems, device and integration, maskless lithography and analytics. Another 800 m² of clean room space (ISO 14644-1 class 6) is available for this purpose

At the new Cottbus branch “Integrated Silicon Systems» we work on monolithic integrated actuator and sensor systems as well as on terahertz micro modules and applications. In the new project centre Erfurt on the other hand we focus on novel systems for biomedical applications together with the Fraunhofer institutes IOF and IZI. In order to meet the demands of our customers, our institute is certified according to the standard DIN EN 9001:2015.

DAS FRAUNHOFER IPMS IM PROFIL

Das Fraunhofer IPMS mit seinen mehr als 300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern steht für angewandte Spitzenforschung und Entwicklung in den Bereichen Photonische Systeme, Mikrosystemtechnologien, Nanoelektronische Technologien und Drahtlose Mikrosysteme. In allen großen Märkten – wie Informations- und Kommunikationstechnologien, Konsumgüter, Fahrzeugtechnik, Halbleiter, Mess- und Medizintechnik – finden sich innovative Prozesse und Produkte, die unsere Technologien nutzen. Die Hälfte unseres jährlichen operativen Aufwands von 39 Millionen Euro wird durch Vertragsforschung aus der Industrie gegenfinanziert.

Auf dem Gebiet der MEMS basierten und photonischen Systeme bieten wir Komplettlösungen vom Konzept über das Bauelement bis zum kompletten System an. Dies schließt Muster- und Pilotfertigung im eigenen 1500 m² (15000 ft²) Reinraum (Klasse 4 nach ISO 14644-1) mit qualifizierten Prozessen ein. In der Nanoelektronik stellen wir mit dem Geschäftsfeld Center Nanoelectronic Technologies außerdem Leistungen zu funktionalen elektronischen Materialien, Prozessen und Anlagen sowie zu integrierten Bauelementen zur Speicherung von Energie und Information bereit. Dafür stehen weitere 800 m² Reinraum (Klasse 6 nach ISO 14644-1) zur Verfügung.

Am Standort Cottbus arbeiten wir im Institutsteil »Integrated Silicon Systems« sowohl an monolithisch integrierten Aktor- und Sensorsystemen als auch an Terahertz-Mikromodulen und -Applikationen. Im gemeinsam mit Fraunhofer IOF und IZI in Erfurt betriebenen Projektzentrum liegt der Fokus auf neuartigen Systemen für Anwendungen in der Biomedizin. Um den Erwartungen unserer Kunden zu genügen, ist unser Haus von der DEKRA nach der Norm DIN EN 9001:2015 zertifiziert.

Institutsstruktur

Structure of the Institute



Executive Board
Prof. Dr. Hubert Lakner



Prof. Dr. Harald Schenk



Heiko Menzel
Administration



Linda Rudolph
Human Resources
Development



Johannes Kade
Compliance



Dr. Michael Scholles
Business
Development
& Strategy



Michael Kabus
Facility
Management
& Infrastructure



Uwe Kämmler
IT



Dr. Romy Liske
Center
Nanoelectronic
Technologies



Dr. Michael Wagner
Spatial Light
Modulators



Dr. Jan Grahmann
Active
Microoptical
Components &
Systems



Dr. Sebastian Meyer
Environmental
Sensing



Dr. Frank Deicke
Wireless
Microsystems



Holger Conrad
Monolithically
Integrated
Actuator and
Sensor Systems ¹

Engineering

Dr. Matthias Schulze



Fabrication

Thomas Zarbock



Project Center »Microelectronic and
Optical Systems for Biomedicine«
(in cooperation with Fraunhofer IOF
and IZI) ²

Dr. Michael Scholles



¹ Branch Integrated Silicon Systems, location Cottbus

² Location: Erfurt



◀ Fraunhofer house in Munich.

Location SpreePalais in the city center of Berlin. ▶

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

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

At present, the Fraunhofer-Gesellschaft maintains 72 institutes and research units. The majority of the more than 25,000 staff are qualified scientists and engineers, who work with an annual research budget of 2.3 billion euros. Of this sum, almost two billion euros is generated through contract research. Around 70 percent of the Fraunhofer-Gesellschaft's contract research revenue is derived from contracts with industry and from publicly financed research projects. Around 30 percent is contributed by the German federal and state governments in the form of base funding, enabling the institutes to work ahead on solutions to problems that will not become acutely relevant to industry and society until five or ten years from now.

International collaborations with excellent research partners and innovative companies around the world ensure direct access to regions of the greatest importance to present and future scientific progress and economic development.

www.fraunhofer.de

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

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

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 72 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 25 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,3 Milliarden Euro. Davon fallen knapp zwei Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

www.fraunhofer.de



© Armin Okulla

FRAUNHOFER-VERBUND MIKROELEKTRONIK

Der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik – 1996 gegründet – ist der größte europäische Forschungs- und Entwicklungsdienstleister für Smart Systems. Hier werden langjährige Erfahrung und die Expertise von mehr als 3000 Fraunhofer-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus derzeit 17 Mitgliedsinstituten gebündelt. Das jährliche Budget beträgt etwa 439 Millionen Euro, wovon mehr als die Hälfte auf Auftragsforschung der Industrie zurückgeht.

Die institutsübergreifenden Kernkompetenzen liegen in den Bereichen intelligenter Systementwurf, Halbleitertechnologien, Leistungselektronik und Systemtechnologien für die Energieversorgung, Sensorik, Systemintegration, Hochfrequenz- und Nachrichtentechnik sowie Qualität, Test und Zuverlässigkeit.

Seit April 2017 arbeiten die Institute des Verbunds mit den beiden Leibniz-Instituten FBH und IHP in der »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland« (FMD) zusammen. Die FMD ist der größte standortübergreifende One-Stop-Shop für die Mikro- und Nanoelektronik in Europa – von der Grundlagenforschung bis zur kundenspezifischen Produktentwicklung. Das von Fraunhofer und Leibniz gemeinsam entwickelte Konzept sieht vor, die technologischen Fähigkeiten in einem gemeinsamen Technologiepool zusammenzuführen, Ausstattungslücken zu schließen und die wichtigen Laborlinien für Mikroelektronik-Technologien an die technische Entwicklung anzupassen. Für die Modernisierung und Ergänzung ihrer Anlagen und Geräte erhalten alle 13 beteiligten Forschungseinrichtungen insgesamt rund 350 Millionen Euro vom Bundesministerium für Bildung und Forschung.

www.mikroelektronik.fraunhofer.de

FRAUNHOFER GROUP FOR MICROELECTRONICS

The Fraunhofer Group for Microelectronics – founded in 1996 – is Europe's largest research and development service provider for smart systems. Here, years of experience and the expertise of more than 3000 scientists from (currently) 17 member institutes are bundled. The annual budget is approximately 439 million euros. The industry's share is 53 percent.

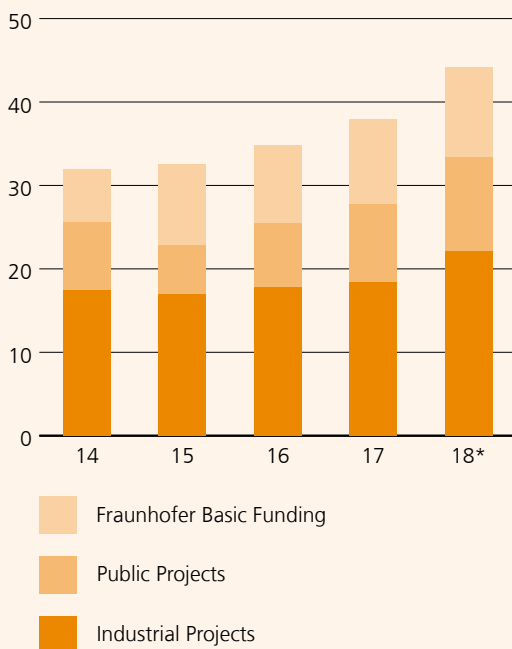
The cross-institute core expertise lies in the areas of smart system design, semiconductor technologies, power electronics and system technologies for energy supplies, sensor systems, system integration, high frequency and telecommunications technology, as well as quality, testing, and reliability.

Since April 2017, the institutes within the group – and the two Leibniz institutes FBH and IHP – have been working together within the Research Fab Microelectronics Germany (FMD). The FMD is the largest cross-location one-stop shop for microelectronics and nanoelectronics in Europe – from basic research to customer-specific product development. The concept, which was developed jointly by Fraunhofer and Leibniz, involves merging technological capabilities in a shared technology pool, filling in gaps in equipment, and adapting important lab lines for microelectronics technologies to match technological development. For the modernization and expansion of their facilities and devices, the 13 research institutions involved will receive around 350 million euros from Germany's Federal Ministry of Education and Research.

www.mikroelektronik.fraunhofer.de/en/

Fraunhofer IPMS in Figures

BUDGET (IN MILLION EUROS)



EMPLOYEES



BREAKDOWN OF PROJECT REVENUES AS PERCENTAGES OF THE OPERATING BUDGET

	2014	2015	2016	2017	2018*
Industry	54,7 %	52,5 %	51,0 %	48,6 %	50,0 %
Public Revenues	25,6 %	17,8 %	22,1 %	24,6 %	25,7 %
Total	80,4 %	70,3 %	73,1 %	73,2 %	75,7 %
Employees	272	280	289	314	385



KURATOREN

BOARD OF TRUSTEES

MRin Dr. Annerose Beck

Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst, Head of Division

Jürgen Berger

VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Division Manager

Prof. Dr. Alex Dommann

EMPA Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology, Head of Department »Materials meet Life«

Prof. Dr. Gerald Gerlach

TU Dresden, Institut für Festkörperelektronik, Director

Dr. Claudia Herok

Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur Brandenburg, Head of Division

Konrad Herre

Organic Electronics Saxony, Chairman, Chairman of the Advisory Board

Dirk Hilbert

Landeshauptstadt Dresden, Mayor

MDgin Barbara Meyer

Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Head of Division

Prof. Dr. Jörg-Uwe Meyer

MT2IT GmbH & Co. KG, General Manager

Prof. Dr. Thomas Mikolajick

NaMLab gGmbH, Scientific Director

Prof. Dr. Wilfried Mokwa

RWTH Aachen, Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik, Director

MR Peter G. Nothnagel

Saxony Economic Development Corporation, Managing Director

Dr. Axel Preuß

Globalfoundries Dresden Module One LLC & Co. KG, GF Fellow

Dr. Jürgen Rüstig

Independent Consultant

Dr. Hermann Schenk

Schenk Industry Consulting, Managing Director

Dr. Ronald Schnabel

VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik (GMM), Managing Director

Prof. Dr. Frank Schönefeld

T-Systems Multimedia Solutions GmbH, Member of the Board

Prof. Dr. Ronald Tetzlaff

TU Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik, Dean

Mitgliedschaften und Netzwerke

Memberships and Networks





NETZWERKE DES FRAUNHOFER IPMS

Das Fraunhofer IPMS engagiert sich in Wissenschafts- und Kompetenznetzwerken der optischen Technologien und Photonik, der Mikrosystemtechnik, drahtlosen Kommunikation und Mikroelektronik. Mit Fachvorträgen, Ausstellungen und der Mitarbeit in Arbeitskreisen beteiligen sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aktiv am Erfahrungsaustausch und fördern Know-how-Transfer, enge wirtschaftliche Beziehungen und Innovationskraft.

Um den Austausch mit der Wirtschaft zu fördern, pflegt das Fraunhofer IPMS eine enge Zusammenarbeit mit verschiedenen Branchenverbänden wie dem Industrieverband für optische, medizinische und mechatronische Technologien (SPECTARIS), dem AMA Verband für Sensorik und Messtechnik, dem globalen Netzwerk für die Mikro- und Nanoelektronikindustrie SEMI oder Silicon Saxony. So war das Fraunhofer IPMS im Jahr 2017 Gastgeber des Silicon Saxony Mitgliederforums, des SEMI Member Forums sowie des AMA-Wissenschaftsrates, in dem rund 70 wissenschaftliche Einrichtungen aus dem gesamten Spektrum der Sensorik und Messtechnik vernetzt sind.

Das Fraunhofer IPMS ist außerdem in Standardisierungsorganisationen sowohl für die drahtgebundene und drahtlose Kommunikation als auch für das Thema Industrie 4.0 aktiv. Neben der Mitarbeit im CiA, der OPC Foundation und im AMA ist hier das Engagement im Industrieverband für Automatische Identifikation, Datenerfassung und Mobile Datenkommunikation (AIM) hervorzuheben. Im Jahr 2017 hat das Fraunhofer IPMS 2017 seine Zusammenarbeit auch auf dem Gebiet gemeinsamer Messeauftritte fortgesetzt und auf dem AIM-Gemeinschaftsstand als Aussteller auf der internationalen Fachmesse für Distribution LogiMAT teilgenommen.

FRAUNHOFER IPMS COOPERATIONS

Fraunhofer IPMS operates in the scientific and competence networks of optical technologies and photonics, microsystems technology, wireless communication and microelectronics. Scientists actively exchange experience by participating in specialist lectures, exhibitions and working circles. They promote know-how transfer, advocate close economic relationships and encourage strong innovation.

In support of its exchange with industry, Fraunhofer IPMS maintains close collaborations and holds regular joint events with various industry associations such as the Industry Association for Optical, Medical and Mechatronic Technologies (SPECTARIS), the AMA Association for Sensors and Measurements, the global SEMI network for the micro- and nanoelectronics industry and Silicon Saxony. In 2017, Fraunhofer IPMS hosted both the Silicon Saxony and SEMI member forum as well as the AMA science board which comprises a network of 70 committed representatives from scientific institutes of diverse universities and research facilities.

The Fraunhofer IPMS is also active in standardization organizations for both wired and wireless communication as well as for smart industrial solutions. In addition to cooperations with the CiA, the OPC Foundation and the AMA, emphasis is placed on involvement in the Automatic Identification, Data Collection and Mobile Data Communication (AIM) industry association. In 2017 Fraunhofer IPMS continued its cooperation with AIM and participated with AIM as an exhibitor at the 2017 LogiMAT international trade fair for distribution.

Scientific Excellence

SCIENCE COOPERATIONS

Through professorships of its directors Hubert Lakner and Harald Schenk as well as group manager Dirk Reichelt, Fraunhofer IPMS is closely linked with the Dresden University of Technology and also with the Brandenburg Technical University Cottbus-Senftenberg and the Dresden University of Technology and Economics (see the following pages). In addition to Fraunhofer IPMS industry business relationships and networking with other Fraunhofer institutes within the Fraunhofer Group for Microelectronics, these close affiliations make up a central pillar of the Fraunhofer success model. While the universities provide this special cooperation with innovative ability and competence in basic research, Fraunhofer IPMS contributes application-oriented research as well as technical equipment, contacts to businesses and market expertise. Students therefore receive both a well-founded theoretical education as well as practical training.

Close cooperation further exists at a regional level with institutes of the Max-Planck, Helmholtz and Leibniz associations, with whom Fraunhofer IPMS collaborates in the "Dresden – City of Sciences" and "DRESDEN concept" networks. These relationships have been forged to promote joint projects with the aim of combining the theoretical foundations of non-university research institutes with Fraunhofer IPMS practical implementation and to develop synergies in the areas of research, training, infrastructure and administration. Moreover the cooperation with institutes of the Leibniz Association within the framework of the envisaged Research Factory Microelectronics (see page 56) is taking on a new quality.

WISSENSCHAFTSKOOPERATIONEN

Das Fraunhofer IPMS ist durch Professuren seiner Institutsleiter Prof. Dr. Hubert Lakner und Prof. Dr. Harald Schenk sowie von Gruppenleiter Prof. Dr. Dirk Reichelt mit der Technischen Universität Dresden sowie darüber hinaus mit der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg sowie der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden verbunden (siehe nachfolgende Seiten). Diese enge Verzahnung ist neben den Geschäftsbeziehungen mit der Wirtschaft und der Vernetzung mit anderen Fraunhofer-Instituten im Verbund Mikroelektronik eine zentrale Säule des Fraunhofer-Erfolgsmodells. Während die Hochschulen ihre Innovationsfähigkeit und Kompetenz in der Grundlagenforschung in die Kooperation einbringen, leistet das Fraunhofer IPMS anwendungsorientierte Forschungsarbeit und steuert seine Kontakte zu Wirtschaftsunternehmen, technische Ausstattung und Marktexpertise bei. Studierende erhalten so nicht nur eine fundierte theoretische, sondern auch eine praxisnahe Ausbildung.

Eine enge Zusammenarbeit besteht außerdem auf regionaler Ebene mit Instituten der Max-Planck-, Helmholtz- und Leibniz-Gesellschaft, mit denen sich das Fraunhofer IPMS in den Netzwerken »Dresden – Stadt der Wissenschaften« und »DRESDEN-concept« zusammengeschlossen hat. Dies soll gemeinsame Projekte mit dem Ziel befördern, die theoretischen Grundlagen an den außeruniversitären Forschungseinrichtungen mit der praktischen Umsetzung am Fraunhofer IPMS zu verbinden und Synergien in den Bereichen Forschung, Ausbildung, Infrastruktur und Verwaltung zu erschließen. Die Vernetzung mit Mikroelektronik-Instituten der Leibniz-Gesellschaft wird darüber hinaus zukünftig im Rahmen der geplanten Forschungsfabrik Mikroelektronik (siehe Seite 56) eine neue Qualität erreichen.



TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Seit Gründung des Fraunhofer IPMS besteht eine enge Partnerschaft mit der Technische Universität Dresden. Dies gilt im Besonderen für die Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik. Die Dekane stehen dem Fraunhofer IPMS traditionell als Kuratoren beratend zur Verfügung. Über die Professur für Optoelektronische Bauelemente und Systeme von Prof. Dr. Hubert Lakner, aber auch darüber hinaus über andere Institute der Fakultät, besteht ein intensiver Austausch mit Studierenden, Absolventinnen und Absolventen in der Grundlagen- und Auftragsforschung. Ausdruck der gemeinsamen Forschungsarbeiten sind regelmäßige gemeinschaftliche öffentliche Projektanträge, Veröffentlichungen, Messeteilnahmen und Patentanmeldungen.

Mit dem im Jahr 2017 positiv evaluierten Leistungszentrum »Funktionsintegration für die Mikro-/Nanoelektronik« wurde die Zusammenarbeit, speziell auf dem Gebiet der Entwicklung innovativer Komponenten und Fertigungstechnologien über das Jahr 2017 weiter intensiviert (siehe Seite 63).

Auch nach außen treten TU Dresden und Fraunhofer IPMS gemeinsam auf. Die TU Dresden gehört zu den elf Exzellenzuniversitäten Deutschlands. Unter der Marke »DRESDEN-concept« hat sich die TU Dresden mit Partnern aus Wissenschaft und Kultur, darunter dem Fraunhofer IPMS, zusammengeschlossen, um die Exzellenz der Dresdner Forschung sichtbar zu machen und ihre Wissenschaftsstrategie zu koordinieren.

DRESDEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Since its founding, Fraunhofer IPMS has enjoyed a close partnership with the Dresden Technical University (TU Dresden). This applies in particular to the Faculty of Electrical Engineering and Information Technology. Deans have traditionally been available to Fraunhofer IPMS in the role of advisory trustees. Prof. Dr. Hubert Lakner's chair for optoelectronic components and systems as well as other faculties provide an intensive exchange with students and graduates in both basic and contract mission-oriented research. Examples of this collaborative research include regular joint public project proposals, publications, trade fairs and patent applications.

With the "Functional Integration for Micro-/Nanoelectronics" High-Performance-Center, positively evaluated in 2017, the development of innovative components and manufacturing technologies was further intensified in 2017 (see page 63).

Fraunhofer IPMS and TU Dresden also work together in external projects. One of the eleven designated „Universities of Excellence“ in Germany, TU Dresden has teamed with Fraunhofer IPMS and other partners from science and culture under the label „DRESDEN concept“ to coordinate a science strategy and highlight the outstanding research being conducted in Dresden.

Faculty Mathematics, Natural Sciences and
Computer Science
Institute for Physics and Chemistry
Chair of Micro and Nano Systems

Prof. Dr. Harald Schenk



© BTU Cottbus-Senftenberg

**BRANDENBURG TECHNICAL UNIVERSITY
COTTBUS-SENFTENBERG**

As a result of Prof. Dr. Harald Schenk's professorship in Micro and Nano Systems, as well as the joint MESYS (Mesoscopic Actuators and Systems) project group (see page 26), Fraunhofer IPMS is closely connected to the Brandenburg University of Technology (BTU) Cottbus-Senftenberg. This unique cooperation includes the joint use of premises and laboratories at the BTU Cottbus-Senftenberg and the provision of attractive graduate studies and further education in the field of photonic microsystems in the »Cottbus Joint Lab« as well as joint research and development work.

In 2017 the MESYS project group had initial success in the integration of the new nanoscopic electrostatic drives actuator technology, making it now possible to produce functional silicon-integrated micro-speakers for the first time. Following successful evaluation in September 2017 the former MESYS project group will continue as part of the new branch »Integrated Silicon Systems« (ISS) of the Fraunhofer IPMS at the Cottbus location (see page 58).

Further research activities of the BTU Cottbus-Senftenberg and Fraunhofer IPMS include working with other non-university research institutes in the cluster "FuSion" for which Prof. Dr. Harald Schenk serves as speaker. "FuSion" aims to gain a deeper understanding of materials, processes and film systems by taking an interdisciplinary approach that opens up new solutions for energy-efficient components.

**BRANDENBURGISCHE TECHNISCHE UNIVERSITÄT
COTTBUS-SENFTENBERG**

Durch die Professur für Mikro- und Nanosysteme von Prof. Dr. Harald Schenk einerseits sowie die gemeinsame Projektgruppe MESYS »Mesoskopische Aktoren und Systeme« (siehe Seite 26) andererseits ist das Fraunhofer IPMS besonders eng mit der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) Cottbus-Senftenberg verbunden. Die Zusammenarbeit reicht von der gemeinschaftlichen Nutzung von Laboren und Räumlichkeiten der BTU Cottbus-Senftenberg über die Bereitstellung attraktiver Studienschwerpunkte bei der Graduiertenausbildung und Weiterbildung auf dem Gebiet der photonischen Mikrosysteme im »Cottbus Joint Lab« bis hin zur gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsarbeit.

Im Jahr 2017 konnte die MESYS-Projektgruppe bereits erste Erfolge bei der Integration der neuen NED-Aktortechnologie verzeichnen: Es ist erstmals gelungen, funktionsfähige, in Silizium integrierte Mikrolautsprecher herzustellen. Nach der erfolgreichen Evaluierung des Forscherteams im September 2017 wird die ehemalige Projektgruppe MESYS in dem neuen eigenständigen Institutsteil »Integrated Silicon Systems« (ISS) des Fraunhofer IPMS am Standort Cottbus fortgeführt (siehe Seite 58).

Darüber hinaus sind die Forschungsaktivitäten der BTU Cottbus-Senftenberg, des Fraunhofer IPMS sowie weiterer außeruniversitärer Forschungseinrichtungen im Cluster »FuSion« zusammengeführt. Ziel ist es, ein tieferes, auf einem interdisziplinären Ansatz beruhendes Verständnis zu Materialien, Prozessen und Filmsystemen zu erlangen, das neue Lösungen für energieeffiziente Bauelemente eröffnet. Sprecher des Clusters ist Prof. Dr. Harald Schenk.



HOCHSCHULE FÜR TECHNIK UND WIRTSCHAFT HTW DRESDEN

Mit der am Geschäftsfeld »Wireless Microsystems“ angesiedelten Arbeitsgruppe »Smart Wireless Production« nutzt das Fraunhofer IPMS seit 2015 Synergien mit der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Dresden im Bereich Industrie 4.0. Die Gruppe, die über drei Jahre mit 1,2 Millionen Euro aus dem »Kooperationsprogramm Fachhochschulen« der Fraunhofer-Gesellschaft unterstützt wird, steht unter der Leitung von Prof. Dr. Dirk Reichelt, der gleichzeitig Professor für Informationsmanagement an der HTW Dresden ist. In der Arbeitsgruppe entwickeln Fraunhofer IPMS und HTW Dresden neuartige Lösungen für die digitale Transformation in der industriellen Fertigung.

Mit einer ähnlichen Zielstellung beteiligt sich das Fraunhofer IPMS an der Modellfabrik – das Industrial Internet of Things (IIoT) Test Bed – an der HTW Dresden. Unter dem Motto »Digitalisierung erlebbar machen« hat die HTW Dresden unter Leitung von Herrn Prof. Dirk Reichelt die Industrie 4.0 Modellfabrik, eine Forschungs- und Evaluationsinfrastruktur für IoT-Lösungen im Fertigungsumfeld, aufgebaut. Die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Testumgebung mit einem diskreten Fertigungsprozess und allen typischen Industrie-Komponenten wurde konzipiert, um komplexe Fertigungs- und Logistikprozesse realitätsgetreu nachzubilden. Neben Aufgaben der Forschung und Entwicklung dient das Test Bed auch als Demonstrations- und Informationsplattform. Seit 2017 führen HTW Dresden und Fraunhofer IPMS dort gemeinsam Workshops durch, die am Beispiel des vom Fraunhofer IPMS entwickelten drahtlosen und wartungsfreien Sensorsystems auf RFID-UHF-Basis zeigen, wie man durch Kombination von RFID und Sensorik neue Anwendungsfelder erschließen kann.

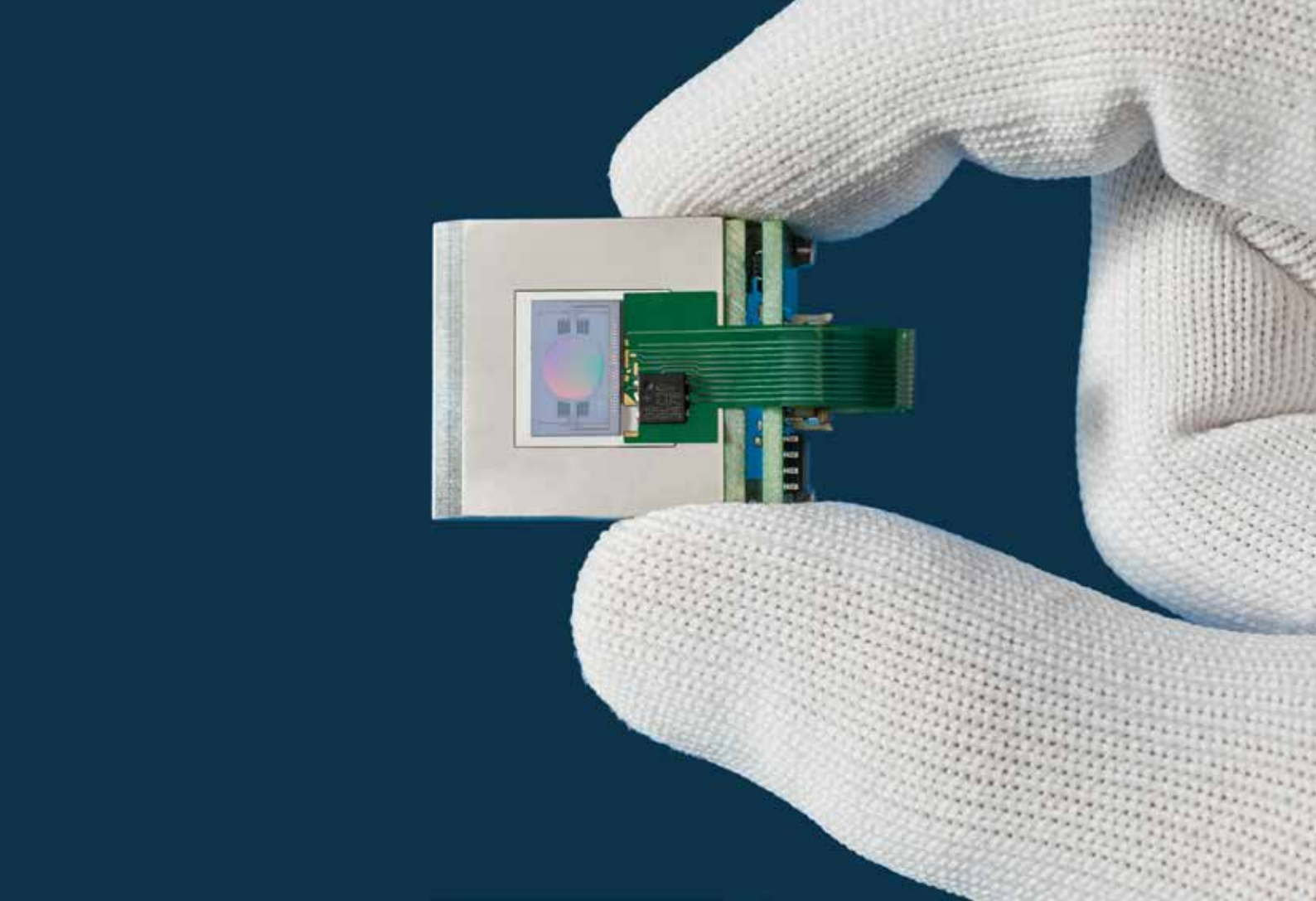
DRESDEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES HTW DRESDEN

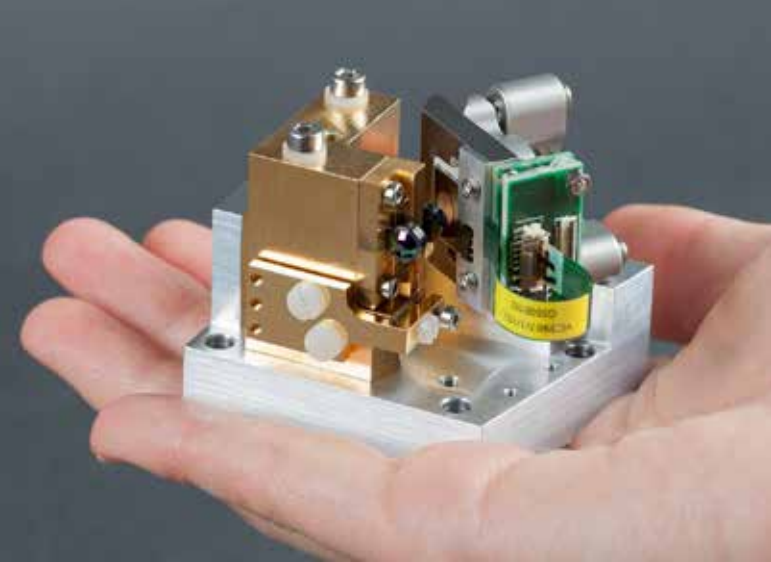
With the "Smart Wireless Production" working group anchored in the "Wireless Microsystems" business unit, Fraunhofer IPMS has used its synergy with the Dresden University of Applied Sciences (HTW Dresden) in the area of smart industrial production. The group, which has been supported for over three years with 1.2 million euros from the "Cooperation Program for Universities of Applied Sciences", is led by Prof. Dr. Dirk Reichelt who also holds a professorship in Information Management at the HTW Dresden. The work group supports the Fraunhofer IPMS and HTW Dresden collaboration in developing novel solutions for the digital transformation in industrial manufacturing.

With similar intent, Fraunhofer IPMS takes part in the model factory "Industrial Internet of Things Test Bed" project at the HTW Dresden. Under the headline "Make digitization come alive" HTW Dresden launched the industry model factory focussing on IoT solutions in industrial surroundings under the direction of Prof. Dr. Dirk Reichelt. The test bed funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) was designed to reproduce highly real and precisely detailed partially-automated production processes. Besides research projects the test bed serves as a platform for demonstration and information purposes. Starting in 2017 HTW Dresden and Fraunhofer IPMS have been organizing workshops. These utilize the example of the Fraunhofer IPMS wireless, maintenance-free sensor systems based on RFID-UHF to illustrate how RFID and sensor technology can be combined to open new and interesting fields of application.

Anwendungen und Geschäftsfelder

Applications and Business Units





Dr. Jan Grahmann

ACTIVE MICROOPTICAL COMPONENTS AND SYSTEMS

The business unit AMS carries out research and develops active microoptical components and systems. One of our core competences is the development of customer-specific electrostatically driven, resonant and quasi-static scanning micromirrors as well as the advancement of BSOI-based processes for their manufacturing.

Applications range from reading barcode and data code, through 3D metrology, and right up to laser projection and spectroscopy. The internet platform www.micromirrors.com was introduced, allowing customers to define and order micro-scanners that are suitable for their specific applications.

Furthermore, the AMS research group "Smart Microoptics" (SMO) is working on the design and implementation of new and "smarter" components as alternatives to traditional silicon or silicon oxide based microoptical components. In doing so, the focus lies on the research and development of variable waveguide devices and tunable micro-lenses with liquid crystals and electroactive polymers on silicon with application specific designs.

At AMS high expertise exists in modelling, simulation, design and layout, BSOI-based micromachining processes, wafer-level and single-die characterization as well as packaging and system design. AMS's portfolio is complemented by the development of customer-specific driver electronics (hardware and software) and the provision of evaluation kits.

AKTIVE MIKROOPTISCHE KOMPONENTEN UND SYSTEME

Das Geschäftsfeld AMS erforscht und entwickelt aktive mikrooptische Komponenten und Systeme. Eine unserer Kernkompetenzen ist die Entwicklung kundenspezifischer elektrostatisch angetriebener, resonanter und quasistatischer Mikroskanner-Spiegel sowie die Weiterentwicklung BSOI-basierter Prozesstechnologien zu deren Herstellung.

Die Anwendungsbreite erstreckt sich von Strichcode-Lesesystemen über die 3D-Messtechnik bis hin zur Laserprojektion, Spektroskopie und Fokuslagenmodulation. Interessenten haben die Möglichkeit, über die Internetplattform www.micromirrors.com kundenspezifische Scanner schnell und kostengünstig für ihre Evaluierung zu beziehen.

Darüber hinaus hat sich die AMS-Gruppe »Smart Microoptics« auf die Erforschung und Entwicklung von anwenderspezifischen variablen Wellenleitern und adaptiven Mikrolinsen bestehend aus Flüssigkristallen und elektroaktiven Polymeren inklusive der Herstellung auf Siliziumbasis spezialisiert.

Das AMS-Team verfügt über langjährige Erfahrungen und Sachkompetenz in der Modellbildung, Simulation, dem Design und Layout, Charakterisierung und Montage von kundenspezifischen Bauelementen und Systemen. Das Portfolio wird ergänzt durch die Entwicklung von kundenspezifischer Treiberelektronik (Hardware und Software) und der Bereitstellung von Evaluierungs-Kits.

◀◀ Quantum Cascade Laser (QCL) with Fraunhofer IPMS scanning MOEMS grating module for mid infrared spectroscopy.
© Fraunhofer Institute for Applied Solid State Physics IAF

Microscanner mounted on head electronic and connected with microcontroller board. ▶



DURCHBRUCH BEI DER STEUERUNG UND REGELUNG NICHT-RESONANTER MIKROSPIEGEL

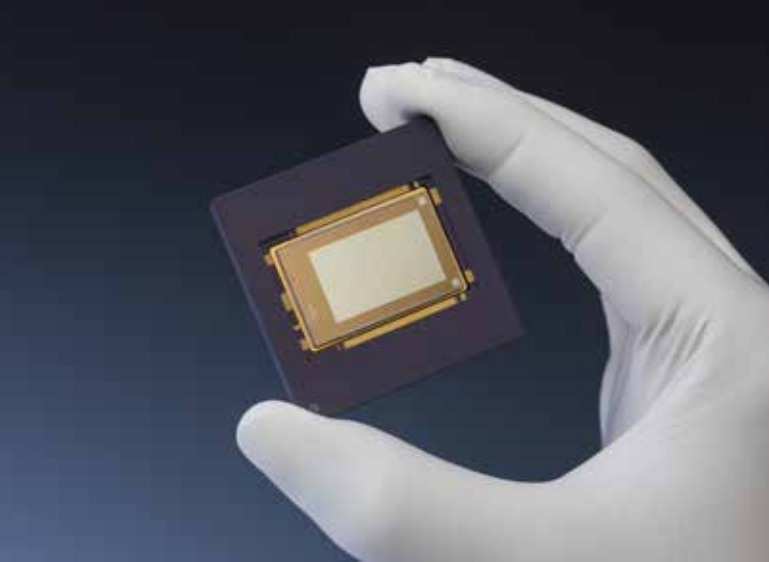
Dank ihres großen Potenzials für die Miniaturisierung und Massenfertigung optischer Systeme ist die Industrie zunehmend an Mikroskannern aus einkristallinem Silizium für den Einsatz in der Bildprojektion, Entfernungssensorik, Spektroskopie und gezielten Laserstrahlführung interessiert. Ein besonders breites Anwendungsspektrum eröffnen dabei die am Fraunhofer IPMS entwickelten quasi-statischen Mikroskanner. Denn anders als resonant schwingende Mikroskanner ermöglichen diese eine statische Strahlpositionierung und lineares Raster-Scannen in einem breiten Frequenzbereich von Null bis mehreren hundert Hertz und damit eine signifikant verbesserte Abbildungsqualität. Eine besondere Herausforderung für die hochdynamische und präzise Strahlführung mit quasi-statischen Mikroskannern liegt allerdings darin, dass die Bewegung aufgrund der extrem geringen Dämpfung des Systems durch die umgebende Luft mit Eigenschwingungen überlagert wird, die durch anspruchsvolle Steuerungs- und Regelungskonzepte zu kompensieren sind.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IPMS haben hier im Jahr 2017 mit einer neuartigen Regelung mit Mikrocontroller und Rückführung durch eine integrierte piezoresistive Positionssensorik einen Durchbruch erzielt. Diese erlaubt extrem kompakte Bauformen von geregelten Mikroskannern sowie einen deutlich verringerten Rechenaufwand der Vorsteuerung mit Ausgangsstabilisierung, mit der die Regelung auf einem konventionellen Mikrocontroller in Echtzeit realisiert werden kann. Mit Hilfe der außerdem entwickelten QSDrive-Elektronik konnte die Regelung eines quasi-statisch/resonanten Mikroskanners so auf einem 2D-Raster-Scan mit 1000×800 unterscheidbaren Auslenkwinkeln bei 8,85 Hz erfolgreich umgesetzt werden. Das neue Steuerkonzept erlaubt Auflösungen von wenigen Milligrad bei Auslenkungen von bis zu 20 Grad.

BREAKTHROUGH IN THE CONTROL AND REGULATION OF NON-RESONANT MICRO MIRRORS

Due to great industry potential for miniaturization and mass production of optical systems, manufacturers are increasingly interested in micro-scanners made of mono-crystalline silicon for use in image projection, distance sensors, spectroscopy and targeted laser-beam guidance. Quasi-static micro-scanners developed at Fraunhofer IPMS can be used in a particularly wide range of applications. Unlike resonantly oscillating micro-scanners, quasi-static micro-scanners allow static beam positioning and linear raster scanning in a wide frequency range varying from zero to several hundred Hertz, providing significantly improved imaging quality. Highly dynamic and precise beam guidance with quasi-static micro-scanners is, however, particularly challenged. Extremely low attenuation of the system due to the surrounding air cause movement to be overlapped by natural oscillation. Sophisticated control and regulation concepts can compensate for this.

In 2017, scientists at Fraunhofer IPMS achieved a breakthrough with a novel control including micro-controller and feedback signal through an integrated piezo-resistive position sensor. This allows for extremely compact designs of controlled micro-scanners. Pre-control computational efforts are significantly reduced and output stabilized, enabling real-time control on a conventional micro-controller. Using newly developed QSDrive electronics, the control of a quasi-static/resonant micro-scanner could be successfully implemented on a 2D raster scan with 1000×800 distinguishable deflection angles at 8.85 Hz. The new control concept facilitates resolutions of a few millidegrees with deflections of up to 20 degrees.



Dr. Michael Wagner

SPATIAL LIGHT MODULATORS

The spatial light modulators developed at Fraunhofer IPMS consist of arrays of micromirrors on semiconductor chips, whereby the number of mirrors varies depending on the application, from a few hundred to several millions. In most cases this demands a highly integrated application specific electronic circuit (ASIC) as basis for the component architecture in order to enable an individual analog deflection of each micromirror. In addition, Fraunhofer IPMS develops electronics and software for mirror array control. The individual mirrors can be tilted or vertically deflected depending on the application, so that a surface pattern is created, for example to project defined structures. High resolution tilting mirror arrays with up to 2.2 million individual mirrors are used by our customers as highly dynamic programmable masks for optical micro-lithography in the ultraviolet spectral range. The mirror dimensions are 10 μm or larger. By tilting the micromirrors, structural information is transferred to a high resolution photo resist at high frame rates. Further fields of application are semiconductor inspection and measurement technology, and prospectively laser printing, marking and material processing.

Piston micromirror arrays can for example be used for wavefront control in adaptive optical systems. These systems can correct wavefront disturbances in broad spectrum ranges and thereby improve image quality. In comparison to alternative liquid crystal based technologies micromirrors enable significantly higher modulation frequencies. The component capabilities attract special interest in the fields of ophthalmology, astronomy and microscopy, as well as in spatial and temporal laser beam and pulse shaping.

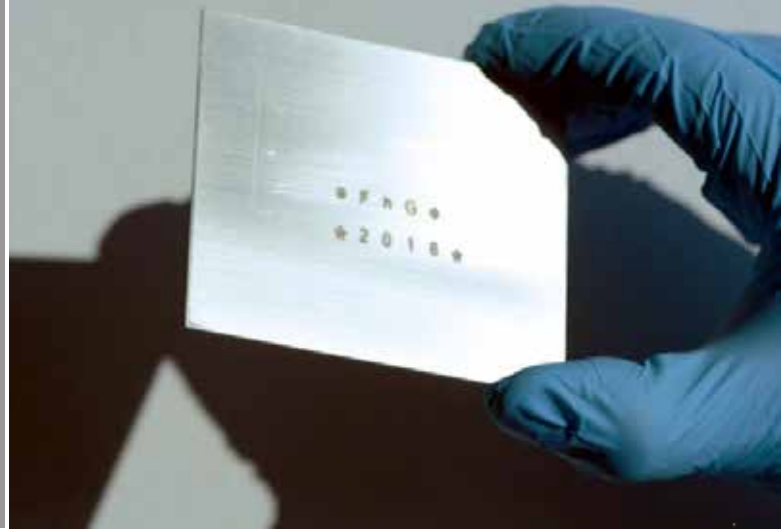
FLÄCHENLICHTMODULATOREN

Flächenlichtmodulatoren des Fraunhofer IPMS bestehen aus einer Anordnung von Mikrosiegeln auf einem Halbleiterchip, wobei die Spiegelanzahl anwendungsspezifisch von einigen hundert bis zu mehreren Millionen Spiegeln variiert. Hierbei kommt in den meisten Fällen ein hochintegrierter anwendungsspezifischer elektronischer Schaltkreis (ASIC) als Basis der Bauelementarchitektur zum Einsatz, um eine individuelle analoge Auslenkung jedes Mikrosiegels zu ermöglichen. Das Fraunhofer IPMS entwickelt darüber hinaus die Ansteuerelektronik für Spiegelarrays inklusive Software. Die Einzelspiegel können je nach Anwendung individuell gekippt oder abgesenkt werden, so dass ein flächiges Muster entsteht, mit dessen Hilfe zum Beispiel definierte Strukturen projiziert werden. Hochauflösende Kippspiegelarrays mit bis zu 2,2 Millionen Einzelspiegeln werden von unseren Kunden als hochdynamische programmierbare Masken für die optische Mikrolithographie im Ultraviolett-Bereich eingesetzt. Spiegelabmessungen liegen hier bei 10 μm oder größer. Durch das Auslenken der Mikrospiegel werden die Strukturinformationen mit hoher Bildrate in den Fotolack übertragen. Weitere Anwendungsfelder liegen in der Halbleiterinspektion und -messtechnik sowie in der Laserbeschriftung, -markierung und -materialbearbeitung.

Senkspiegelarrays finden u. a. Anwendung in der Wellenfrontformung in adaptiv-optischen Systemen. Diese Systeme können Wellenfrontstörungen in weiten Spektralbereichen korrigieren und so z. B. die Wiedergabequalität von Bildern verbessern. Im Vergleich zu alternativen flüssigkristallbasierten Technologien können hierfür mit Mikrosiegeln deutlich höhere Modulationsfrequenzen erzielt werden. Weitere Anwendungsbereiche sind die Augenheilkunde, Astronomie und Mikroskopie sowie die räumliche und zeitliche Laserstrahl- und Pulsformung.

◀◀ Spatial light modulator device in ceramic mounting.

Laser engraving of a stainless steel substrate.
(In cooperation with Fraunhofer Institute for
Material and Beam Technology IWS)



LASER-MATERIALBEARBEITUNG MIT MIKROSPIEGELMATRIZEN

Ein neues Anwendungsgebiet für Mikrospiegelmatrizen ist die schnelle Laser-Materialbearbeitung mit hoher Ortsauflösung. Aktuell kommen hier in der Regel Verfahren zum Einsatz, bei denen einzelne Laserstrahlen moduliert und über das Werkstück geführt werden. Eine flächige Bearbeitung mit hoher Ortsauflösung ist so sehr zeitaufwändig. Mit Hilfe von Mikrospiegelmatrizen kann für diesen Fall perspektivisch der Übergang zu einer Bearbeitung mit einer Vielzahl individuell modulierter Strahlen bzw. zu flächiger Bestrahlung mit variablen Intensitätsmustern erfolgen. Die Parallelbearbeitung verspricht einen merklich erhöhten Durchsatz für diverse industrielle Anwendungen. Herausforderungen hierbei liegen unter anderem in den erforderlichen hohen Lichtintensitäten auf dem Werkstück und damit auch auf den Mikrospiegelmatrizen. Die Mikrospiegel werden hierfür optimiert, unter anderem durch spezielle Spiegel- und Aktordesigns, die richtige Materialauswahl sowie reflexionserhöhende Vergütungsschichten. Der Einstieg in das neue Themengebiet Materialbearbeitung soll zunächst über Anwendungen erfolgen, bei denen moderate Intensitäten ausreichen, z.B. Markierung und Beschriftung. Verglichen mit Flächenlichtmodulatoren auf Basis von Flüssigkristallen gestatten die Mikrospiegelmatrizen des Fraunhofer IPMS eine erheblich höhere Modulationsrate, und sie können auch zur Modulation von UV- und DUV-Lasern eingesetzt werden (DUV: Deep Ultra Violet). Aufgrund der höheren Absorption des kurzwelligeren Lichts sind solche Quellen unter anderem für die Bearbeitung transparenter Dielektrika und transparenter Elektroden besonders geeignet. Das Fraunhofer IPMS hat gemeinsam mit dem Fraunhofer IWS in einem intern finanzierten Kooperationsprojekt erste Versuche unternommen und unterschiedliche Materialoberflächen mit einem DUV-Excimer-Laser unter Verwendung von schnellen Mikrospiegelmatrizen bearbeitet.

LASER MATERIAL PROCESSING USING MICROMIRROR ARRAYS

A new field of application for micromirror arrays is the fast laser material processing with high spatial resolution. Generally, methods are currently used in which individual laser beams are modulated and scanned across the work piece. That way surface processing with high spatial resolution is very time-consuming. By means of micromirror arrays, the transition to a processing with a large number of individually modulated beams or to a two-dimensional areal irradiation with variable intensity patterns can be performed in the future. Parallel machining promises significantly increased throughput for various industrial applications. The challenges here include high light intensities required on the work piece and thus also on the micromirror arrays. The micromirrors are specially optimized for this purpose, among other things by means of special mirror and actuator designs, a proper material selection and reflection enhancement coatings. The new subject area of material processing will initially be introduced in applications where moderate intensities are sufficient, e. g. marking and engraving. Compared to spatial light modulators based on liquid crystals, the micromirror arrays of the Fraunhofer IPMS allow a significantly higher modulation rate and can also be used for the modulation of Ultra Violet and Deep Ultra Violet laser light. Due to the higher absorption of short-wave light, such sources are particularly suitable for processing transparent dielectrics and transparent electrodes. The Fraunhofer IPMS and the Fraunhofer IWS have carried out first experiments in a Fraunhofer internally financed cooperation project and processed different material surfaces with a DUV excimer laser using fast micromirror arrays.



Dr. Sebastian Meyer

ENVIRONMENTAL SENSING

The "Environmental Sensing" (ENV) business unit focuses on the development of sensory devices, components and subsystems to be used in application-specific devices for the detection and evaluation of environmental conditions. For this purpose, Fraunhofer IPMS develops silicon-based microsystems technology components such as solid-state sensors, ultrasonic transducers as well as photonic sensors and modulators. These sensory elements are fully-developed over functional models, prototypes and pre-series to ultimately be used in systems designed and implemented in the business unit. The wide range of application areas includes food monitoring, water and soil analysis, industrial metrology, security and medical technology. In addition, Fraunhofer IPMS can provide feasibility studies, test measurements and the characterization of sensory elements and systems.

Know-how specific to the business unit includes comprehensive knowledge for the production of MEMS components and characterization as well as performance and operating-point determination for each application. Highly precise, state-of-the-art micro-mounting equipment that allows accurate placement of devices in the single-digit micrometer range as well as spectral characterization tools (e.g., various spectrometer types NIR to FTIR, spectrographs, monochromator with integrating sphere, FFT analyzer) are utilized. Upon this foundation, it is, for example, possible to construct state-of-the-art miniature optical spectrometers in the size of a sugar cube.

ENVIRONMENTAL SENSING

Das Geschäftsfeld »Environmental Sensing« (ENV) fokussiert sich auf die Entwicklung sensorischer Bauelemente, Komponenten und Subsysteme für den Einsatz in anwendungsspezifischen Geräten zur Erfassung und Auswertung von Umgebungszuständen. Dazu werden eigens am Fraunhofer IPMS entwickelte Mikrosystemtechnik-Bausteine als Festkörpersensoren, Ultraschallwandler und photonische Sensoren und Modulatoren auf Siliziumbasis vom Funktionsmuster bis in den Prototypenstatus und zur Vorserie entwickelt. Diese sensorischen Elemente werden in Systemen eingesetzt, die auch im Geschäftsfeld entworfen und umgesetzt werden können. Das Anwendungsspektrum reicht von der Lebensmittelüberwachung, der Wasser- und Bodenanalytik, der industriellen Messtechnik, dem Security-Bereich bis hin zur Medizintechnik. Zusätzlich bietet das Geschäftsfeld Machbarkeitsstudien, Testmessungen sowie die Charakterisierung von sensorischen Elementen und Systemen an.

Das geschäftsfeldspezifische Know-how schließt umfangreiche Kenntnisse der Herstellung von MEMS-Komponenten, der Charakterisierung, Performance-Ermittlung und Arbeitspunktbestimmung für den jeweiligen Anwendungsfall ein. Das Geschäftsfeld nutzt modernes hochgenaues Mikromontage-Equipment, welches Platzierungsgenauigkeiten von Bauelementen im einstelligen Mikrometerbereich erlaubt, ebenso wie spektrale Charakterisierungstools (z.B. verschiedene Spektrometertypen NIR bis FTIR, Spektrographen, Monochromator mit Ulbrichtkugel, FFT-Analyzer). Auf dieser Grundlage ist es zum Beispiel möglich, modernste optische Mini-Spektrometer in der Größe eines Zuckerwürfels aufzubauen.

◀◀ Novel place and bend assembly can realize miniaturized complex optical systems in high volume.

Test series with the smart security glass in the laboratories of Schott Technical Glass Solutions GmbH. ▶



ÜBERWACHUNG VON SICHERHEITSGLASSCHEIBEN

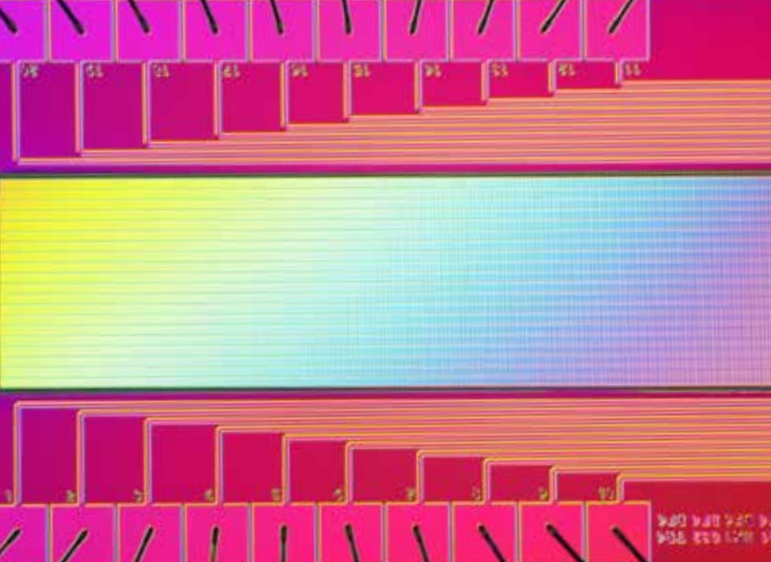
Herkömmliches Sicherheitsglas ist mit Metallfäden ausgerüstet, die erst bei einer mechanischen Beschädigung reißen und somit den Alarm aktivieren. Wird das Glas durch einen Schneidbrenner oder Bohrer beschädigt, reagieren konventionelle Anlagen daher gar nicht oder zu spät. Entwickler aus dem Geschäftsfeld ENV haben im Jahr 2017 gemeinsam mit Forschern am Fraunhofer-Institut für Naturwissenschaftlich-Technische Trendanalysen INT einen intelligenten Einbruchschutz entwickelt, der auch leichte Schläge gegen das Sicherheitsglas oder die Manipulation durch eine Flamme erfasst.

Die Überwachung der Glasscheibe basiert auf einem Glasbruchsensor, der durch ein Faser-Bragg-Gitter, also in Lichtwellenleiter eingeschriebene optische Interferenzfilter, in einer Glasfaser realisiert wird. Der Sensor mit Faser-Bragg-Gitter ist ein optischer Sensor, der eine Wellenlänge des Lichts reflektiert, die durch Temperatur- und/oder Dehnungsabweichungen verändert wird. Übt jemand Druck auf die Glasscheibe aus oder wird sie erhitzt, ändert sich der Abstand der Gitterelemente zueinander und somit auch die Wellenlänge. Sind die Veränderungen größer als ein vorher identifizierter Schwellenwert, wird der Alarm ausgelöst. Der neuartige Einbruchschutz soll künftig im Rahmen der Fensterscheibe verbaut werden. Im Hochsicherheitsbereich kann sich die Auswerteelektronik auch in großer Entfernung von dem Sicherheitsglas befinden, da das Faser-Bragg-Gitter in der Lage ist, Licht in der Glasfaser über mehrere Kilometer zu transportieren. Der von der Prüf- und Zertifizierungsstelle für Brand- und Einbruchdiebstahlschutz erfolgreich getestete Demonstrator hat eine Größe von $14 \times 9 \times 7 \text{ cm}^3$ und kann bei Bedarf weiter miniaturisiert werden. Das System eignet sich neben dem Schutz von einbruchanfälligen Objekten auch zum Überwachen von Brücken, Gebäuden, Rohrleitungen, tragenden Strukturen in der Luft- und Raumfahrt und Windkraftanlagen.

MONITORING SECURITY GLASS PANES

Conventional security glass contains metal threads that tear in the event of mechanical damage, activating the alarm. If a cutting torch or a drill is used to damage the glass, conventional systems react either too late or not at all. The ENV team together with researchers at the Fraunhofer Institute for Technological Trend Analysis INT have jointly developed a smart anti-burglary protection system that also quickly and dynamically records even gentle knocks against the security glass or manipulation through the use of a flame.

This method of monitoring glass panes is based on a glass break sensor built inside an optical fiber by means of fiber Bragg grating, that is, optical interference filters inscribed in optical waveguides. The sensor with the fiber Bragg grating is an optical sensor reflecting a specific wavelength of light that is changed by deviations in temperature and/or elongation. If somebody exercises pressure on the glass pane or heats it, the distance between the grating elements changes, which in turn alters the transmitted wavelength. If the changes are greater than a predefined threshold, the alarm is triggered. In future, the innovative break-in protection is to be fitted in the window frames. In high-security zones, the evaluation unit can be located far away from the security glass as the fiber Bragg grating uses light instead of electricity and widely available fiber optics instead of copper wires. The demonstrator which was successfully tested by VdS testing and certification institute for fire protection and burglary prevention issues only measures $14 \times 9 \times 7 \text{ cm}^3$ and can be further miniaturized if required. The system is able not only to protect objects liable to be burgled, but is also suitable for monitoring bridges, buildings, pipes, load-bearing structures in the aerospace industry, wind turbines, and much more.



Prof. Dr. Harald Schenk

MONOLITHIC INTEGRATED ACTUATOR AND SENSOR SYSTEMS

Under the direction of Prof. Dr. Harald Schenk, the “Mesoscopic Actuators and Systems” (MESYS) project group worked until the end of 2017 on a novel class of electrostatic bending actuators. The new concept enables designs of microsystems that were previously unattainable with conventional electrostatic micro-actuators. In the past, the controlled, actively variable curvature of micro-beams and micro-plates could only be achieved with thermo-mechanical or piezoelectric actuators. The new class of actuators now provides electrostatic bending transducers with decisive advantages. Electrostatic actuators can be manufactured using pure CMOS processes, are compliant with the EU RoHS directive, have a high dynamic range, and require little electrical power. This makes them more attractive than other techniques for the actuation of micro-components and presents a decisive advantage in the commercial exploitation of the new, overall microsystem.

Over the past five years of the MESYS project group, the basics and technologies of the new class of actuators have been fully evaluated. Technologies for movements perpendicular or parallel to chip plane were developed and validated. In 2017, the development of electrostatic bending transducers for use in micro-pumps and micro-speakers was significantly enhanced. The MESYS project group was successfully evaluated in September 2017 by appraisers and the Fraunhofer-Gesellschaft. Starting in January 2018, the project will continue as the Fraunhofer “Monolithic Integrated Actuator and Sensor Systems” (MAS) business unit led by Holger Conrad.

MONOLITHISCH INTEGRIERTE AKTOR- UND SENSORSYSTEME

Die Projektgruppe »Mesoskopische Aktoren und Systeme« (MESYS) arbeitete bis Ende 2017 unter der Leitung von Prof. Dr. Harald Schenk an einer neuartigen Klasse elektrostatischer Biegeaktoren. Das neue Konzept ermöglicht Designs von Mikrosystemen, die mit herkömmlichen elektrostatischen Mikroaktoren bisher nicht realisierbar waren. Eine gesteuerte – aktiv veränderbare Krümmung von Mikrobalken und -platten war bisher nur den thermomechanischen oder piezoelektrischen Aktoren vorbehalten. Mit der neuen Klasse werden nun auch elektrostatisch krümmbare Biege-wandler möglich. Mit entscheidenden Vorteilen: Denn elektrostatische Aktoren können mit reinen CMOS-Prozessen hergestellt werden, sind konform zur RoHS-Verordnung der EU, verfügen über einen hohen Dynamikbereich und benötigen eine geringe elektrische Leistung. Dies macht sie für die Anregung von Mikrobauteilen gegenüber alternativen Techniken attraktiv und für eine kommerzielle Verwertung des so realisierten Mikrosystems interessant.

In den vergangenen fünf Jahren der Projektgruppe MESYS wurden die Grundlagen und Technologien der neuen Aktorklasse vollumfänglich evaluiert. Technologien wurden für Bewegungen aus der Chipebene heraus, aber auch für Bewegungen in der Chipebene entwickelt und validiert. In 2017 wurden die elektrostatischen Biege-wandler für die Verwendung in Mikropumpen und Mikrolautsprecher maßgeblich weiterentwickelt. Die Projektgruppe MESYS wurde im September 2017 erfolgreich durch Gutachter und die Fraunhofer-Gesellschaft evaluiert und wird ab Januar 2018 als Geschäftsfeld »Monolithisch integrierte Aktor- und Sensorsysteme« (MAS) am Fraunhofer IPMS unter der Leitung von Holger Conrad weitergeführt.

◀◀ Binary addressable electrostatic bending actuators.

Possible applications are miniaturized loudspeakers for hearables, hearing aids and in-ear-headphone devices. ▶



MIKROLAUTSPRECHER AUS SILIZIUM

Kabellose In-Ear-Kopfhörer und Hearables mit smarten Sonderfunktionen bringen die volle Bewegungsfreiheit beim Musikhören und Telefonieren, passen in jede Hosentasche, ersparen Kabelgewirr und erfassen sogar Körperdaten oder optimieren das Hören. Die heute genutzten Kleinstlautsprecher reichen jedoch klanglich nicht an traditionelle Kopfhörer heran. Um hochwertige und gleichzeitig preiswerte Kopfhörer herstellen zu können, hat die Projektgruppe MESYS eine neue Technologie für Silizium-basierte Mikrolautsprecher entwickelt. Das neue Konzept nutzt elektrostatistische Biege wandler für die Bewegung innerhalb der Chipebene. Dadurch kann erstmalig das Volumen eines Siliziumwafers zur Schallerzeugung verwendet werden. Die sonst gebräuchliche Membran wird gewissermaßen gefaltet und in das Innere des Mikrolautsprecherchips verlegt. Damit verringert sich die erforderliche Waferfläche zur Erzeugung eines bestimmten Schalldruckes im Gehörgang deutlich.

Im Jahr 2017 wurden die Fertigungstechnologie eingeführt und erste Muster erfolgreich getestet. Dabei wurde die Bewegung der Biegeaktoren nachgewiesen, was eine Modulation des Luftvolumens im Chip ermöglicht. An ersten Teststrukturen konnte die Erzeugung von Hörschall direkt aus dem rein Silizium-basierten Mikrosystem erstmalig erfolgreich demonstriert werden. Die neuen Mikrolautsprecher ermöglichen völlig neuartige Designs – wie beispielsweise einen integrierten Mehrwegeansatz oder eine integrierte Schallführung – und sind kompatibel zu Fertigungsstätten der CMOS-Elektronik und konform zur RoHS-Richtlinie. Die weitere Optimierung der 200 mm-Wafer-technologie sowie die Miniaturisierung der Bauelemente für Audio-Chip-Designs sind neben der Auswahl geeigneter Verwertungsoptionen Gegenstand der laufenden Arbeiten.

SILICON MICRO LOUDSPEAKERS

Wireless in-ear headphones and hearables donned with special smart features allow users to move freely while listening to music or making calls. They fit in any pocket, eliminate cable tangles and even capture body data or optimize hearing. However, today's micro speakers do not sound as good as traditional headphones. In order to produce high-quality, inexpensive headphones, the MESYS project group has developed a technology of silicon-based micro loudspeakers. The new concept uses electrostatic bending transducers for movement on chip level. As a result, the volume of a silicon wafer can be used for generating sound. The otherwise common membrane is virtually folded and placed into the interior of the micro speaker chip thereby significantly reducing the required wafer area needed for generating a specific sound pressure in the auditory canal.

In 2017, the manufacturing technology was introduced and first samples were successfully tested. Movement of the bending actuators, which allows modulation of the air volume in the chip was proven. The generation of auditory sound directly from the purely silicon-based microsystem was successfully demonstrated on test structures for the first time. The new micro loudspeakers enable completely new designs, such as an integrated multi-path approach or integrated sound guide. They are compatible with CMOS electronics production facilities and in line with the RoHS directive. Optimizing 200 mm wafer technology, a further miniaturization of the devices for audio chip designs as well as the selection of suitable utilization options are the subject of ongoing work.



Dr. Frank Deicke

WIRELESS MICROSYSTEMS

The business unit "Wireless Microsystems" provides product-related partial and complete solutions for customer- and application-specific problems of hard- and software. This includes optical wireless communication (Light Fidelity – Li-Fi), maintenance-free and battery-free RFID sensor nodes, integrated interconnected systems, track and trace as well as big data and data analysis. Technological priorities lie in the development of components and modules for RFID and Li-Fi. Supported technology nodes for passive transponders are LF, HF, NFC and UHF. The focus is on antenna design, custom RF ASICs, sensor integration and interconnected RFID platforms via OPC UA. The developments of Li-Fi technology are divided into docking and hot spot solutions for data rates of a few kilobits per second up to the current maximum transmission rate of 12.5 Gbps. The aim is to replace plugs, cables and wireless technologies by performant, real-time optical wireless communication in various applications. Development focuses on optics, analog front ends, specific protocols and protocol adapters to easily connect Li-Fi solutions to existing infrastructure.

OPC UA coupled RFID sensor networks provide the basis to develop user-specific value-added services. These services include locating assets in manufacturing, electronic lot traveller and production optimization, workforce management, preventive maintenance of equipment and much more.

DRAHTLOSE MIKROSYSTEME

Das Geschäftsfeld »Drahtlose Mikrosysteme« liefert produktnahe Teil- und Komplettlösungen für kunden- und applikationsspezifische Problemstellungen von der Hardware bis zur Software. Dies umfasst optisch drahtlose Kommunikation (Light Fidelity – Li-Fi), wartungsfreie und batteriefreie RFID-Sensorknoten, integrierte vernetzte Systeme, Track and Trace sowie Big Data und Datenanalyse. Technologische Schwerpunkte bilden die Entwicklung von Komponenten und Modulen im Bereich RFID und Li-Fi. Unterstützte Technologieknoten für passive Sensortransponder sind LF, HF, NFC und UHF. Fokussiert wird sich auf Antennendesign, kundenspezifische Hochfrequenz-ASICs, Sensorintegration und vernetzte RFID-Plattformen mittels OPC-UA. Die Entwicklungen der Li-Fi-Technologie teilen sich in Docking- und Hotspot-Lösungen für Datenraten von wenigen Kilobits pro Sekunde bis aktuell 12,5 GBit/s. Ziel ist es, Stecker, Kabel und Funktechniken durch performante, echtzeitfähige optisch drahtlose Kommunikation in verschiedenen Anwendungen zu ersetzen. Entwicklungsschwerpunkte sind Optiken, analoge Frontends und spezielle Protokolle und Protokolladapter, um Li-Fi-Lösungen leicht an bestehende Infrastruktur anbinden zu können.

Über OPC-UA gekoppelte RFID-Sensornetzwerke bieten die Grundlage für nutzerspezifische Forschungsdienstleistungen. Dies sind beispielsweise Ortung von Assets in der Fertigung, elektronische Losbegleitscheine und Fertigungsoptimierung, Personaleinsatzplanung und vorbeugende Wartung von Equipment.

◀ Li-Fi GigaDock uses light to transmit high rates of data over short distances. This is particularly suitable for industrial applications.

Mobile robots handling logistics in a warehouse could, in the future, communicate with each other via Li-Fi hotspots. ▶



MULTIPUNKT-ZU-MULTIPUNKT-FÄHIGE OPTISCHE DATENÜBERTRAGUNG FÜR DIE AUTOMATISIERUNG

Die am Fraunhofer IPMS weiterentwickelte optische Übertragungstechnik erlaubt nicht nur die gleichzeitige Nutzung eines Access Points durch verschiedene Nutzer, sondern auch die Kommunikation eines Nutzers mit mehreren Access Points. Li-Fi ist so nicht mehr auf ortsfeste Anwendungen beschränkt und eine echte Alternative zu bereits etablierten WLAN-Lösungen.

Die optische Datenübertragung (Light Fidelity oder Li-Fi) hat gegenüber WLAN-Funkverbindungen zahlreiche Vorteile: Das Sende-Empfangssystem nutzt das weltweit frei von Regulierungen verfügbare Spektrum des Lichts, so dass keine Störungen von funkbasierten Systemen ausgehen. Die möglichen Netto-Datenraten von bis zu einem Gigabit pro Sekunde sind deutlich schneller als bei verfügbaren WLAN-Funklösungen. Und schon bei geschlossenen Räumen bietet jedes Li-Fi-Netzwerk Sicherheit gegen Hackerattacken. Die optische Datenübertragung hat aber auch eine systembedingte Schwachstelle: die Sichtachse zwischen Sender und Empfänger muss frei bleiben, ein erhebliches Manko, vor allem bei mobilen Anwendungen. Um bei der Nutzung der Li-Fi-Technologie nicht auf ortsfeste Einsatzszenarien beschränkt zu sein, hat das Geschäftsfeld WMS im Jahr 2017 Multipunkt-zu-Multipunkt-Lösungen entwickelt. Damit können mehrere Nutzer simultan im selben Spot agieren. Gleichzeitig kann jeder Nutzer zum Beispiel entlang einer Fertigungsstraße zwischen verschiedenen, sich überlappenden Access Points wechseln. Eine hinreichende Abdeckung vorausgesetzt, ist der Li-Fi-Hotspot des Fraunhofer IPMS so in der Lage, auch für mobile Nutzer jederzeit eine freie Sichtachse und somit Datenaustausch zu gewährleisten. Und dies schneller, stabiler und sicherer als es mit funkbasierten Infrastrukturen möglich ist.

MULTIPOINT-TO-MULTIPOINT-CAPABLE OPTICAL DATA TRANSMISSION FOR AUTOMATION

The Fraunhofer IPMS-developed optical transmission technology not only allows different users to simultaneously use an access point, but also enables each user to communicate with several access points. Therefore, Li-Fi is no longer limited to stationary applications and a real alternative to the Wi-Fi networks currently used in industrial environments.

Compared to WiFi networks the optical data transmission (Light Fidelity or Li-Fi) performs far better in every respect. The "Li-Fi Hotspot" transceiver system uses the spectrum of light, available free of regulations worldwide, thereby eliminating any interference from radio-based systems. Net bandwidths of up to one gigabit per second are much faster than current Wi-Fi wireless solutions. And, already in simply closed rooms, every Li-Fi network offers security against hacker attacks. However, optical data transmission also has a systemic vulnerability: the visual axis between transmitter and receiver must remain unobstructed, a significant shortcoming, especially in mobile applications. In order not to be limited to stationary application scenarios when using Li-Fi technology, in 2017 the business unit WMS specialists have worked on so-called multipoint-to-multipoint solutions. These allow multiple users to act simultaneously in the same spot. At the same time, each user can switch between different, overlapping access points along a production line. Provided the adequate coverage, the Li-Fi Hotspot makes it possible to guarantee mobile users a free viewing axis at all times to accommodate uninterrupted data exchange – faster, more stable, and more secure than possible with radio-based infrastructures.



WIRELESS PROCESS MONITORING ON MACHINE TOOLS

In 2017 researchers at Fraunhofer IPMS have developed a wireless, battery-free RFID sensor able to monitor both temperature and deformations on metallic rotating parts such as shafts or spindles. The sensor aims to address operators of highly automated production facilities who want to identify faulty processes or premature wear on tools in order to prevent damage to machines and production losses as well as optimize operational procedures.

The sensor uses RFID technology to wirelessly transfer data and energy to the sensor via a reader device. The reader energizes the sensor in order to conduct measurement and transmit resulting data. The wireless transmission of data from the sensor transponder to the reader poses a particular challenge in metallic environments, in that metal partially reflects electromagnetic waves to unintentionally hinder enough energy from reaching the sensor. The Fraunhofer IPMS experts were able to compensate for this effect with a special antenna geometry. They have also adapted the sensor transponder to the structural shape of the shaft. Thanks to intelligent software solutions it is also possible to integrate into existing production environments and connect to existing control systems. A RFID-OPC-UA-AutoID server (ROAD server) middleware implements the OPC-UA-AutoID companion specification relevant to RFID-sensor components to provide manufacturer-independent, standard-compliant communication for industrial automation. This allows for any reader device, identification, or sensor transponders from any manufacturer and operating in any of the different LF, HF, UHF and NFC frequencies to be uniformly addressed.

DRAHTLOSE PROZESSÜBERWACHUNG AN WERKZEUGMASCHINEN

Forscher des Geschäftsfelds WMS haben im Jahr 2017 einen draht- und batterielosen RFID-Sensor entwickelt, der Temperatur und Verformungen an metallischen rotierenden Bauteilen wie Wellen oder Spindeln überwachen kann. Der Sensor soll Betreiber von hochautomatisierten Produktionsanlagen ansprechen, die fehlerhafte Prozesse oder einen vorzeitigen Verschleiß an Werkzeugen frühzeitig erkennen wollen, um Schäden an Maschinen und Produktionsausfälle zu vermeiden oder betriebliche Abläufe zu optimieren.

Der Sensor nutzt die aus der RFID-Technologie bekannte drahtlose Daten- und Energieübertragungstechnik von Lesegerät zu Sensor. Das Lesegerät speist den Sensor mit Energie, um die Messung durchzuführen und anschließend die Messwerte zu übertragen. Die drahtlose Übertragung von Sensortransponder zu Lesegerät stellt in metallischen Umgebungen eine besondere Herausforderung dar, da Metall elektromagnetische Wellen teilweise in ungewollter Weise reflektiert und die notwendige Energie so nicht am Sensor ankommt. Diesen Effekt konnte das Entwicklerteam durch eine spezielle Antennengeometrie ausgleichen. Gleichzeitig haben die Entwickler den Sensortransponder an die Bauform der Welle angepasst. Mit intelligenten Softwarelösungen ist auch die Integration in bestehende Produktionsumgebungen und die Anbindung an vorhandene Leitsysteme einfach zu realisieren. Eine Middleware, der sogenannte RFID-OPC-UA-AutoID-Server (ROAD-Server), setzt die OPC-UA-AutoID-Companion-Spezifikation entsprechend für RFID-Sensor-Komponenten um und ermöglicht damit eine herstellerunabhängige, standardkonforme Kommunikation beliebiger Lesegeräte, Identifikations- und Sensor-Transponder in den verschiedenen Frequenzbereichen (LF, HF, UHF und NFC) für die industrielle Automatisierung.

◀◀ Wireless and battery-free RFID sensor for rotating component parts.

Blockchain is the new magic word in logistics, providing all members a transparent supply chain in which goods and status data are securely recorded and exchanged. ▶



RFID UND BLOCKCHAIN FÜR DAS DATENMANAGEMENT VON LIEFERKETTEN

Das Geschäftsfeld WMS hat seine RFID-Sensor-Systeme für die Identifikation und das Messen von Zuständen im Jahr 2017 um Blockchain-Software-Konzepte erweitert. In einer Blockchain (»Informationskette«) werden Daten in Blöcken chronologisch abgelegt, so dass sie für alle Teilnehmer des Netzwerks sichtbar und nachvollziehbar sind. Die Technologie erlaubt, dass die beteiligten Akteure ohne regulierende Intermediäre interagieren können. Das dafür notwendige Vertrauen entsteht, indem die Daten kryptologisch gesichert und nicht in einer zentralen Datenbank, sondern verteilt bei allen Netzwerkteilnehmern rückverfolgbar gespeichert werden. Transaktionen können so nachträglich nicht verändert werden. Das aus der Kryptowährung Bitcoin bekannte Blockchain-Konzept hat damit auch für das Datenmanagement von Lieferketten in Automatisierungs- und Logistikprozessen großes Potenzial, um Transporte zu beschleunigen, Betrug zu vermeiden sowie Ausschuss und Kosten zu reduzieren.

RFID-Transponder, also die Verbindung von Antennen-, Identifikations- und Sensortechnologie auf einem Chip, ist geeignet, um relevante Parameter im Lieferprozess zu erfassen. Die passiven RFID-Sensor-Transponder des Fraunhofer IPMS messen physikalische Parameter wie Feuchtigkeit, Erschütterung oder Temperatur und übertragen diese drahtlos an einen Reader, der auch die Energie bereitstellt. Sie sind klein, leicht, wartungsfrei, benötigen keine eigene Stromversorgung und lassen sich deswegen unkompliziert in unterschiedliche Ladungsträger integrieren. Die Sensortransponder unterstützen damit nicht nur die bereits etablierte Identifikation und Sendungsnachverfolgung von Waren zu einem bestimmten Zeitpunkt, sondern geben auch Auskunft darüber, was mit Rohstoffen, Halbfertigfabrikaten und Endprodukten bei ihrem Gang durch die Lieferkette geschehen ist.

RFID & BLOCKCHAIN FOR DATA MANAGEMENT THROUGHOUT THE SUPPLY CHAIN

In 2017 the business unit WMS has extended its wireless RFID sensor systems to be used for identification and status purposes by blockchain software concepts. In a blockchain, data is chronologically stored in blocks so that they are visible and understandable to all participants of a network. The technology allows involved stakeholders to interact without regulative intermediaries. Trust is built with cryptologically secured data being transparently distributed among network members rather than being stored in a central database. Changes to completed transactions can therefore not be made. Known from Bitcoin cryptocurrency, blockchain also has great potential for data management in supply chain automation and logistics processes to accelerate transport and shipping, prevent fraud and error, and reduce waste and costs.

RFID transponders (antenna, identification and sensor technologies connected on a chip) are suitable for determining relevant parameters in the delivery process. The passive RFID sensor transponders measure physical parameters such as humidity, vibration, or temperature and transmit this information to a reader that also provides the energy. Because they are small, light, maintenance-free and do not require an individual power supply, these transponders can be easily integrated into different containers or carriers. The sensor transponders support the already well-established identification and shipment tracking of goods at any specific time as well as provide information detailing everything that happened to raw materials, semi-finished goods and end products as they progressed through the supply chain.



Dr. Romy Liske

Die-Photo of FE-FET test chips. ▶

CENTER NANOELECTRONIC TECHNOLOGIES

The business unit "Center Nanoelectronic Technologies" (CNT) deals with the certification of processes and materials on 300 mm wafers. More than 40 tools and an own clean room (ISO 14644-1 class 1000) are available for the integration of customer processes and sub-nanometer characterization. CNT's process modules are divided into three groups.

The **Energy Devices** research group develops technologies for the integration of high-k materials into microchips and offers the entire value-adding chain from chemical precursors, material screening, process development, reliability testing right through to pilot production. There is a particular focus on atomic layer deposition (ALD).

The **Technology** group focuses on the future-oriented areas of metallization and miniaturization in the wiring of active elements. Extensive know-how in process development and the use of copper for semiconductors are available here. In addition, intensive research is being carried out on new technologies such as the integration of functionalities.

The **Non-volatile Memories** (NVM) group investigates CMOS-compatible ferroelectric materials and non-volatile memory solutions for the semiconductor market. In addition, there are various non-destructive metrology processes, scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscopy (TEM) and further specialized analysis options as well as a process module for flexible maskless production and analysis of micro and nano structures (E-Beam).

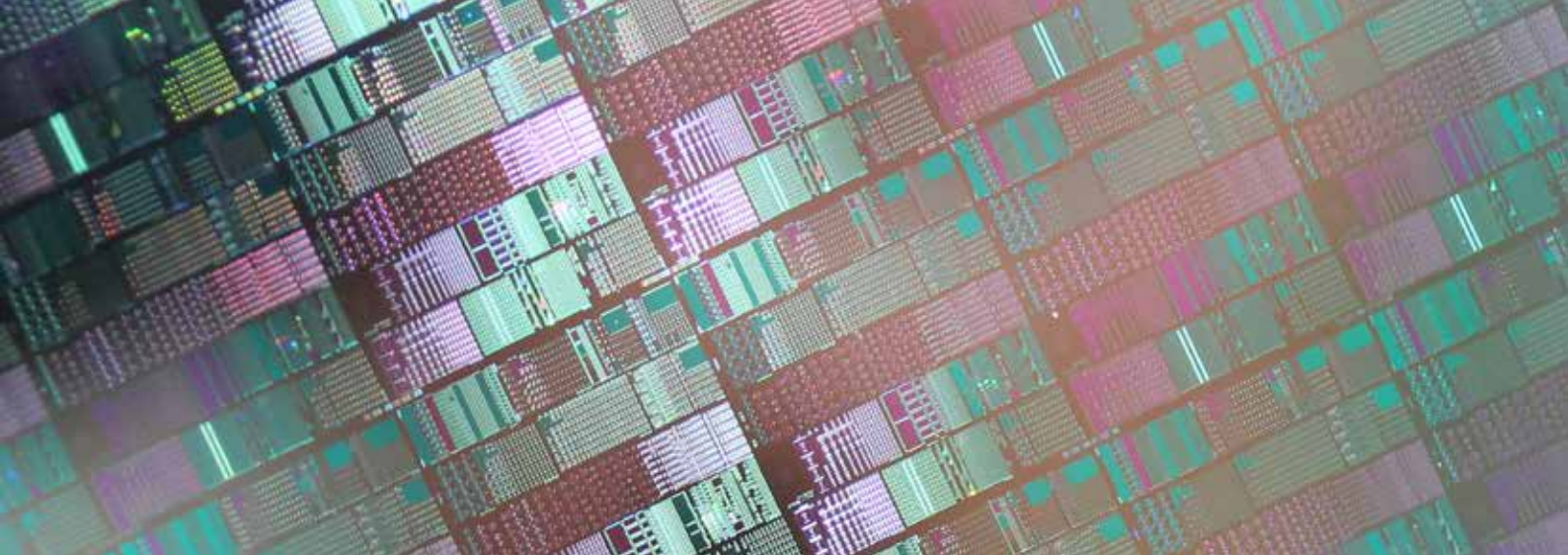
CENTER NANOELECTRONIC TECHNOLOGIES

Das Geschäftsfeld »Center Nanoelectronic Technologies« (CNT) beschäftigt sich mit der Qualifizierung von Prozessen und Materialien auf 300 mm-Wafern. Dabei stehen für die Integration von Kundenprozessen und der Sub-Nanometer-Charakterisierung mehr als 40 Tools sowie ein eigener Reinraum (ISO 14644-1 Klasse 6) nach dem Industriestandard zur Verfügung. Die Prozessmodule des CNT werden dabei in drei Gruppen unterschieden.

Die Arbeitsgruppe **Energy Devices** entwickelt Technologien zur Integration von High-k-Materialien in Mikrochips und bietet von chemischen Präkursoren über Materialscreening, Prozessentwicklung, Zuverlässigkeitsprüfung bis hin zur Pilotproduktion die gesamte Wertschöpfungskette an. Einen Schwerpunkt bildet dabei die Atomlagenabscheidung (ALD).

Der Bereich **Technology** fokussiert sich auf die zukunftsweisende Metallisierung und Miniaturisierung im Bereich der Verdrahtung aktiver Bauelemente. Umfangreiches Know-how in der Prozessentwicklung und Implementierung von Kupfer für Halbleiter stehen hier zur Verfügung. Darüber hinaus wird intensiv an neuen Technologien, wie der Integration von Funktionalitäten, geforscht.

Die Arbeitsgruppe **Non-volatile Memories** (NVM) forscht am CNT an nichtflüchtigen Speicherlösungen, wie z.B. skalierbaren ferroelektrischen Speichern. Hinzu kommen verschiedene zerstörungsfreie Metrologieverfahren sowie Rasterelektronenmikroskopie (REM), Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) und weitere spezielle Analysemöglichkeiten sowie ein Prozessmodul zur flexiblen, maskenlosen Herstellung und Analyse von Mikro- und Nanostrukturen (E-Beam).



FERROELEKTRISCHE SPEICHER FÜR LOW-POWER-SYSTEME

Überall dort wo Daten verarbeitet werden, müssen diese Informationen oft auch abgelegt und gespeichert werden. Die starke Entwicklung hin zu vernetzten, intelligenten Systemen erfordert eine Datenverarbeitung und -speicherung bereits in dezentralen Sensorknoten. Wichtige Anforderungen hierfür sind niedriger Energieverbrauch bei gleichzeitig kurzen Schalt- und Reaktionszeiten.

Im Geschäftsfeld CNT werden stromsparende, nichtflüchtige Speicher auf Basis von ferroelektrischem Hafniumoxid erforscht und auf CMOS-taugliche Halbleiterfertigungsprozesse für 200 mm- und 300 mm-Wafergrößen transferiert. Dadurch lassen sich FeFET- und FRAM-basierte Lösungen für Frontend- bzw. Backendintegration realisieren.

Im Gegensatz zu den bisher verwendeten Perovskit-basierten Materialien sind Hafniumoxid-basierte Speicher CMOS-kompatibel, bleifrei und bis hin zu sehr kleinen Technologieknoten skalierbar. Als einziges nichtflüchtiges Speicherkonzept werden ferroelektrische Speicher rein elektrostatisch betrieben und sind daher besonders stromsparend, da zum Schreiben von Daten nur noch die Umladeströme der Kapazitäten aufgewendet werden müssen.

Zur Materialentwicklung und Verbesserung der technologischen Prozesse besteht am CNT eine integrierte FeFET-Testroute, auf der zusammen mit Partnern und Kunden verschiedene Optimierungen und Entwicklungen zur Integration ferroelektrischer Materialien durchgeführt werden können. Dies ermöglicht die Weiterentwicklung neuer Konzepte sowie die fortlaufende Verbesserung der Leistungsparameter, wie beispielsweise beim Stromverbrauch.

FERROELECTRIC STORAGE FOR LOW-POWER SYSTEMS

Information often needs to be saved and stored, wherever data is processed. The strong trend toward networked, intelligent systems requires data processing and storage to be handled in decentralized sensor nodes, warranting low energy consumption with short switching and reaction times.

In the CNT business unit, energy-saving, non-volatile memories based on ferroelectric hafnium oxide are being researched and transferred to CMOS-capable semiconductor manufacturing processes for 200 mm and 300 mm wafer sizes. This makes it possible to implement FeFET and FRAM-based solutions for front-end and back-end integration.

Unlike perovskite-based materials, hafnium-based memories are CMOS-compatible, lead-free, and scalable to very small technology nodes. As the only non-volatile storage concept, ferroelectric memories operate purely electrostatically. Ferroelectric memories are particularly energy efficient because only the displacement current of the capacitors is used to record data.

To develop materials and improve technological processes, the CNT has an integrated FeFET test route, in which, together with partners and customers, various optimizations and developments for the integration of ferroelectric materials can be conducted. This provides for further development of new concepts as well as the continuous improvement of performance parameters such as power consumption.



◀ Etch structure of piezo cantilevers on a 300 mm silicon wafer.

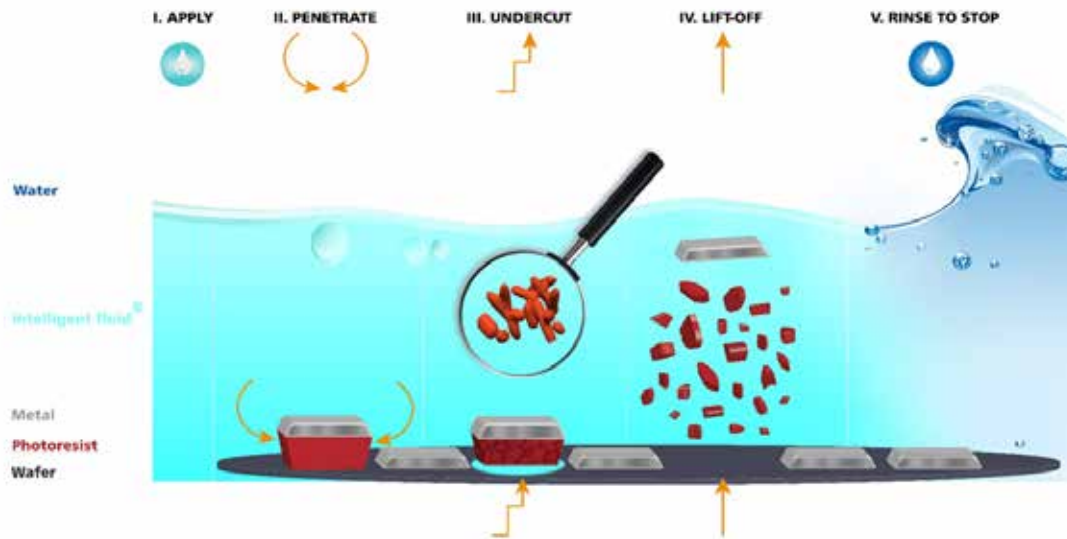
Working principle of cleaning technology. Photo: intelligent fluids. ▶

MICRO ENERGY HARVESTER FOR SELF-SUFFICIENT, INTEGRATED CHIP SYSTEMS

Many aspects of our everyday lives depend on the reliable, fully automated operation of miniaturized and decentralized systems supplied with energy from electrical lines or batteries. Such concepts are not always applicable in location-independent networks or hard-to-reach sensor areas. Therefore, developing technology for an alternative energy supply is urgently needed. Energy harvesters are able to extract small amounts of energy from ambient temperature, light, or vibration sources to power self-sufficient microsystems. Vibration-based harvesters convert kinetic energy present in the environment into electrical energy. Due to the direct mechanical-electrical conversion principle, piezoelectric materials are particularly suitable for the development of vibration-based harvesters. Within the CNT business unit, the CONSIVA research project evaluates piezo coefficients and the application potential of hafnium dioxide thin films. Hafnium dioxide has ferroelectric and thus piezoelectric properties, is RoHS compliant and CMOS compatible, which qualifies it for microelectronics. Due to its high dielectric constant, hafnium dioxide is already used in modern field effect transistors and capacitors. The business unit CNT enjoys extensive experience in the fabrication, integration and optimization of ferroelectric hafnium dioxide for innovative storage applications. In addition to material development, project efforts mainly focus on the electromechanical characterization of active test structures. At the CNT, simulations are used to design a hafnium dioxide-adapted harvester layout. On the basis of these conceptual designs, concrete application scenarios (for example, medicine, sensors, IoT) for micro energy harvesting will be demonstrated.

MIKRO-ENERGIE-HARVESTER FÜR AUTARKE, INTEGRIERTE CHIPSYSTEME

Viele Lebensbereiche sind abhängig vom zuverlässigen, vollautomatisierten Betrieb miniaturisierter und dezentraler Systeme, die bisher noch über elektrische Leitungen oder Batterien mit Energie versorgt werden. Diese Konzepte sind für ortsunabhängige Netzwerke oder schlecht zugängliche Sensorpositionen nur bedingt anwendbar, so dass die Technologieentwicklung für eine alternative Energieversorgung dringend nötig ist. Energie-Harvester können kleine Energiemengen aus Quellen wie Umgebungstemperatur, Lichteinstrahlung oder Schwingungen gewinnen, um dann autarke Mikrosysteme mit Energie zu versorgen. Vibrationsbasierte Harvester im Speziellen nutzen vorhandene Bewegungsenergie aus der Umgebung und wandeln diese in elektrische Energie um. Piezoelektrische Materialien eignen sich durch das direkte mechanisch-elektrische Umwandlungsprinzip besonders zur Entwicklung vibrationsbasierter Harvester. Im Forschungsprojekt CONSIVA werden im Geschäftsfeld CNT die Piezokoeffizienten und das Anwendungspotential von Hafniumdioxid-Dünnschichten evaluiert. Dieses Material hat ferroelektrische und damit piezoelektrische Eigenschaften, ist RoHS-konform sowie CMOS-kompatibel, was es für die Mikroelektronik qualifiziert. Aufgrund seiner hohen Dielektrizitätskonstante kommt es bereits in modernen Feldeffekttransistoren und Kondensatoren zur Anwendung. Im Geschäftsfeld CNT liegen bereits umfangreiche Erfahrungen in der Herstellung, Integration und Optimierung von ferroelektrischem Hafniumdioxid für innovative Speicheranwendungen vor. Deshalb liegt das Hauptaugenmerk neben der Materialentwicklung auf der elektromechanischen Charakterisierung an aktiven Teststrukturen. Dabei wird durch Simulationen ein auf Hafniumdioxid angepasstes Harvester-Layout am CNT konzeptioniert. Auf Basis dieser Entwürfe werden im Anschluss konkrete Anwendungsszenarien (z. B. Medizin, Sensorik, IoT) für das Mikro-Energie-Harvesting abgebildet.



UMWELTSCHONENDE REINIGUNGSTECHNOLOGIEN IN DER MIKROCHIPFERTIGUNG

Das Geschäftsfeld CNT hat zusammen mit der Firma intelligent fluids ein CMOS-kompatibles, physikalisch wirkendes Reinigungsprodukt für die Halbleiterfertigung integriert und damit den Grundstein für die Qualifizierung der Technologie für die Fotolackentfernung im Front-End-Bereich gelegt. Durch die sogenannte Phasenfluidreinigung sind bei der Herstellung nun weniger Prozessschritte notwendig, was Einsparungen bei der Produktionszeit und den Verbrauchsmitteln mit sich bringt und neue Anwendungsszenarien bei der Prozessintegration ermöglicht. Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren, bei denen z. B. Fotolacke mittels aggressiver Lösungsmittel und zum Teil toxischer Chemikalien aufgelöst und im Anschluss aufwendig entsorgt werden, unterwandern Phasenfluide die entsprechenden Schichten, fragmentieren sie und »heben« diese defektfrei von der Waferoberfläche ab. Im Anschluss werden das Phasenfluid und der abgelöste Fotolack mit DI-Wasser abgespült und rückstandsfrei entfernt. Die verwendeten Inhaltsstoffe sind besonders sanft und setzen dadurch neue Maßstäbe hinsichtlich Schadstoffreduzierung, biologischer Verträglichkeit und Arbeitssicherheit in der Mikrochipfertigung. Neben der verbesserten Arbeitssicherheit und Anlagenverträglichkeit stellt dies einen großen Fortschritt in Richtung Green Fab in der Halbleiterproduktion dar.

Die Phasenfluide wurden im letzten Projektabschnitt am Fraunhofer CNT vom Labormaßstab für den industriellen Einsatz in 300 mm-Fertigungsanlagen weiterentwickelt und auf ihre Einsatzfähigkeit in Fertigungsprozessen hin untersucht. In den kommenden zwei Jahren werden, zusammen mit dem Hersteller, die Produkte und Prozesse in eigenen Pilotlinien für die anschließende Industriefertigung qualifiziert.

ENVIRONMENTALLY FRIENDLY CLEANING TECHNOLOGIES IN MICROCHIP PRODUCTION

The CNT business unit has partnered with German technology company intelligent fluids GmbH to integrate a CMOS-compatible physical cleaning product for semiconductor fabrication. This lays the foundation for the qualification of front-end photoresist removal technology. Through so-called phase fluid purification, manufacturing now requires fewer process steps. This provides savings in production time and expendable materials and enables new application scenarios in process integration. Conventional processes dissolve photoresists by means of aggressive solvents and semi-toxic chemicals and involve costly disposal. Phase fluids, in contrast, undercut the corresponding layers, fragment them and "lift" them from the wafer surface without defects. Phase fluids and detached photoresists are then rinsed off with DI water leaving no residue. Substances used in phase fluids are particularly gentle and set new standards with regard to pollutant reduction, biocompatibility and occupational safety in microchip production. In addition to improved work safety and plant compatibility, this possibility represents a major step forward in the direction of Green Fab in semiconductor production.

During the last project stage, phase fluids were further developed from laboratory scale at the Fraunhofer CNT to industrial use in 300 mm manufacturing plants and assessed for their use in manufacturing processes. Together with the manufacturers, products and processes will be qualified in their own pilot lines for subsequent industrial production in the next two years.

MEMS Technologies Dresden

**MEMS Technologies
Dresden**





Dr. Matthias Schulze

ENGINEERING

Fraunhofer IPMS offers its customers comprehensive services for the development of micro-electro-mechanical systems (MEMS) and micro-opto-electro-mechanical systems (MOEMS) on 200mm wafers. These services range from technology feasibility studies to process development all the way to complete fabrication processes including in-line process monitoring, post-process electrical characterization, and full process and device qualification. If desired, we will drive a process and device development through to pilot production in our own facility, or transfer the technology to another facility designated by the customer. Besides the development and production of complete MEMS technologies, we provide foundry services for individual process steps as well as technology modules.

We are able to offer these comprehensive services because of our deep technological expertise in the fields of surface and bulk micromachining. In addition, we have considerable experience combining these MEMS technologies with customized CMOS device and process technology. Our know-how in integrating MEMS and CMOS is used for the development of monolithic systems, where sensors and/or actuators are manufactured, together with the control electronics, in a single fabrication process. All single processes, technology modules, and complete process technologies are developed by our highly experienced team of 40 engineers, physicists, and chemists. Likewise, our team also provides support for the clean room and clean room equipment, and pilot production technologies (including process and yield optimization activities).

TECHNOLOGIEENTWICKLUNG

Das Fraunhofer IPMS bietet seinen Kunden den kompletten Service für die Entwicklung von mikro-elektro-mechanischen Systemen (MEMS) und mikro-opto-elektro-mechanischen Systemen (MOEMS) auf 200 mm-Wafern. Diese Leistung reicht von technologischen Machbarkeitsuntersuchungen über Einzelprozessentwicklungen bis hin zur Entwicklung von kompletten Fertigungsabläufen, einschließlich Inline-Monitoring, elektrischer Charakterisierung und Qualifikation. Auf Kundenwunsch übernehmen wir nach der erfolgreichen Entwicklung die Pilotfertigung oder unterstützen einen Technologietransfer. Neben der Entwicklung und Fertigung von kompletten MEMS-Technologien stellen wir Foundry-Services für einzelne Prozessschritte oder Technologiemodule zur Verfügung.

Grundlage für dieses Angebot sind unsere umfangreichen technologischen Kompetenzen auf dem Gebiet der Oberflächen- und Bulkmikromechanik. Die Kombination dieser Technologien mit dem vorhandenen CMOS-Know-how wird für die Entwicklung von monolithisch integrierten Systemen genutzt, bei denen Sensoren oder Aktoren gemeinsam mit der Ansteuerlektronik in einem Waferprozess hergestellt werden. Unser aus 40 Ingenieuren, Physikern und Chemikern bestehendes Engineering-Team entwickelt Einzelprozesse, Technologiemodule und komplette Technologien zur Herstellung von MEMS, das heißt Sensoren und Aktoren. Die technologische Betreuung der Reinraumanlagen und der Technologie der Pilotfertigung, die unter anderem Prozess- und Ausbeuteoptimierung einschließt, wird ebenfalls durch das Engineering-Team gewährleistet.

Capabilities		
Service	Details	Specific application
Lithography		
Nikon Stepper Technology	iLine (365 nm), 1:5 projection technique	400 nm L/S
Spin Coating	Resists, polyimide, BCB	Sacrificial layer, passivation, patterning
Spray Coating		Lithography in deep structures
Double-side Mask Aligner	Contact, proximity	Front & back side wafer preparation
Lift-off Technology		
Deposition, Diffusion, Oxidation		
PE-CVD	Undoped / doped SiO ₂ (phosphorous, boron)	Sacrificial layers, ILD
	Undoped / doped a-Si:H (phosphorous, boron)	Sacrificial layers
	Silicon nitride	Passivation, membranes
	HDP oxide	Sacrificial layers, ILD
LP-CVD	Poly-silicon	Trench fill, sacrificial layer
	Silicon oxide, oxinitride	Insulator, membranes
	Silicon nitride, low stress silicon nitride (200 MPa)	Dielectrical layer, membranes, masking layer
PVD Sputtering	Al, AlSiCu, Ti, TiN	Interconnections
	Ta, Ta ₂ O ₅ , HfO ₂	Chemical Sensors, dielectrical barriers and layers
	Al, TiAl, Al-Alloys	Mirror, hinges
	SiO ₂ , Al ₂ O ₃	Optical coatings, barriers
Evaporation	Al, SiO ₂ , Al ₂ O ₃	
Oxidation	Thermal, SiO ₂	
Etching		
Dry Etch	Metal etch	Al / Al alloys
	Dielectrics & polysilicon etch	SiO ₂ , Si ₃ N ₄ , PolySi, a-Si
	Deep silicon etch (Bosch process)	Fine deep trenches with high aspect ratio up to 25:1 (e.g. isolation trenches, free movable Si structures) Deep holes in silicon (e.g. sliced membranes)
	Release techniques (SiO ₂ , a-Si)	Surface micromachining (sticking free release of micro-structures) with high selectivity to Al / Al alloys
Wet Etch	Silicon oxide (NH ₄ F-buffered HF)	
	Silicon nitride (phosphoric acid)	
	Aluminum (phosphoric & acetic acid)	
	Anisotropic Si etch (TMAH)	Grooves, membranes
	RCA clean	
Bonding & Dicing		
Anodic and Adhesive Wafer Bonding	Glass (Pyrex, Borofloat)-silicon compound	Pressure Sensors
Wafer Dicing	Dicing of glass-silicon-compound	
Metrology & Inspection		
Film Thickness Measurement		
Scanning Electron Microscope	CD, FIB - cut, inspection	
Atomic Force Microscope		
Ellipsometer		
X-Ray Diffractometer		
White Light Interferometer		
Surface and stack planarization		
CMP	Si, SiO ₂ , polymers	



Thomas Zarbock

CLEAN ROOM & PILOT PRODUCTION

The Fraunhofer IPMS operates a 15,000 square foot clean room for all customer technology development requirements, as well as pilot fabrication. Our MEMS and CMOS facility is rated at Class 4 according to ISO 14644-1 and Class 10 according to U.S. Standard 209E. We at Fraunhofer IPMS are open for a wide variety of cooperation models from complete research and development over direct customer use of our infrastructure and facilities, to foundry services for individual process steps, entire process modules, or complete pilot production projects. The clean room was planned and constructed according to the latest industry standards. With the transition of our process technology to the 200 mm wafer standard we are able to create the conditions necessary to remain an attractive R&D service provider for More-than-Moore technologies.

Our Fabrication Department provides internal services for R&D and pilot production projects within Fraunhofer IPMS. This group is responsible for operation of the clean room. It cooperates closely with the technologists and process engineers from our Engineering Department in order to transform blank silicon wafers into complete, ready-for-sale MEMS and MOEMS devices, either stand-alone, or integrated monolithically with CMOS circuits. The services offered by the Fabrication Department include: wafer processing; characterization and testing; assembly and interconnection technology; and coordination of external (third-party) services and supplier services.

To achieve commercial-grade results from chip to integrated system, our Fabrication team of 50 operators, supervisors, technicians and engineers is organized into

REINRAUM & PILOTFERTIGUNG

Das Fraunhofer IPMS betreibt einen 1500 m² großen MEMS-Reinraum der Klasse 4 nach ISO 14644-1 (Klasse 10 nach US-Standard 209E), um den Wünschen unserer Kunden von der Idee über die Lösungsfindung bis hin zur Pilotfertigung gerecht zu werden. Dabei sind wir für vielfältigste Kooperationsmodelle offen, angefangen von der kompletten Forschung und Entwicklung über die Nutzung unserer Infrastruktur und Anlagentechnik durch unsere Auftraggeber bis hin zu Foundry-Dienstleistungen für einzelne Prozessschritte bzw. komplette Technologien oder auch Pilotfertigungsprojekte. Der Reinraum wurde nach modernsten Industriestandards geplant und errichtet. Mit der Umstellung unserer Anlagentechnik auf den 200 mm-Waferstandard haben wir alle Voraussetzungen, ein attraktiver FuE-Dienstleister für More-than-Moore-Technologien zu bleiben.

Die Abteilung »Fabrication« ist interner Dienstleister für FuE- sowie Pilotfertigungsprojekte des Instituts. Als Betreiber des Reinraumes realisiert sie in enger Zusammenarbeit mit den Technologen und Prozessingenieuren der Abteilung »Engineering« die Prozessierung von MEMS und MOEMS. Beginnend mit dem unbearbeiteten Siliziumwafer werden vorgegebene Mikrosysteme und/oder CMOS-Schaltungen bis hin zum auslieferungsfähigen Bauelement gefertigt und getestet. Das Leistungsangebot der Abteilung umfasst die Waferprozessierung, Charakterisierung & Test, Aufbau- und Verbindungstechnik sowie die Organisation von externen Dienst- und Zulieferleistungen.

Um den Anforderungen unserer Kunden hinsichtlich unserer Wertschöpfung – ausgehend vom Wafer über den Chip bis zum System – gerecht zu werden, haben wir ein Team aus 50 Operatoren, Meistern, Technikern und Ingenieuren, das sich in folgende Verantwortungsbereiche

◀◀ 200 mm Trymax resist strip equipment NEO 200.

SSEC Cleaning Processor 3300ML. ▶



gliedert:

- Operating im Dreischichtbetrieb (5-Tage × 24 h) inkl. Prozesssteuerung zur Sicherstellung stabiler Prozesse und Reinraumbedingungen
- Equipment Engineering und Instandhaltung
- Fertigungsplanung und -steuerung für eine durchgehend termingerechte Abarbeitung

Innerhalb der Gruppe »Charakterisierung & Test« erfolgt die herausfordernde Überprüfung der Kombination elektrischer und nichtelektrischer Eigenschaften der hergestellten mikromechanisch-optischen Systeme. Dadurch ist es möglich, Sensoren, Aktoren, digitale und analoge Schaltungskomponenten final zu bewerten, bevor die Systeme an die Kunden übergeben werden. Neben den klassischen elektrischen Testverfahren kommen nichtelektrische, vor allem optische Mess- und Stimulierungsverfahren zum Einsatz. In enger Abstimmung mit dem Auftraggeber erfolgen Planung, Testprogrammentwicklung und Testdurchführung. Die Einbindung von Spezialgeräten wie z. B. Laservibrometern, Spektrometern, Interferometern oder Farbmesskameras erlaubt die kombinierte elektrische und mechanisch/optische Charakterisierung dieser Mikrosysteme. Die elektrische Ansteuerung erfolgt dabei mit Mixed-Signal-Testsystemen, die eine große Flexibilität, hohe Testabdeckung und hohen Durchsatz ermöglichen.

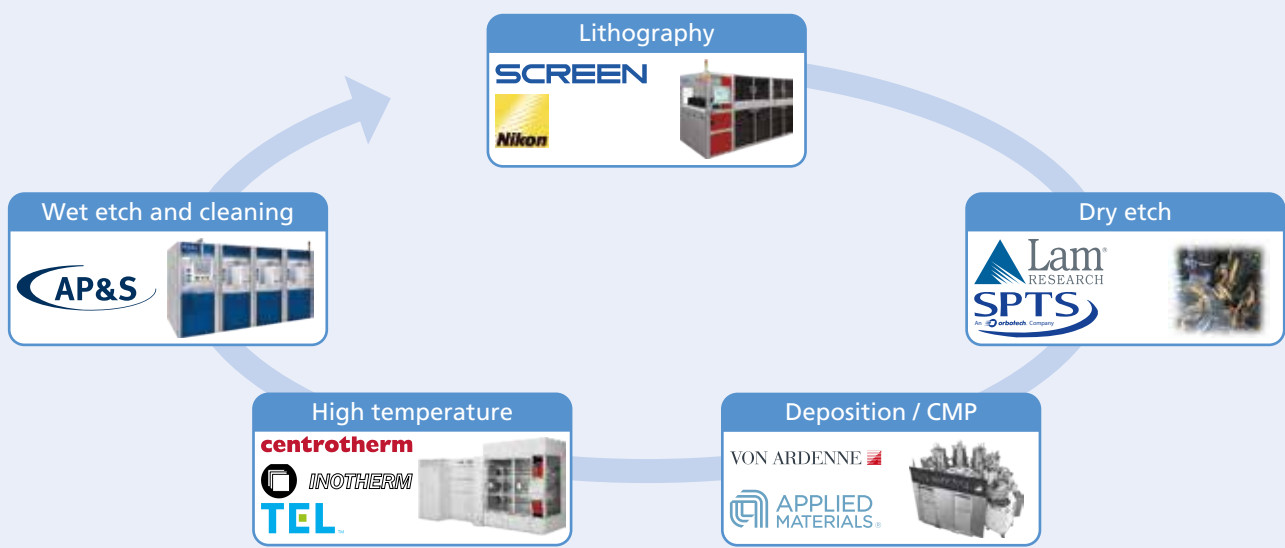
Die qualitätsgerechte Realisierung unseres High-Mix/Low-Volume-Ansatzes sichern wir durch ein PPS integriertes Qualitätsmanagement (ISO 9001), welches neben engmaschiger Prozessüberwachung und aktiver Durchlaufzeit-Steuerung, zur hohen Zuverlässigkeit und Liefertreue beiträgt.

the following areas of responsibility:

- Operations: 24/5 operations (three shifts) incl. process control to ensure stable processes and consistent clean room conditions
- Equipment Engineering and Maintenance
- Production planning and control: to achieve on-time delivery

Our "Characterization & Testing" group performs all facets of measurement and evaluation of electrical and non-electrical properties of devices produced by our facility. Their responsibilities include the challenging examination of complex MOEMS systems. They measure final performance, quality and yield of sensors, actuators, and digital and analog circuits, prior to delivery to our customers. Both classical electrical test methods and non-electrical methods are used, especially optical measurements and stimulation methods. The CAT group cooperates closely with our clients to create test protocols appropriate to the devices and processes under development. Integration of special equipment such as laser vibrometers, spectrometers, interferometers and colorimeters facilitates combined electrical and mechanical/optical characterization of microsystems. Electrical actuation is carried out using mixed-signal test systems which allow for great flexibility, coverage and throughput.

The management of quality in our multi-process/low-volume fab environment is essential, and performed according to strict PPS integrated quality management (ISO 9001), ensuring both tight cycle-time and process control, leading to high reliability and on-time delivery.



200 MM EXTENSION IN THE FINAL STAGES

By the end of 2017 the transition of the microsystems technology clean room to 200 mm wafer technology could be largely concluded. Total funding of 30 million euros has been made available to achieve this. EDRF and the State of Saxony have provided 24 million euros with the German federal government contributing a further six million euros. 25 million euros have been used for an investment in about 40 new process systems, 2.6 million were invested in retrofitting of existing equipment and 2.4 million were used to support the supply systems of clean room equipment.

Within the scope of public bidding procedures, many well-known equipment manufacturers were able to provide proven systems platforms, taking Fraunhofer IPMS a major step forward to further standardization of processes and increasing the Fraunhofer IPMS compatibility with external technologies.

Beginning in the summer of 2014, a detailed planning phase began addressing the complex expansion project from technical, technological and logistical perspectives. The project officially started on September 30, 2015. After funds were released which was an important milestone asset procurement began and was completed by the end of 2017. At present (first quarter of 2018) our interdisciplinary team is pressing ahead with the technology integration. During the third quarter of 2017 our integration engineers were able to start first integration runs with the focus on testing important MEMS modules and functionalities. With expiration of the 150 mm line in the first quarter of 2018, Fraunhofer IPMS is now able to offer comprehensive research and development services at 200 mm. Current

ERWEITERUNG AUF 200 MM-WAFER VOR DEM ABSCHLUSS

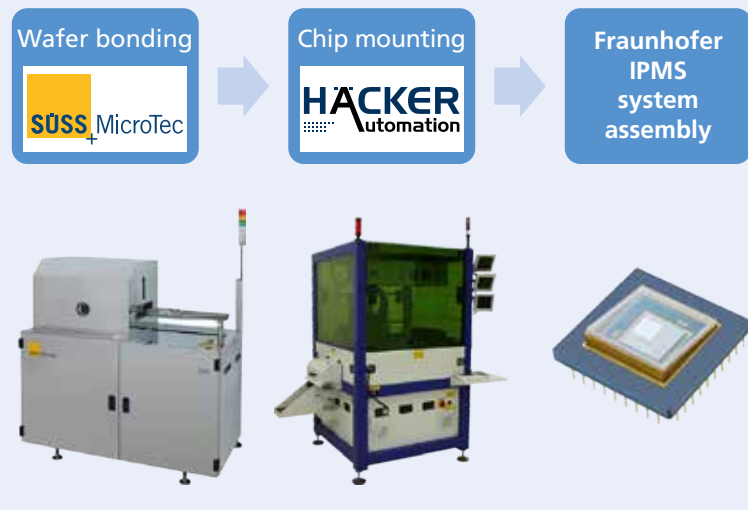
Die Umstellung des Mikrosystemtechnik-Reinraums auf die 200 mm-Wafertechnologie konnte bis zum Jahresende 2017 weitestgehend abgeschlossen werden. Für die Maßnahmen standen insgesamt 30 Millionen Euro Fördermittel zur Verfügung. Neben 24 Millionen Euro aus dem EFRE-Fond sowie sächsischen Landesmitteln steuerte der Bund weitere sechs Millionen Euro bei. Für 25 Millionen Euro wurden knapp 40 neue Prozessanlagen beschafft, weitere ca. 2,6 Millionen Euro flossen in Umrüstungen bereits vorhandener Anlagen, und für ca. 2,4 Millionen Euro erfolgten Erweiterungsmaßnahmen an den Versorgungssystemen für den Reinraum bzw. die Anlagen.

Im Rahmen der öffentlichen Bieterverfahren konnten sich viele namhafte Anlagenhersteller mit ihren bewährten Anlagenplattformen durchsetzen. Dies unterstützt die weitere Standardisierung von Prozessen und erhöht die Kompatibilität zu externen Technologien der Projektpartner.

Da es sich bei dieser umfangreichen Erweiterungsmaßnahme um ein komplexes Vorhaben sowohl aus technischer, technologischer als auch logistischer Sicht handelt, wurde bereits im Sommer 2014 mit einer detaillierten Planungsphase begonnen. Der offizielle Maßnahmenbeginn erfolgte am 30. September 2015. Mit diesem Meilenstein der Mittelfreigabe begann die Phase der Anlagenbeschaffung, die bis Ende 2017 im Wesentlichen abgeschlossen werden konnte. Aktuell (Frühjahr 2018) befindet sich das interdisziplinäre Projektteam in der fortgeschrittenen Phase der Technologie-Integration. Seit dem dritten Quartal 2017 stehen die wichtigsten Einzelprozesse auf 200 mm zur Verfügung, um mit der Integration erster Kundentechnologien beginnen zu können. Mit dem Auslaufen der 150 mm-Linie Ende des ersten Quartals 2018 ist das Fraunhofer IPMS nun in

◀ 200 mm wafer processing (equipment examples).

200 mm packaging (equipment examples). ▶



der Lage, FuE-Dienstleistungen auf 200 mm anbieten zu können. Parallel dazu werden bestehende Pilotfertigungsdienstleistungen auf 200 mm bis Ende 2018 qualifiziert.

In den Verhandlungen mit den Anlagenherstellern ist es uns gelungen, neben dem Wiederherstellen von 150 mm-Prozessen auf 200 mm auch neuartige Prozesse und Anlagenmodule zu beschaffen. Highlights sind dabei:

- 5-Zonen-CMP für deutlich verbesserte Planaritäten
- 6-Modul-Sputteranlage für reaktive Abscheidereprozesse
- CVD-Abscheidung mit den neuen Prozessmodulen HDP-Oxid und SiGe
- Plasma-Ätz-Kammer vom Typ Rapier für Tiefes-Silizium-Ätzen
- Zweistrahliges Raster-Elektronen-Mikroskop (REM) mit FIB cut

Aufgrund der neuen Prozessanlagen ergibt sich eine Kompatibilität zu Partnern des Fraunhofer IPMS, die sich bereits konkret in der Bündelung von Fähigkeiten der Partner aus dem ADMONT-Projekt mit dem Ergebnis des Technologietransfers eines Fraunhofer IPMS-Projekts auf 200 mm-Wafer manifestierte. Mit der 200 mm-Kompatibilität als typische Wafergröße für die MEMS-Fertigung gelang es uns im Jahr 2017, mehrere Anlagenhersteller für die Kooperation zur Entwicklung von neuen Prozessen und auch für die Optimierung von Anlagen für die MEMS-Fertigung zu gewinnen.

pilot manufacturing services will also be qualified to 200 mm by the end of 2018.

In negotiations with equipment manufacturers, we succeeded in obtaining new processes and equipment modules as well as restoring 150 mm processes at 200 mm. Highlights include:

- 5-zone CMP for significantly improved planarities
- 6-module sputtering system for reactive deposition processes
- CVD deposition using the new HDP oxide and SiGe process modules
- Advanced Rapier type deep silicon etch system
- Dual Beam SEM with FIB cut

New process equipment has provided Fraunhofer IPMS compatibility with its partners which has already manifested in the collaborative abilities in the ADMONT project which resulted in transferring the technology of a Fraunhofer IPMS project to 200 mm wafers. With compatibility to the 200 mm as the typical wafer size for MEMS production, we have been able to win over several equipment manufacturers for both cooperative development of new processes as well as collaborative optimization of equipment for MEMS production in the year 2017.

Equipment		
Lithography	Stepper I-line	NSR-2205i 14E2 Nikon
	Mask Aligner	MA 200 GEN 3 SUSS
	Coater-Developer	SK-80EX Screen
	Spin Coater (e.g. BCB)	Gamma 80 Spin Coater SUSS
	Spray Coater (High topology)	Gamma 80 Alta Spray Coater SUSS
	Spray Coater (High topology)	EV101 EVG
	UV-Stabilizer	Fusion 200 PCU Polo Axcelis
Deposition	PE-CVD / SA-CVD (USG, PSG, BPSG, Silicon nitride, a-Si:B, HDP oxide)	Centura Applied Materials
	PE-CVD / SA-CVD (USG, PSG, BPSG, Silicon nitride, a-Si:h)	Centura Applied Materials
	Anti Stiction (Molecular Vapor Deposition System)	MVD300 SPTS
	LP-CVD (Poly-Si, SR nitride, TEOS, Oxynitride)	E1550 HAT 320-4 Centroterm
	ALD – atomic layer deposition (Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , HfO ₂)	P-300 Picosun
	PVD Sputtering (Al, TiAl, SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , a-Si, HfO ₂)	CS400S Von Ardenne
	PVD Sputtering (Al, TiAl, SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , a-Si, HfO ₂)	CS400 Von Ardenne
	PVD Sputtering (Al, AlSiCu, Ti, TiN)	Sigma 204 SPTS
Furnaces	Evaporation (Al, SiO ₂)	PLS 570 Balzers
	Horizontal Furnace (Oxide, Diffusion, Anneal)	E1550 HT 300-5 Centroterm
	Vertical Furnace (Gate Oxide)	Alpha 8SE TEL
Dry Etch	RTA / RTP	Heatpuls 8108 Metron
	Etch (Oxide, Nitride, Poly-Si, Deep Si)	Omega fxP SPTS
	Etch (Oxide, Nitride, Deep Si)	Omega fxP SPTS
	Etch (Al alloys)	ALLIANCE 9600PTX LAM
	Etch (Deep Si)	Omega i2L SPTS
	Resist Strip	Plasma System 300 PVA Tepla
	Resist Strip	NEO 2000 Trymax
Wet Etch and Cleaning	Wet Etch (Silicon oxide, Silicon nitride, Al)	Manual wet bench AP&S
	Wet Etch (Anisotropic Si: TMAH)	Manual wet bench AP&S
	Wet Strip	Solvent Spray Tool Semitool
	Wet Etch (Al, Al ₂ O ₃ , TiAl, Freckle etch)	Manual wet bench AP&S
	Wet Etch (resist removal & lift off)	Manual wet bench AP&S
	Wet Etch R&D (oxide, nitride, metal, SC2)	Manual wet bench AP&S
	Wet Etch R&D (oxide, silicon, SC2)	Manual wet bench AP&S
	Wet Strip (EKC clean)	Cintillio SST OEMgroup
	Wafer Cleaning (SC1, SC2, DHF, RCA)	GigaStep AP&S
	Cleaning Processor (High velocity spray, Scrubber)	3300ML SSEC
Chemical Mechanical Polishing (CMP)	Nanospray, Brush, Bevel Brush	SS-80BW-AVR Screen
	CMP (Silicon oxide, a-Si)	DESICA Applied Materials
Vapor Etch for MEMS Release	CMP (Silicon oxide, Polyimide, a-Si)	MIRRA Applied Materials
	Si Vapor Etch (XeF ₂)	X-SYS-3B:6 Xactix
	XeF ₂ aSi Release	CVE SPTS
Packaging	SiO ₂ Vapor Etch (HF)	MEMS-CET system Primaxx
	Wafer Saw	DAD 651 Disco
	Bond Aligner (Anodic & adhesive)	BAB Gen3 SUSS
	Bonder (FEOL)	SB8 Gen2 SUSS
	Bonder (BEOL)	XB8 Häcker Automation
	Pick & Place (chip assembly)	VICO Xtec/Laser Häcker Automation
Fineplacer (chip assembly)	FEMTO Finetech	

Equipment (cont.)

Analysis / Metrology	Film Thickness Measurement System	NanoSpec 9100/8000 X Nanometrics
	Film Thickness Measurement System	Lambda Ace RE-3300 Screen
	Film Thickness & Reflectivity Measurement System	Olympian n&k
	Sheet Resistance Measurement	CDE 168 Creative Design Engineering
	Wafer Stress Measurement	FSM 500TC-R FSMG
	Defect Inspection	Compass Pro Applied Materials
	Defect Classification (optical review)	INS3000 Leica
	Bright Light Inspection (200 & 300mm)	Axiospect 302 HSEB
	Scanning Electron Microscope	JSM-6700F Jeol
	Scanning Electron Microscope	Helios Nanolab 660 FEI
	CD-SEM Measurement	Verity Lite Applied Materials
	Atomic Force Microscope	Nanoscope D3100 Veeco
	Ellipsometer	V-VASE (190 ... 1700 nm) Woollam
	X-Ray Diffractometer	D5000 Siemens
	Surfscan Particle Inspection Analyzer	Surfscan 6220 KLA-Tencor
	FTIR Microspectroscopy System	FTIR6700+ ThermoFischer
	Digital SPV measurement	FAaST 230 SPV - CV – MC (Version C) SemiLab

Capabilities Test and Characterization

Technology	Equipment	Properties
Mixed Signal Testing	M3650, M3670-Falcon/EG4090μ+ Advantest	176 digital pins, 24 analog pins, 8 voltage supply pins, 2 × 80 V/20 A supply, various digitizers & generators, wafer size 4", 5", 6", 8"; temperature: -40 ... +125°C
	M3650/EG4090μ Advantest	72 digital pins, 32 analog pins, 51 V/5 A supply, various digitizers & generators, wafer size 4", 5", 6", 8"; temperature: -40 ... +125°C
Parametric Test System	HP4062 Agilent/EG4090μ	48 channels, wafer size 4", 5", 6", 8"; temperature: -40 ... +125°C
	S530 basic Keithley/EG4090μ+	Matrix up to 72 channels, wafer size 6 ... 8", temperature: -40 ... +125°C
Electro-optical Test System for Micro Displays and Sensors	Color Measurement System LMK98-4, F1600C Pike Camera, Spectrometer USB4000 PA300 Cascade	Color & luminance measurements, DUT images up to 16 MPix wafer size up to 12"; capabilities for bare dies or modules, temperature: -40 ... +125°C
Sensor Actor Test System for Micro Mirrors	AP200 Cascade, changeable chuck-addons for MEMS probing	Wafer size 6", temperature: 15 ... 125°C, SMU, laser light barriers, frequency counter, switch matrix, up to 72 channels
Optical Inspection	PA200 Cascade	Manual or fully automated image processing
Non-electrical Test	Pressure Burst Test System	Up to 5 channels; pressure ≤ 200 bar
	pH Sensor Tester IPMS	Up to 20 channels, configurable set points
	Thermal Calibration ESPEC	-45°C ... 145°C @ (14 deg/min) rH controlled
	Shock and Vibration LDS, Endeveco	300 N sine; up to 5000 g pulse
CV Analysis	LF and HF CV	Oxide thickness; flat band voltage; effective oxide charge; average bulk dop.; threshold voltage; Debye length; interface trap density
	HF-Ct	Relaxation time; minority carrier lifetime; surface scan velocity
	TVS; CV BTS	Mobile ions concentration (Na, K, ...); oxide thickness
Characterization of Insulator Integrity and Reliability	E_{ramp} and E_{const} (TDDB)	Breakdown field; Weibull plot; time/charge to breakdown
	J_{ramp} ; J_{const}	Time/charge to breakdown; breakdown voltage; Weibull plot

Center Nanoelectronic Technologies

Center Nanoelectronic Technologies





SERVICES

The business unit CNT has its own infrastructure for process and material development on 300 mm wafers at its site at Königsbrücker Straße. The working environment complies with industrial standards and permits customers a contamination-free input and output of wafers. Developments and new processes can be integrated into customer processing sequences (down to 2X nm) rapidly and without risk in order to save production costs and time.

The range of services extends from technology development and electrical characterization to reliability testing, evaluation of equipment right through to comprehensive nanoanalytics. More than 40 experienced scientists work on new materials, processes and nanoelectronics components to find optimal solutions for customers. Local proximity to production lines and close cooperation with industrial partners make CNT an ideal cooperation partner.

More than 40 processing and analysis tools are available for processing customer orders on 800 m² of clean room space (ISO 14644-1 class 6) and 200 m² of laboratory space. The equipment includes deposition and etching systems as well as inspection and analysis tools to determine defects and measure layer properties.

LEISTUNGEN

Das Geschäftsfeld CNT verfügt über eine eigene Infrastruktur für die Prozess- und Materialentwicklung auf 300 mm-Wafern am Standort Königsbrücker Straße. Die Arbeitsumgebung entspricht dem Industriestandard und ermöglicht Kunden eine kontaminationsfreie Ein- und Ausbringung von Wafern. Entwicklungen und neue Prozesse können dadurch risikolos und schnell in die Prozessabläufe der Auftraggeber integriert werden, um Herstellungskosten und Zeit zu sparen.

Die Leistungsbandbreite reicht von Technologieentwicklung, elektrischer Charakterisierung über Zuverlässigkeitsprüfung, Evaluation von Equipment bis hin zur umfangreichen Nanoanalytik. Mehr als 40 erfahrene Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten an neuen Materialien, Prozessen und nanoelektronischen Komponenten, um optimale Lösungen für die Kunden zu finden. Die lokale Nähe zu den Fertigungslinien und die enge Zusammenarbeit mit Industriepartnern machen das CNT dabei zu einem idealen Kooperationspartner.

Zur Bearbeitung der Kundenaufträge stehen auf 800 m² Reinraumfläche (Klasse 6 nach ISO 14644-1) und 200 m² Laborfläche über 40 Prozessierungs- und Analytiktools zur Verfügung. Der Anlagenpark umfasst unter anderem Abscheide- und Ätzanlagen sowie Inspektions- und Analysegeräte zum Bestimmen von Defekten und dem Messen von Schichteigenschaften.

◀◀ Clean room of the Center Nanoelectronic Technologies at Königsbrücker Straße in Dresden.

Wafer inspection. ▶



SCREENING UND WAFER SERVICES FÜR DIE HALBLEITERFERTIGUNG

Das Center Nanoelectronic Technologies CNT konnte im vergangenen Jahr seine Kompetenzen im Bereich der 300 mm-Prozess- und Technologieentwicklung weiter ausbauen und verschiedene Projekte zur Anlagenevaluation und der Optimierung von Prozesschemie erfolgreich durchführen. Im Bereich Back-End-of-Line wurden mit Herstellern unter anderem post-CMP (chemisch-mechanisches Polieren) Reinigungskemikalien hinsichtlich ihrer Defektperformance auf Kupfer -und Kobaltblankwafern in den Anlagen des CNT getestet. Im Zuge der Evaluation wurde jeder einzelne Prozessschritt analysiert und für den Einsatz in der Halbleitervolumenfertigung unter Industriebedingungen optimiert.

Für die professionelle Skalierung von Prozessen und Chemikalien (»From Lab to Fab«) bietet das Geschäftsfeld eine industrieübliche Auswahl an Blankwafern zur weiteren Prozessierung an (Wafer Services). Projektpartner und Kunden haben damit die Möglichkeit individuelle Teststrukturen via E-Beam-Lithographie oder vollstrukturierte Wafer (bis 22-nm-Technologieknotten) in Anspruch zu nehmen und für CMP, ECD, Cleaning, STI oder Dünnschichtkonformität am CNT prozessieren und analysieren zu lassen. Durch das professionelle Wafer-Handling, Kontaminationsmanagement sowie ISO 9001-Qualitätsmanagement sind im Anschluss schnelle Wafer-Loops und die direkte Integration von Innovationen in die Produktionslinie möglich.

Das Geschäftsfeld CNT ist mit über zehn Jahren Erfahrung als Plattform für Halbleiterproduzenten, Equipmenthersteller und Materialzulieferer für die Qualifizierung und Integration neuer Produkte und Prozesse unter Industriebedingungen ein kompetenter Forschungs- und Entwicklungspartner im Silicon Saxony.

SCREENING AND WAFER SERVICES FOR SEMICONDUCTOR MANUFACTURING

Last year, the Center Nanoelectronic Technologies (CNT) further expanded its expertise in the area of 300 mm process and technology development and successfully carried out various projects for plant evaluation and the optimization of process chemistry. Back end of line research included, among other things, testing post-CMP (chemical-mechanical polishing) cleaning chemicals for their defect performance on copper and cobalt blank wafers. Testing was conducted together with manufacturers in the CNT facilities. Each individual process step was analyzed and optimized for use in the mass production of semiconductors under industrial conditions.

The business unit offers an industry-wide selection of blank wafers for further processing (wafer services) to support the professional scaling of processes and chemicals ("From Lab to Fab"). Both project partners and customers are provided the opportunity to use individual test structures via E-beam lithography or fully structured wafers (up to 22 nm technology nodes) in order to process and analyze CMP, ECD, cleaning, STI or thin-layer conformity at the CNT. Professional wafer handling and contamination management, as well as ISO 9001 quality management now allow for fast wafer loops and the direct integration of innovations into the production line.

A competent research and development partner in Silicon Saxony, the CNT business unit has more than ten years of experience as a platform for semiconductor producers, equipment manufacturers and material suppliers for the qualification and integration of new products and processes under industrial conditions.

Equipment		
Thin Films / Deposition	ALD / CVD Batch	A412 ASM
	ALD / CVD	Eureka 3000 Jusung
	ALD / CVD	Polygon 8300 (Pulsar) ASM
	PEALD	FlexAL Oxford Instruments
	PVD / CVD	Endura AMAT
	Spin Coating	Cee Model 100 FX Brewer Science
Nanopatterning	Etch	Centura Mesa DPS AMAT
	Etch	Centura Metal DPS G5 AMAT
	Litho	SB3050DW Vistec (50 kV VSB)
	Track	Cee 100x/200x Brewer Science
	Track	Cleantrack ACT12 TEL
Anneal	Anneal	Helios XP Mattson
	Cu Anneal	Formula TEL
Wet Processes	WetEtch / Clean	FC3000 WetBench DNS
	WetEtch / Clean	Semitool Raider SP AMAT
Metallization / CMP	CMP	Reflexion LK AMAT
	CMP Support	6 × Mobile Slurry Distribution Stangl
	ECD	Semitool Raider ECD AMAT
Analytics	Ellipsometry / Porosimetry	Sopra EP5 Semilab
	FIB	Strata 400 FEI
	FTIR	640-IR Agilent
	Raman	InVia Renishaw
	SEM	S5000 Hitachi
	TEM	Tecnai FEI
	TXRF	Picofox S2 Bruker AXS
	ToF SIMS	ToFSIMS 5 IonTof
	XRD	D8 Discover Bruker AXS
Metrology / Process Control	AFM	X3D Veeco
	CD-SEM	Verity 4i AMAT
	Defect Detection	Aegis NextIn
	Ellipsometry	Spectra FX100 KLA
	Microscope	INS3300 Vistec
	Particle Measurement	SP2 KLA
	Profiler	HRP340 KLA
	Resistivity Measurement	RS100 KLA
	Resistivity Measurement	WS-3000 Napson
	Review-SEM	SEM Vision AMAT
	XPS	Theta300i ThermoFischer
	XPS	VeraFlex ReVera
	XRD / XRR	Metrix-F Jordan Valley
Electrical Characterization	Automatic Prober	Precio TEL
	Semiautomatic Prober	PA300 Suss Microtec
	Clean Room Prober	Precio TEL
	RF-Prober Semi-Auto	Cascade Elite 300 FormFactor
	Prober Reliability / NVM	FormFactor
	Semi-Automatic Grinding Machine	Labopol-20 Struers

Capabilities

Thin Films / Deposition

ALD Oxide, Nitrides

Al ₂ O ₃ , ZrO ₂ , HfO ₂ , TiO ₂ , SrO, SrTiO _x , Ta ₂ O ₅ , Nb ₂ O ₅ , NiO	High-k, MIM, laminates, doped layers	FEoL
SiO ₂ , SiN _x	Liner, spacer	FEoL

ALD Metal

TiN, TaN, NiN _x	Electrode, gate, barrier	FEoL
----------------------------	--------------------------	------

CVD

TiN, Ni		FEoL
a-Si, poly Si, SiGe (epitaxial)	Source / drain	FEoL
Co, CoN _x	Barrier, liner, seed	BEoL

PVD

Ta, TaN, Cu	Barrier, liner, seed	BEoL
-------------	----------------------	------

Spin-on

SiO ₂ , low-k, Resist	Fill, hardmasks, dielectrics	FEoL / BEoL
----------------------------------	------------------------------	-------------

Nanopatterning

Lithography

E-Beam (≤30 nm CD)	Direct write	FEoL / BEoL
Resist coating and development, top/bottom coating, special resists	Resist	FEoL / BEoL

Plasma Etch

SiO ₂ , SiN, BARC, SiON, a-C:H	Hardmasks	FEoL
SiO ₂ , SiN, SiCN, low-k, ULK	Dielectrics	BEoL
Si, a-Si, poly-Si	Deep trench, TSV	FEoL
HfO ₂ , ZrO ₂ , HfZrO _x , TiO ₂ , Al ₂ O ₃	High-k, gate etch	FEoL
W, TiN, TaN, TaCN, poly-Si, Al	Electrodes	FEoL / BEoL

Anneal

N ₂ , NH ₃ , Cl ₂ , NF ₃ , O ₂	Furnace	FEoL
N ₂ , H ₂ , Ar	Furnace	BEoL
Soak anneal, spike anneal, forming gas anneals, RTO, RTN, silicidation	RTP	FEoL / BEoL

Wet Etch / Cleaning

Wet Etch

dHF, HotPhos	Oxide, nitride etch	FEoL
NH ₄ OH	Silicon etch	FEoL
dHF	Oxide etch	BEoL

Cleaning

SC1, SC2, dHF	RCA clean	FEoL
SPM, SOM, SOPM	Resist strip, organic removal	FEoL
All water based, solvent based cleaning chemicals	Resist strip, post etch clean	FEoL

Capabilities (cont.)

Metallization / CMP

Electroplating

Cu	Dual damascene, bumps, TSV	BEoL
Cu coupons		Lab

CMP

Cu	Cu polish	BEoL
Ta, TaN, Co	Barrier polish	BEoL
SiO ₂ , low-k, SiN	Oxide polish	FEoL / BEoL
SiO ₂ , SiN	STI polish	FEoL / BEoL

Analytics

Transmission electron microscopy (TEM) + EDX & EELS		Lab
Focused ion beam (FIB)		Lab
Scanning electron microscopy (SEM)		Lab
Total reflection X-Ray fluorescence spectroscopy (TXRF)		Lab
X-Ray diffraction (XRD) / X-ray reflectometry (XRR)		Lab
Raman spectroscopy		Lab
Fourier transformed infrared spectroscopy (FTIR)		Lab
Ellipsometry / Porosimetry (EP)		Lab
Time of flight secondary ion mass spectroscopy (ToF SIMS)		Lab
Confocal microscopy		Lab

Metrology / Process Control

Review SEM / EDX	Particle and defect review, profile measurement	FEoL / BEoL
CD SEM	CD control, LER, process control	FEoL / BEoL
Optical microscopy	Optical inspection	FEoL / BEoL
3D-atomic force microscopy (AFM)	Trench profiles, CDs, roughness	FEoL / BEoL
Profilometry	Dishing & erosion, plating profiles	FEoL / BEoL
X-Ray photoelectron spectroscopy (XPS)	Elemental composition	FEoL / BEoL
X-Ray diffraction (XRD) / X-Ray reflectometry (XRR)	Phase analysis, film thickness	FEoL / BEoL
Spectroscopic ellipsometry (SE)	Film thickness	FEoL / BEoL
SP2 particle analysis	Particle measurements	FEoL / BEoL
Defect inspection for patterned wafers	Defect density measurements	FEoL / BEoL
Sheet resistance measurements (4 point)	Resistivity measurement	FEoL / BEoL

Capabilities (cont.)

Reliability / Electrical Characterization

Electrical Characterization & Reliability

Automated probing from minus 55°C to 200°C, low noise	PCM, reliability, failure analysis, microprobing
Semiconductor device characterization	Transistors and passives
RF-Parameter measurements, extraction of S-parameters	Parameter measurements of wafers / lots
Electro impedance spectroscopy (EIS)	Electro-chemical method for k-value determination
Fast capacitor process loop (MIS & MIM)	Material & ALD-process characterization and optimization
Charge pumping investigation	Analysis of trap density
TDDB / BTI analysis	Device reliability
High-k / low-k material characterization with a fast dot-mask	

Non-volatile Memories (NVM)

Charge-trap, floating-gate, Fe-RAM, RRAM, embedded and stand-alone NVM	Characterization and reliability from bit cell to Mbit array
Optimization / characterization of memory operation parameters	Electrical memory failure analysis
Program / erase characteristics	Disturb analysis (program, erase & read disturb)
NVM reliability (cycle endurance, retention)	Special NVM and select device characterization

Software / Data Processing

INSCALE® Asetla Nanographics	Advanced E-Beam data preparation
PCM setup readiness within one day: Automated test execution	Versatile test-specification interface
Test equipment cross-linkage	Flexibility of tests and generation of high statistic
Customized data interface	Fast and versatile customization of data formats
Flexible and fast data-processing support with automated report	Characteristics, statistical analysis & wafer maps
Central test execution and data collection	

Höhepunkte

Highlights





◀ From left to right: Dr. Eva-Maria Stange, Saxon Minister of Science, Stanislaw Tillich, Minister President of the Free State of Saxony, Stefan Müller, Parliamentary Secretary of State at the BMBF, Prof. Hubert Lakner, Chairman of the Steering Committee at the Research Fab Microelectronics and Executive Director of the Fraunhofer IPMS, Prof. Georg Rosenfeld, Member of the Board Fraunhofer-Gesellschaft at the unveiling of the symbolic stele at the entrance to the Fraunhofer IPMS.

Prof. Hubert Lakner explained what the interweaving of expertise presently distributed among the application-oriented microelectronics institutes could look like at Fraunhofer. ▶

SAXONIAN KICK-OFF OF THE "RESEARCH FAB MICROELECTRONICS GERMANY"

With investment of 350 million euros in research facilities, the eleven Fraunhofer Group for Microelectronics institutes and two Leibniz Association institutes will strengthen their network within the "Research Fab Microelectronics Germany" (FMD) in order to provide new products from a single cross-location source. Aiming to reinforce the innovative capability of the semiconductor and electronics industry in Germany and Europe throughout competitive global environments, the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) will support the development plan with the largest investment in research equipment since reunification. Set to receive 100.8 million euros from the program, Fraunhofer institutes in Saxony celebrated the official start of the Research Fab Microelectronics Germany project with 200 guests from business, politics and science on August 8, 2017.

Together with Prof. Georg Rosenfeld, Fraunhofer Board Member, and Prof. Hubert Lakner, Chairman of the Research Fab Microelectronics Germany Steering Committee, Minister President Stanislaw Tillich, Minister of Science Dr. Eva-Maria Stange and Parliamentary Secretary of State at the Federal Ministry of Education and Research Stefan Müller unveiled a symbolic stele in front of the Fraunhofer IPMS in Dresden.

With the Research Fab Microelectronics, the BMBF provides the necessary research equipment and makes new know-how available to industry to significantly contribute to the technological sovereignty of Germany and Europe and allows the institutes to invest in the most powerful systems, equipment and laboratory facilities and thus provide outstanding international

SÄCHSISCHER AUFTAKT FÜR DIE »FORSCHUNGSFABRIK MIKROELEKTRONIK DEUTSCHLAND«

Die elf Institute des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik und zwei Institute der Leibniz-Gemeinschaft werden mit Investitionen in Höhe von 350 Millionen Euro in ihre Forschungsausstattung neuartige Angebote schaffen und ihr Technologie-Know-how in der »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland« (FMD) stärker vernetzen und standortübergreifend aus einer Hand anbieten. Mit dieser Förderung möchte das Bundesministerium für Bildung und Forschung die Innovationsfähigkeit der Halbleiter- und Elektronikindustrie in Deutschland und Europa im globalen Wettbewerb stärken und unterstützt das Vorhaben mit der größten Investition in Forschungsgeräte seit der Wiedervereinigung. 100,8 Millionen Euro des Zukunftsprogramms gehen an die vier in Sachsen beteiligten Fraunhofer-Institute. Diese feierten am 8. August 2017 den offiziellen Projektstart für die sächsischen Standorte.

Dazu enthüllten Ministerpräsident Stanislaw Tillich, Wissenschaftsministerin Dr. Eva-Maria Stange und der Parlamentarische Staatssekretär bei der Bundesministerin für Bildung und Forschung Stefan Müller zusammen mit Prof. Georg Rosenfeld, Vorstandsmitglied der Fraunhofer-Gesellschaft, und dem Vorsitzenden des Lenkungskreises der Forschungsfabrik Mikroelektronik Prof. Hubert Lakner eine Stele vor dem Institutsgebäude am Fraunhofer IPMS.

Mit der Forschungsfabrik Mikroelektronik wird die erforderliche Forschungsausstattung geschaffen und das neue Know-how für die Industrie verfügbar gemacht. Damit trägt sie wesentlich zur technologischen Souveränität Deutschlands und Europas bei und erlaubt den Instituten, in modernste, leistungsfähigste Anlagen, Labor- und Geräteausstattung zu investieren und so international herausragende Forschungsdienstleistungen anzubieten. In



der Forschungsfabrik Mikroelektronik soll die landesweit vorhandene Forschung zu einem exzellenten Know-how-Pool gebündelt werden, damit Innovationen im Bereich Mikroelektronik nicht nur hervorgebracht sondern entlang der kompletten Innovationskette aus einer Hand verfügbar gemacht werden.

Für den Freistaat Sachsen bietet die Forschungsfabrik Mikroelektronik beste Voraussetzungen, um mit der Schlüsseltechnologie Mikroelektronik die Industrie 4.0, effiziente Technik für die Energiewende oder auch die intelligente Mobilität zukünftig maßgeblich mitzugestalten. Mit der Forschungsfabrik Mikroelektronik kann speziell das Fraunhofer IPMS im Leading-Edge-Technologiebereich auf 300 mm-Wafern vom Design über Technologiemodule bis hin zur Waferlevelintegration neueste Technologien entlang der kompletten Wertschöpfungskette anbieten. Damit wird für Industriepartner ein interessantes Angebot für die Weiterentwicklung solcher High-Performance-Prozesse geschaffen, um insbesondere im Bereich Internet-of-Things mit kürzeren Innovationszyklen Produkte auf den Markt zu bringen.

In den vier in Sachsen beteiligten Fraunhofer-Instituten für Photonische Mikrosysteme IPMS, für Integrierte Schaltungen und Systeme IIS mit dem Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS, für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM mit dem Institutsteil All Silicon System Integration Dresden ASSID sowie für Elektronische Nanosysteme ENAS werden die Fördermittel für eine grundlegende Modernisierung und Erweiterung der vorhandenen Forschungsausstattung genutzt. Wichtigste Investitionsbereiche umfassen Anlagen für die Herstellung von neuartigen Mikrosystemen, Leading Edge-CMOS-Prozessen auf 300 mm-Wafern, die 2.5/3D Waferlevelintegration sowie Geräteausstattung für Schaltungsdesign, Test und Zuverlässigkeitsprüfungen.

research services. The research will bundle existing research into an excellent pool of know-how with the aim of generating innovation in the field of microelectronics as well as provide them from a single source throughout the entire innovation chain.

The Saxony location with its strong key technology microelectronics provides the best conditions to help shape Industrie 4.0, technology-efficient energy generation and intelligent mobility. With the Research Fab Microelectronics Germany, the Fraunhofer IPMS in particular can offer in the cutting-edge technology area of 300 mm wafers the latest technologies along the entire value-added chain – from design and technology modules to wafer-level integration. In this way, industrial partners can benefit from further development of such high-performance processes in order to bring products, especially in the area of the Internet-of-Things, to market with shorter innovation cycles.

The awarded funding will be used for the fundamental modernization as well as the expansion of the existing research facilities in the four Saxonian Fraunhofer institutes including the Fraunhofer Institute for Photonic Microsystems IPMS, Fraunhofer Institute for Integrated Circuits IIS with the Division Engineering of Adaptive Systems EAS, Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration IZM with the Division All Silicon System Integration Dresden ASSID and Fraunhofer Institute for Electronic Nanosystems ENAS. The most important areas of investment include equipment for the production of novel microsystems, leading edge CMOS processes on 300 mm wafers, 2.5/3D wafer level integration as well as equipment for circuit design, test and reliability assessment.



FRAUNHOFER IPMS CONTINUES MESOSCOPIC ACTUATORS AND SYSTEMS RESEARCH IN BRANDENBURG

Funded by the State of Brandenburg for the last five years, the Fraunhofer project group for “Mesoscopic Actuators and Systems” (MESYS) was positively evaluated in September 2017. After receiving approval from the Federal-State Committee in November 2017, the MESYS project group will continue as part of the new branch “Integrated Silicon Systems” (ISS) of the Fraunhofer IPMS at the Brandenburg Technical University (BTU) in Cottbus and be awarded federal and state funding effective January 1, 2018. This paves the way for the continuation and expansion of the research activities in Brandenburg.

At the two sites in Dresden and Cottbus the Fraunhofer MESYS project group of nine scientists has worked on novel electrostatic microactuators, so-called nanoscopic electrostatic drives (NEDs). The MESYS-developed and already patented new actuator class is CMOS compatible and solves fundamental problems of electrostatic actuators. Fields of application include micropumps, MEMS loudspeakers or micro-positioning systems. In future other points of emphasis of the research in Cottbus will be terahertz micro modules and applications.

The work of the MESYS project group has been funded by Brandenburg’s Ministry of Science, Research and Culture (MWFK) as well as the BTU Cottbus-Senftenberg.

FRAUNHOFER IPMS SETZT FORSCHUNG AN MESOSKOPISCHEN AKTOREN UND SYSTEMEN IN BRANDENBURG FORT

Im September 2017 wurde die seit fünf Jahren bestehende und vom Land Brandenburg finanzierte Fraunhofer-Projektgruppe »Mesoskopische Aktoren und Systeme« (MESYS) positiv evaluiert. Nachdem im November auch der Bund-Länder-Ausschuss zugestimmt hat, wird die Projektgruppe zum 1. Januar 2018 im neuen Institutsteil »Integrated Silicon Systems« (ISS) des Dresdner Fraunhofer IPMS an der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) am Standort Cottbus fortgeführt und in die Bund-Länder-Förderung aufgenommen. Damit ist der Weg geebnet, die Forschungsaktivitäten in Brandenburg in diesem Bereich fortzuführen und weiter auszubauen.

An den beiden Standorten in Dresden und Cottbus forschten neun Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an neuartigen elektrostatischen Mikroaktoren – sogenannten nanoskopischen elektrostatischen Antrieben (engl. nanoscopic electrostatic drives, NED). Die von MESYS entwickelte und bereits patentierte neue Aktorklasse ist CMOS-kompatibel und löst fundamentale Probleme elektrostatischer Aktoren. Mögliche Applikationsfelder sind Mikropumpen, MEMS-Lautsprecher oder Mikropositioniersysteme. Darüber hinaus werden in Cottbus zukünftig auch Terahertz-Mikromodule und -Applikationen weitere Forschungsschwerpunkte sein.

Die Arbeiten der Fraunhofer-Projektgruppe MESYS wurden durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur MWFK des Landes Brandenburg und durch die BTU Cottbus-Senftenberg gefördert.

- ◀ The Fraunhofer project group for Mesoscopic Actuators and Systems (MESYS) was positively evaluated in September 2017.

Prof. Reimund Neugebauer, President of the Fraunhofer-Gesellschaft, and Wolfgang Tiefensee, Economics and Science Minister, sign the foundation declaration for the new Fraunhofer Project Center in Erfurt. ▶



UNTERZEICHNUNG DER GRÜNDUNGSERKLÄRUNG FÜR NEUES FRAUNHOFER-PROJEKTZENTRUM IN ERFURT

Im Rahmen des neu gegründeten Fraunhofer-Projektzentrums »Mikroelektronische/Optische Systeme für die Biomedizin« werden zukünftig das Fraunhofer IPMS als führender Forschungsdienstleister im Bereich Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik, das Fraunhofer IOF als anerkanntes Kompetenzzentrum für die Optik und Photonik, sowie das Fraunhofer IZI, führend im Bereich der Biowissenschaften, am Standort Erfurt gemeinsam und in enger Zusammenarbeit mit der Wirtschaft an neuen biomedizinischen Anwendungen forschen. Eine entsprechende Gründungsvereinbarung unterzeichneten Prof. Dr. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft und Wolfgang Tiefensee, Thüringer Minister für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft am 18. August 2017.

Das Projektzentrum wird sich zunächst auf Arbeiten zur strukturierten Beleuchtung in der Mikroskopie, zur medizinischen optischen Bildgebung sowie zu Technologien für die Biomarker-Analyse konzentrieren. Ziel werden die rasche Überführung von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen in anwendungsreife Systeme für Medizintechnik, Analytik, Diagnostik, Biotechnologie und -photonik, Pharma sowie Ernährungswirtschaft sein. Dies kann nur gelingen, wenn Bauelemente und Systeme in einem industriellen Maßstab gefertigt werden können. Entsprechende industrielle Fertigungspartner werden daher die gesamte Entwicklungsphase bereits begleiten. Der interdisziplinäre Ansatz der Verknüpfung von Biowissenschaften, Mikroelektronik sowie Optik und Photonik soll zur erfolgreichen Weiterentwicklung von biomedizinischen Anwendungen und zu neuen medizintechnischen Lösungen führen. Dabei ist auch der Standort Erfurt mit seiner Forschungsinfrastruktur, den angesiedelten Unternehmen und der Anknüpfung an die Hochschulen in Erfurt, Ilmenau und Jena ein wichtiger Erfolgsfaktor.

SIGNING OF THE FOUNDATION DECLARATION FOR THE NEW FRAUNHOFER PROJECT CENTER IN ERFURT

At the Fraunhofer Project Center "Microelectronic and Optical Systems for Biomedicine" the Fraunhofer Institute for Photonic Microsystems IPMS, a leading research service provider in the field of microelectronics and microsystems technology will work together with the Fraunhofer Institute for Applied Optics and Precision Mechanics IOF, a recognized competence center for optics and photonics, and the Fraunhofer Institute for Cell Therapy and Immunology IZI, a leader in the field of biosciences. In order to set up the project signing of the foundation declaration for the new Fraunhofer Project Center in Erfurt, the state of Thuringia signed a joint founding agreement with the Fraunhofer-Gesellschaft on August 18, 2017.

The project center will initially focus on structured illumination in microscopy, medical optical imaging as well as technologies for biomarker analysis. Systems for medical technology, analytics, diagnostics, biotechnology, biophotonics, pharmaceuticals, health and aging, and the food industry shall be developed and transferred into industrial applications. This rapid transfer of R&D results into commercial products within the framework of the project center can only be achieved if components and systems can subsequently be manufactured on an industrial scale. For this reason suitable manufacturing partners will accompany the entire development phase. The interdisciplinary approach of biosciences, microelectronics, optics and photonics will contribute to the successful further development of biomedical applications and to new medical technology solutions. The city of Erfurt with its research infrastructure, the established companies and the link to the universities in Erfurt, Ilmenau and Jena, is an important success factor.



◀ The Fraunhofer-Gesellschaft has played a decisive role as a driver of progress in the new federal states for 25 years now.

The 2017 Industry Partner Day was a great success with approximately 100 participants. ▶

FRAUNHOFER I(P)MS CELEBRATED 25TH ANNIVERSARY

The Fraunhofer-Gesellschaft has played a decisive role as a driver of progress in the new federal states for 25 years now. The Fraunhofer IPMS has also made a significant contribution as an innovative research partner, future-oriented employer and a technological, economic and social impetus. Special events surrounding this particular anniversary celebrated the distinguished achievements of the Fraunhofer institutions and facilities located in the region as part of the annual Fraunhofer conference in Dresden from May 29-31, 2017. Celebrations marking the 25th anniversary highlighting Fraunhofer research in the new federal states featured the modern and innovative “#real_digital: creating values together” interactive exhibition. The 16 Fraunhofer institutes from the new federal states also presented themselves, their history and their milestones as well as introduced further topics of interest and future projects. In addition, Fraunhofer hosted a large event open to the public. An interactive “experience route” through the inner city informed visitors about research history as well as current networking and innovation topics amid the setting of Dresden “old town”.

On December 7, 2018, the 25th anniversary of the Fraunhofer I(P)MS was the occasion of celebration at the Dresden Hygiene Museum. Together with honored guests Prof. Dr. Günter Zimmer, Institute Director since 1992, and Tord Karlin, Director of Technology at Mycronic (a long-standing industrial partner in Sweden), employees, alumni as well as long-time companions met over a meal to reminisce about the achievements of the last 25 years and optimistically look ahead to the success of the next 25.

FRAUNHOFER I(P)MS FEIERTE 25-JÄHRIGES JUBILÄUM

Seit 25 Jahren spielt die Fraunhofer-Gesellschaft in den neuen Bundesländern eine maßgebliche Rolle als Motor des Fortschritts. Auch das Fraunhofer IPMS hat seinen Anteil als innovativer Forschungspartner, zukunftsorientierter Arbeitgeber und technologischer, wirtschaftlicher sowie gesellschaftlicher Impulsgeber. Dieses Jubiläum in den neuen Bundesländern und die Leistungen der Institute und Einrichtungen würdigte und feierte Fraunhofer mit besonderen Veranstaltungen im Rahmen der Fraunhofer-Jahrestagung vom 29. bis 31. Mai 2017. Die innovative, interaktive und moderne Ausstellung »#real_digital: Gemeinsam Werte schaffen« demonstrierte die Highlights der Forschung aus 25 Jahren Fraunhofer in den neuen Bundesländern. Die 16 Fraunhofer-Institute aus den neuen Bundesländern zeigten sich, ihre Historie und Meilensteine sowie ihre Zukunftsthemen und -projekte. Außerdem lud Fraunhofer die Öffentlichkeit zu einem großen Public Event ein. Eine interaktive Erlebnis-Route in der Dresdner Innenstadt informierte Besucher vor der historischen Kulisse der Dresdner Altstadt zur Forschungsgeschichte und den aktuellen Themen Vernetzung und Innovation.

25 Jahre Fraunhofer I(P)MS am Standort Maria-Reiche-Straße waren auch Anlass für eine große Jubiläumsfeier am 7. Dezember 2017 im Dresdner Hygiene-Museum. Im Beisein der Ehrengäste Prof. Dr. Günter Zimmer, des ersten Institutsleiters seit 1992, sowie Dr. Tord Karlin, Leiter der Technologieentwicklung des langjährigen Industriepartners Mycronic aus Schweden, trafen sich Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie Ehemalige und Weggefährten zu Speis und Trank, einer Rückschau auf 25 erfolgreiche Jahre und einem Ausblick auf die kommenden 25 Jahre.



INDUSTRY PARTNER DAY MIT SCHWERPUNKT MEMS ANWENDUNGEN UND SYSTEME

Das Fraunhofer IPMS stellt einmal im Jahr neueste Entwicklungen auf dem Industry Partner Day vor. Eingeladen werden dazu Kooperationspartner aus Wissenschaft und Wirtschaft und interessierte Unternehmen auf den Gebieten der optischen Technologien und Photonik, der Mikrosystemtechnik, drahtlosen Kommunikation, Nanoelektronik und Mikroelektronik.

Die siebte Austragung hatte den Schwerpunkt MEMS-Anwendungen und -systeme und fand am 7. Dezember 2018 erstmals am Standort Maria-Reiche-Str. statt. Unter dem Motto »25 years applied research in MEMS and nanotechnology« skizzierten Dr. Matthias Schulze, Leiter der Technologieentwicklung, und der Koordinator der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland Jörg Amelung die attraktiven Möglichkeiten der Auftragsforschung, die sich durch die Umstellung auf den 200 mm-Wafer-Industriestandard einerseits sowie die Investitionen in neue Anlagen und Ausrüstungen im Rahmen der FMD andererseits für Wirtschaftsunternehmen eröffnen.

Die eingeladenen Vertreter der Industrie – langjährige Kooperationspartner des Fraunhofer IPMS, wie Myconic AB, Endress & Hauser Conducta oder Hiperscan GmbH, ebenso wie jüngere Auftraggeber wie SeeReal GmbH oder OtoNexus Medical Technologies – zeichneten dazu ein positives Bild der Zusammenarbeit. Mit der Präsentation von Highlightprojekten zeigten sie beispielhaft, welchen Beitrag das Fraunhofer IPMS für die Produktentwicklung geleistet hat.

Im Anschluss führte Thomas Zarbock, Leiter der Fertigung, interessierte Gäste durch den Mikrosystemreinraum des Fraunhofer IPMS. Am Industry Partner Day nahmen insgesamt rund 100 Personen teil.

INDUSTRY PARTNER DAY: EMPHASIS ON MEMS APPLICATIONS AND SYSTEMS

Fraunhofer IPMS presents its latest developments once a year at the Industry Partner Day. Invited guests include cooperation partners from science and industry and companies interested in the fields of optical technologies and photonics, microsystems technology, wireless communication, nanoelectronics and microelectronics.

Held for the first time at the Maria-Reiche-Strasse location on December 7, the seventh edition focused on MEMS applications and systems. Under the "25 years applied research in MEMS and nanotechnology" motto, Dr. Matthias Schulze, Head of Technology Development, and Research Factory Microelectronics Germany Coordinator Jörg Amelung illustrated the attractive opportunities offered by contract research. Advantages include the opening up to commercial enterprises by expanding to the 200 mm wafer industry standard and increasing investment in new facilities and equipment within the FMD.

Invited industry representatives included long-standing Fraunhofer IPMS cooperation partners such as Myconic AB, Endress & Hauser Conducta or Hiperscan GmbH as well as younger clients such as SeeReal GmbH or OtoNexus Medical Technologies. All were able to draw a positive image of the collaboration. Highlight projects were presented and provided clear examples of the contribution Fraunhofer IPMS made to product development.

Thomas Zarbock, Head of Fabrication, then guided inquisitive guests through the Fraunhofer IPMS microsystem clean room. The 2017 Industry Partner Day was a complete success with approximately 100 participants.



- ◀ The leaders of France's Leti, Marie Semaria, and Germany's Fraunhofer Group for Microelectronics, Prof. Dr. Hubert Lakner, have signed an agreement on collaboration in micro- and nanoelectronics.

CEA LETI AND FRAUNHOFER TEAM UP TO STRENGTHEN MICROELECTRONICS INNOVATION IN FRANCE AND GERMANY

On June 27, 2017 the Fraunhofer Group Microelectronics and CEA Leti announced their new collaboration to develop innovative, next-generation microelectronics technologies to spur innovation in their countries and strengthen European strategic and economic sovereignty.

Leti, a research institute of CEA Tech in Grenoble, France, and the Berlin-based Fraunhofer Group for Microelectronics, Europe's largest R&D provider of smart systems, will in future jointly focus on extending CMOS and More-than-Moore technologies to enable next-generation components and systems. These technologies will be used in applications such as the Internet of Things, augmented reality, automotive, health or aeronautics. The close cooperation will also strengthen the global position of French and German industries.

The agreement was signed by Leti CEO Marie Semeria and Fraunhofer Group for Microelectronics Chairman Hubert Lakner during Leti Innovation Days on June 27, 2017.

CEA LETI UND FRAUNHOFER SCHMIEDEN GEMEINSAM DIE ZUKUNFT DER MIKROELEKTRONIK IN FRANKREICH UND DEUTSCHLAND

Am 27. Juni 2017 unterzeichneten der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik und CEA Leti eine neue Kooperation zur Entwicklung zukunftsweisender Mikroelektroniktechnologien. Damit verfolgen sie das Ziel, die Innovationskraft ihrer Länder neu zu beflügeln und die strategische und wirtschaftliche Unabhängigkeit Europas zu stärken.

Leti, ein Forschungsinstitut der CEA Tech im französischen Grenoble, und der in Berlin beheimatete Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik, Europas größter Dienstleister für Forschung und Entwicklung in Smart Systems, haben beschlossen, zukünftig CMOS- und More-than-Moore-Technologien gemeinsam voranzubringen, um der nächsten Generationen elektronischer Bauelemente und Systeme den Weg zu ebnen. Diese Technologien werden in Anwendungen wie dem Internet of Things (IoT), Augmented Reality, dem Automobilbau, dem Gesundheitswesen oder der Luftfahrt zum Einsatz kommen. Ebenso soll die globale Position speziell der französischen und deutschen Industrie gestärkt werden.

Das Abkommen wurde am 27. Juni 2017 von der Leti-CEO, Dr. Marie Semeria, und dem Vorsitzenden des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik, Prof. Hubert Lakner, im Rahmen der Leti Innovation Days, unterzeichnet.

Projects and results achieved within the High-Performance Center "Functional Integration for Micro-/Nanoelectronics" were presented in a workshop on February 2, 2017. ▶



LEISTUNGSZENTRUM »MICRO/NANO« WIRD FORTGEFÜHRT

Am 30. November 2017 wurden Arbeit und Ergebnisse des Leistungszentrums »Funktionsintegration für die Mikro-/Nanoelektronik« unter Beteiligung von externen Gutachtern aus Politik, Wirtschaft und Forschung durch die Fraunhofer-Gesellschaft erfolgreich evaluiert.

Ziel des als Pilot-Leistungszentrum mit einer Laufzeit vom 12. Februar 2016 bis 31. Dezember 2017 konzipierten Projektes war es, durch Beteiligung der Industrie ein Ökosystem für die schnelle Überführung von Forschungsergebnissen in innovative Produkte bereitzustellen und so die Stärken des Standorts weiterzuentwickeln. Partner waren die Fraunhofer-Institute für Photonische Mikrosysteme IPMS, für Elektronische Nanosysteme ENAS, für Integrierte Schaltungen IIS, Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS, für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Abteilung All Silicon System Integration Dresden ASSID sowie die Hochschulen TU Dresden, TU Chemnitz und der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden HTW.

Das fachliche Profil des Leistungszentrums konzentrierte sich auf Technologien für die durchgängige Entwicklung integrierter mikro- und nanoelektronischer Systeme: Vom Systementwurf über Komponentenentwicklung und deren Systemintegration bis hin zu Zuverlässigkeitsbewertungen und Demonstratoren für Industrie 4.0 und IoT-Anwendungen. Die Projektarbeit wurde aus Mitteln des Freistaats Sachsen und Mitteln der Fraunhofer-Gesellschaft finanziert.

Basierend auf den Vorlaufentwicklungen wurden durch die Projektpartner Industrieaufträge in einer Gesamthöhe über 6 Mio. € eingeworben. Das Leistungszentrum wird als Transferzentrum ausgebaut und für die Jahre 2018 bis 2020 mit neuen Projekten finanziert.

»MICRO/NANO« PERFORMANCE CENTER TO CONTINUE

On November 30, 2017 Fraunhofer evaluated the work and results of the "Functional Integration for Micro-/Nanoelectronics" performance center, operated with the participation of experts from the fields of politics, economics and research.

Conceived as a pilot performance center lasting from February 12, 2016 to December 31, 2017 the project with the help of industry aimed to provide an ecosystem for the rapid transfer of research results into innovative products. The center was further strengthened by the pilot project. Partners included the Fraunhofer institutes of Photonic Microsystems IPMS, Electronic Nanosystems ENAS, Integrated Circuits IIS (branch Development of Adaptive Systems EAS), Reliability and Micro-integration IZM (branch, Department All Silicon System Integration Dresden ASSID), as well as the TU Dresden, TU Chemnitz and the University of Applied Sciences Dresden HTW.

The professional performance center profile focused on technologies for the continuous development of integrated micro- and nano-electronic systems. Areas of development ranged from system design to component development and system integration, to reliability assessments and demonstrators for Industrie 4.0 and IoT applications. Project work was funded by the Free State of Saxony and the Fraunhofer-Gesellschaft.

Based on these first developments, project partners were able to win industrial contracts totaling more than 6 million euros. The performance center will be expanded as a transfer center to be financed with new projects for the years 2018 to 2020.

Neue öffentliche Projekte

New Public projects



USEP ("UNIVERSAL SENSOR PLATFORM")

Together with three other Fraunhofer institutes and Globalfoundries the Fraunhofer IPMS will develop a new type of sensor platform in the joint project USeP which will enable smaller providers to automatically generate "smart" components and their integration into complete systems in small quantities at moderate development costs and time on employing a modular approach. Alongside the system architecture with flexible building blocks, the platform also offers innovative hard and software solutions. Eventually, the sensor module should cover hundreds of different use cases. The platform will be based on the 22FDX technology (Fully Depleted SOI) of Globalfoundries, which enables highly integrated chips with low-power and inexpensive properties. The project is funded by the EU and the Free State of Saxony as part of the European Regional Development Fund (ERDF).

PHASMAFOOD – WWW.PHASMAFOOD.EU

The PasmaFood project aims to develop portable devices to assess the quality and predict the shelf-life of foodstuffs. The project will test the system concept by detecting mycotoxins in nuts and grains, spotting early spoilage of fruits, vegetables, meat and fish as well as exposing counterfeit alcoholic beverages, edible oil, milk and meat. In addition to a commercial micro-camera and a UV-VIS spectrometer for the wavelength range 450 - 900 nm, a MEMS-based, near-infrared spectrometer for wavelengths from 950 nm to 1900 nm developed at Fraunhofer IPMS is used for this purpose. PasmaFood (project number 732541) is funded by the European Commission and is a "Research & Innovation Action" within Horizon 2020. In addition to Fraunhofer IPMS, seven other European partners are involved.

USEP (»UNIVERSELLE SENSOR-PLATTFORM«)

Im Verbundprojekt USeP arbeitet das Fraunhofer IPMS gemeinsam mit drei weiteren Fraunhofer-Instituten und Globalfoundries an einer neuartigen Sensor-Plattform, die es kleineren Unternehmen erlauben soll, »smarte«, hochintegrierte und vernetzte Systeme nach dem Baukastenprinzip automatisiert mit moderaten Entwicklungskosten und -zeiten in kleineren Stückzahlen zu fertigen. Neben der Systemarchitektur mit flexiblen Baublöcken bietet die Plattform innovative Hard- und Software-Lösungen. Im Ergebnis soll das Sensor-Modul hunderte verschiedene Anwendungsfälle abdecken können. Basis für die Plattform wird die bei Globalfoundries gefertigte 22FDX-Technologie (Fully Depleted SOI) sein, die hochintegrierte Chips mit besonders stromsparenden und kostengünstigen Eigenschaften ermöglicht. Das Projekt wird von der EU und dem Freistaat Sachsen im Rahmen des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) über zwei Jahre gefördert.

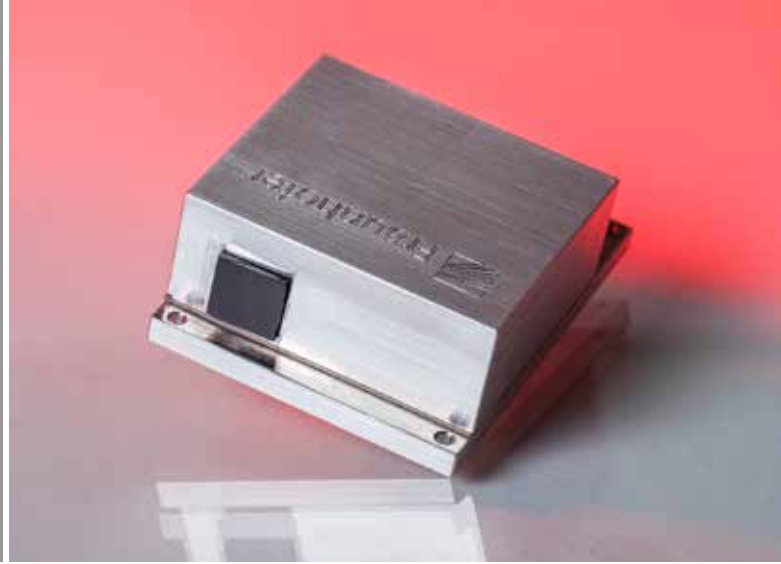
PHASMAFOOD – WWW.PHASMAFOOD.EU

Im PasmaFood-Projekt sollen handliche Systeme zur Vor-Ort-Qualitätsbewertung und Vorhersage der Haltbarkeit von Lebensmitteln entwickelt werden. Erprobt werden soll das Konzept durch den Nachweis von Mycotoxinen in Nüssen und Getreide, der Früherkennung des Verderbs von Früchten, Gemüse, Fleisch und Fisch sowie der Detektion der Fälschung von alkoholischen Getränken, Speiseöl, Milch und Fleisch. Zur Signalerfassung kommt neben einer kommerziellen Mikro-Kamera und einem UV-VIS-Spektrometer für den Wellenlängenbereich 450-900 nm ein am Fraunhofer IPMS entwickeltes MEMS-basiertes Nah-Infrarot-Spektrometer bei Wellenlängen von 950 nm bis 1900 nm zum Einsatz. PasmaFood (Projekt-Nummer: 732541) wird von der EU im Rahmen von Horizon 2020 gefördert. Neben dem Fraunhofer IPMS sind sieben weitere europäische Partner beteiligt.

- ◀ The PhasmaFood project aims to develop portable devices to assess the quality of foodstuffs.

Miniaturized wavelength tunable μ EC-QCL with emission wavelengths in the mid-infrared range and a high scanning frequency up to 1 kHz is used in the AQUARIUS project.

© Fraunhofer Institute for Applied Solid State Physics IAF ▶



CONSIVA

In 2017 startete das Fraunhofer IPMS das zweijährige Projekt CONSIVA zur Entwicklung von Mikro-Energie-Harvestern für autarke, integrierte Chipsysteme. Durch den Einsatz neuartiger piezoelektrischer Materialien in vibrationsbasierten Harvestern kann deren Größe entscheidend minimiert und die Einsatzdauer bedeutend erhöht werden. Dazu werden im Geschäftsfeld CNT der Piezoeffizient und das Anwendungspotenzial von Hafniumdioxid-Dünnschichten evaluiert. Dieses Material kommt aufgrund seiner hohen Dielektrizitätskonstante bereits in modernen Feldeffekttransistoren zur Anwendung. Neben der Materialentwicklung und Charakterisierung sollen durch Simulationen ein auf Hafniumdioxid angepasstes Harvester-Layout konzipiert und Anwendungsszenarien in der Medizintechnik und der drahtlosen Sensorik abgeleitet werden. Das Vorhaben wird von der Sächsischen Aufbaubank SAB unterstützt (Projektnummer 100273858).

AQUARIUS

Im Projekt AQUARIUS arbeitet das Fraunhofer IPMS mit sieben Partnern zusammen, um schnelle und praktische Lösungen zur online-Bestimmung der Wasserqualität zu entwickeln. Dazu will das Konsortium ein Spektrometer für das mittlere Infrarot aufbauen, das auf eine breit durchstimmbare (200 cm^{-1}) μ EC-QCL Laserquelle aufbaut. Das Fraunhofer IPMS steuert dazu die Entwicklung des MOEMS-Spiegels zur Durchstimmbarkeit des Lasers bei. Hohe Leistung, Betrieb ohne Modewechsel, und schnelle Datenerfassung (1000 Spektren/s) sollen ein hohes Signal/Rausch-Verhältnis und damit hohe Messgenauigkeit ermöglichen. AQUARIUS (Projekt-Nummer: 732541) wird von der EU im Rahmen von Horizon 2020 – INDUSTRIAL LEADERSHIP – Leadership in enabling and industrial technologies – Information and Communication Technologies (ICT) gefördert.

CONSIVA

The Fraunhofer IPMS is starting the two-year CONSIVA project focusing on micro-energy harvesters for self-sustaining, integrated chip systems. The use of novel piezoelectric materials in vibration-based harvesters can drastically reduce their size and significantly prolong operation time. The piezoelectric coefficient and the application potential of hafnium dioxide thin layers are to be evaluated at the CNT business unit. Due to its high dielectric constant this material is already used in modern field-effect transistors. In addition to the material development and the characterization, a harvester layout adapted to hafnium dioxide is to be conceptualized and application scenarios for medical and wireless sensor technology illustrated at the CNT. The CONSIVA project is funded by the Development Bank of Saxony SAB (project number 100273858).

AQUARIUS

In the project AQUARIUS Fraunhofer IPMS teams up with seven partners to find quick and practical solutions in water sensing. For improved specificity the consortium will develop a broadly (200 cm^{-1}) tunable MOEMS based μ EC-QCL source into a core spectrometer. The Fraunhofer IPMS will develop the belonging MOEMS mirror for the tunability of the laser. High power, mode-hop free operation and unprecedentedly fast data acquisition (1000 spectra/s) will assure high S/N-ratios and thus high sensitivity. AQUARIUS (Project ID: 731465) is funded by the EU under Horizon 2020-EU.2.1.1. – INDUSTRIAL LEADERSHIP – Leadership in enabling and industrial technologies – Information and Communication Technologies (ICT).

Abgeschlossene öffentliche Projekte

Completed Public Projects



MESYS

The Fraunhofer project group MESYS – “Mesoscopic Actuators and Systems” was supported with funds from Brandenburg’s Ministry of Science, Research and Culture (MWFK) as well as the BTU Cottbus-Senftenberg between 2012 and 2017. (See pages 3, 16, 26, 58).

POLYMARK

In the project Polymark the Fraunhofer IPMS together with further ten European partners developed a reliable industrial method for the separation of food contact approved from non-food contact approved plastic bottles. In order to allow an optical separation of the two kinds of PET bottles the project consortium coded post-consumer recycle waste using a suitable fluorescence marker for the illumination with light in the ultraviolet wavelength range. Additionally, a spectral identification method has been developed, which was the main responsibility of Fraunhofer IPMS within the project. Finally, an optical test system has been set up that allows a proof of concept of the scientific results in a laboratory style environment. Concepts towards a scale-up of the optical system for a real plastic waste sorting plant have also been developed. Successful commercialization of the project results is the obvious next step. This is an important achievement that may further stimulate PET recycling for food contact applications.

The POLYMARK project (FP7-SME-2012_POLYMARK-311777) has received funding from the European Union’s Seventh Framework Programme under grant agreement n° 311777.

MESYS

Die Fraunhofer-Projektgruppe MESYS – »Mesoskopische Aktoren und Systeme« wurde in den Jahren 2012 bis 2017 durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg sowie von der BTU Cottbus-Senftenberg gefördert. (Siehe Seiten 3, 16, 26, 58).

POLYMARK

Das Fraunhofer IPMS hat mit weiteren zehn europäischen Partnern im Projekt Polymark eine zuverlässige industrielle Methode entwickelt, mit der Plastikflaschen für Getränke, die für eine Wiederverwendung für Lebensmittel geeignet sind, von sonstigen Plastikflaschen separiert werden können. Um diese Mülltrennung zu ermöglichen, haben die Projektpartner PET-Flaschen mit einem optisch detektierbaren Fluoreszenz-Marker für eine Beleuchtung im ultravioletten Wellenlängenbereich versehen. Darauf aufbauend entwickelte das Fraunhofer IPMS eine spektrale Identifizierungsmethode. Abschließend konnte der Nachweis der Funktionalität in einer Pilotanlage im Laborumfeld erbracht werden. Zusätzlich wurden Konzepte für eine Skalierung des optischen Systems im Hinblick auf eine großindustrielle Plastiksörtieranlage entwickelt. Die erfolgreiche kommerzielle Umsetzung dieser Ergebnisse ist nun der nächste Schritt. Mit dem Verfahren lässt sich zukünftig der Anteil von recyceltem PET in der Lebensmittelindustrie signifikant steigern.

Das Polymark-Projekt (FP7-SME-2012_POLYMARK-311777) erhielt Förderung aus dem 7. Forschungsrahmenprogramm der EU unter der Fördernummer 311777.

- ◀ Industrial method for separation of food contact approved from non-food contact approved post-consumer plastic waste.

ECSEL (Electronic Components and Systems for European Leadership) is the European funding instrument for the micro and nanoelectronics in the "Horizon 2020" European framework program for research and innovation. WAY TO GO FAST is one of the ECSEL pilot line projects started in 2015. ▶



WAY TO GO FAST

Ziel dieses ECSEL-Projekts »Way to go fast« war die Weiterentwicklung der sog. FDSOI – fully depleted silicon on insulator – Halbleiter-Technologie im Hinblick auf aktuelle Anforderungen fortschrittlicher Demonstratoren. Dabei ging es sowohl darum, die Leistungsparameter der 2x-nm-FDSOI Technologie zu steigern als auch Dichte und Funktionalität der Bauelemente zu erhöhen.

Das Geschäftsfeld Center Nanoelectronic Technologies (CNT) hat CVD-Prozesse zur Abscheidung von Kobalt (Co) entwickelt, um die Silizid-Bildung in Kontaktlöchern mit hohem Aspektverhältnis und neue Metallierungsverfahren für Verdrahtungsebenen zu ermöglichen. Daher wurde im Projekt auch die Herstellung von vollständig Kobalt-gekapselten Kupfer-Leitbahnen erforscht. All diese Aktivitäten zielen auf die Steigerung der Leistungsfähigkeit und der Zuverlässigkeit der 2x-nm-FDSOI-Technologie.

Darüber hinaus untersuchte das Geschäftsfeld CNT einen gepulsten Plasmaätzprozess, der zu einer Skalierung von Bauelement-Architekturen hin zu kleineren Strukturgrößen führt. Voraussetzung ist die Reduzierung des Verbrauchs an Silizium und anderer funktionaler Materialien während der Ätz- und Reinigungsschritte. Damit sollte ein Beitrag zur Erforschung von Plasmaätzverfahren geleistet werden, die zur Wafer-Strukturierung mit geringer Schädigung geeignet sind. Dies ist nicht ohne Kontrolle der Plasmaeigenschaften möglich. Da die aus der Standard-2x-nm-FDSOI-Technologie heraus für Anwendungen mit extrem geringen Leistungsbedarf abgeleitete Variante Hafniumoxid (HfO_2) als funktionales Material nutzt, kann dieses neue Ätzverfahren zukünftig dafür von Interesse sein, die HfO_2 /Silizium-Selektivität beim Ätzen zu erhöhen, bei gleichzeitiger Reduzierung der Schädigung des Siliziums.

WAY TO GO FAST

In the ECSEL project "Way to go fast" the objective was to increase the performance of FDSOI (fully depleted silicon on insulator) to meet the requirements of advanced demonstrators. The pathfinding solution development work was mainly addressed to two axes: First the increase of performance of next generation of 2x-FDSOI, and second the increase of the density and capability.

The business unit Center Nanoelectronic Technologies has developed Co CVD processes to enable silicide formation in high aspect ratio contact holes as well as new metallization schemes for interconnects. Thus processes for fully cobalt-encapsulated copper lines were also studied in this project. Both items aim at improving performance and reliability of 2x-FDSOI technology.

Furthermore the CNT business unit investigated a plasma pulsing etch process for the downscaling of device architecture which requires a reduction of consumption of silicon and other functional materials during etch and clean processes. The goal of this work was to contribute to pathfinding on plasma etch technology to target low-damage patterning of critical structures. Control of plasma properties is one of the key capabilities to enable low damage structuring. As 2x-FDSOI derivative technology namely Ultra Low Power option uses HfO_2 , this new dry etch technique may be of interest to increase HfO_2 /Si selectivity while reducing silicon damage in the future.



EVOLVE

In cooperation with Globalfoundries and the Technical Universities of Dresden and Chemnitz, scientists from the CNT worked in the EVOLVE project to understand back-end-of-line production processes and all influencing parameters as well as implement models to weigh process parameters according to their influence. The project focused on individual processes such as seed layer, adhesion layer or barrier deposition, electrochemical copper deposition, or the copper chemical mechanical planarization (CMP) process. In addition, the barrier deposition was developed and qualified as a 300 mm process in an environment identical to an industrial plant using atomic layer deposition (ALD). An ALD process chamber was connected to the CNT ENDURA sputtering facility (Applied Materials) to enable a conformal barrier deposition in structures, contrasting established PVD processes. The EVOLVE project aimed to create a process corridor by simulating individual processes to support the manufacture of products meeting the general design rules for 28 nm technology to reach at least 75 percent of targeted volume production in the first production run without having to adapt individual processes. Weighting the influencing parameters makes it possible to expand the process windows of individual processes to cover the range of product requirements driven by different applications.

Funded by the Saxon Development Bank under project number 100215302, the CNT business unit participated in the EVOLVE project conducting work on behalf of Globalfoundries.

EVOLVE

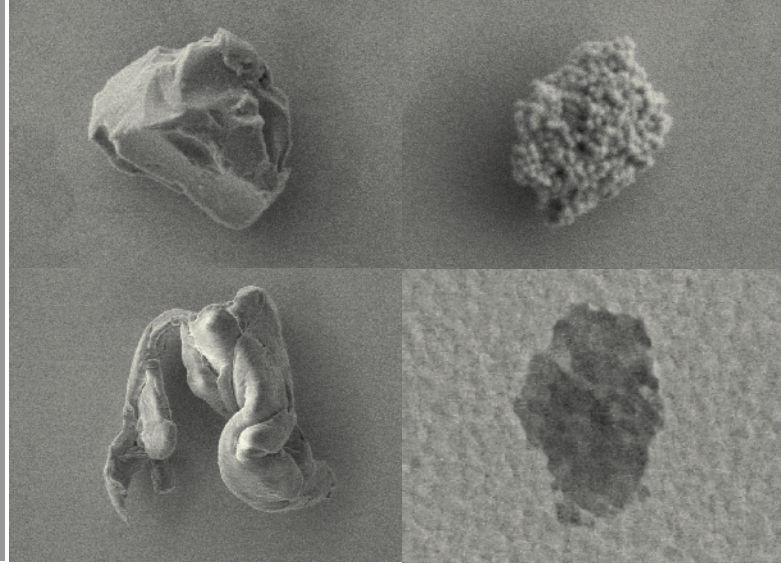
Im Projekt EVOLVE arbeiteten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Geschäftsfelds CNT in Kooperation mit Globalfoundries und den Technischen Universitäten Dresden und Chemnitz daran, die Fertigungsprozesse im Back-End-of-Line mit allen Einflussparametern zu verstehen und durch Modellierung die Prozessparameter nach ihrem Einfluss zu wichten. Der Fokus der Projektarbeit lag auf Einzelprozessen wie der Saatschicht-, Haftschrift- bzw. Barriereabscheidung, der elektrochemischen Kupferabscheidung oder dem Kupfer-CMP-Prozess (CMP, Chemisches Mechanisches Polieren). Des Weiteren wurde die Barriereabscheidung von Tantalnitrid (TaN) mittels ALD (Atomic Layer Deposition) als 300 mm-Prozess auf einer industriegleichen Anlage entwickelt und qualifiziert. Dazu wurde am CNT eigens eine ALD-Prozesskammer mit der bestehenden ENDURA-Sputteranlage (Applied Materials) verbunden, die nun eine konforme Barriereabscheidung in Strukturen im Gegensatz zu den etablierten PVD-Prozessen ermöglicht. Das Projekt EVOLVE zielte darauf ab, mittels Simulation von Einzelprozessen einen Prozesskorridor zu schaffen, der es ermöglicht beliebige Produkte ohne Anpassung von Einzelprozessen beim ersten Produktionsdurchlauf mit mindestens 75 Prozent der Zielausbeute für die Volumenproduktion herzustellen. Mit der Wichtung der Einflussparameter ist es nun möglich, die Prozessfenster der Einzelprozesse gezielt zu erweitern, um die Breite der Produkthanforderungen, die durch die unterschiedlichen Anwendungen getrieben werden, abzudecken.

Die Arbeiten des Geschäftsfeldes CNT fanden im Unterauftrag von Globalfoundries im Projekt EVOLVE statt, das von der Sächsischen Aufbaubank unter der Projektnummer 100215302 gefördert wurde.

◀◀ 300 mm wafer with copper structures.

◀ The projects EVOLVE and MARS are funded by the Free State of Saxony.

SEM images of various defects after CMP cleaning process. ▶



MARS

Im Forschungsvorhaben MARS wurden mit dem Projektpartner Globalfoundries die Grundlagen der 22-nm-FDSOI-Technologie untersucht sowie zahlreiche Einzelprozesse neu entwickelt. Die Technologie des FDSOI stellt spezifische Anforderungen u.a. an den Bereich des Back-End-of-Line mit dem konkreten Ziel von Ultra-Low-Power-Halbleitertechnologien und extrem niedrigem Stromverbrauch. Im Fokus der Projektarbeit stand die Kupfermetallisierung, insbesondere der Bereiche Barrier/Liner/Seed, das Kupferplating und das chemisch-mechanische Planarisieren (CMP).

Im ersten Teil wurde die Interaktion des Seeds mit Kupferelektrolyten der nächsten Generation erforscht und die Plating-Performance in Hinblick auf Defektdichte, Uniformität und deren Prozessierbarkeit in HVM (High-Volume-Manufacturing)-Platinganlagen untersucht. Im Anschluss folgte die Entwicklung neuer Konditionier-Rezepte für CMP-Prozesse und die Evaluation der Post-CMP-Reinigungschemikalien. Neben den industrieeüblichen Parametern wie Defektdichte und statischen Ätzraten erforschten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vor allem die Prozessinteraktion mit den nachgelagerten Prozessschritten. So konnten wichtige Erkenntnisse über die Änderung der Adhäsionseigenschaften von Waferoberflächen gewonnen werden. Die in beiden Teilprojekten entwickelten Prozesse wurden am Ende zusammen charakterisiert und die Ergebnisse für die Einführung in industriellen 300 mm-Fertigungsanlagen beim Projektpartner verwendet.

Die Arbeiten des Geschäftsfeldes CNT fanden im Unterauftrag von Globalfoundries im Projekt MARS statt, das von der Sächsischen Aufbaubank unter der Projektnummer 100225166 gefördert wurde.

MARS

We joined our partner Globalfoundries in the MARS research project to investigate the basics of 22 nm fully-depleted silicon-on-insulator (FDSOI) technology and redevelop numerous individual processes. FDSOI technology makes specific demands, in the area of back-end-of-line for example, to achieve ultra-low-power semiconductor technology and extremely low power consumption. The project focused on copper metallization particularly in the barrier/liner/seed areas, copper plating and chemical mechanical planarization (CMP).

The first part of the project explored seed interaction with next-generation copper electrolytes and examined plating performance in terms of defect density, uniformity and its processability in high-volume manufacturing (HVM) plating plants. The second part focused on the development of new process formulas for CMP processes and the evaluation of post CMP cleaning chemicals. In addition to industry standard parameters such as defect density and statistical etching rates, scientists mainly researched process interaction with the downstream process steps. Important insight was gained into how the adhesion properties of wafer surfaces changed. Finally, processes developed in both project parts were characterized and the results were introduced into the Globalfoundries industrial 300 mm production plant.

Funded by the Sächsische Aufbaubank under project number 100225166, the CNT business unit worked in the MARS project to carry out research on behalf of Globalfoundries.

Wissensmanagement

Knowledge Management



UNIV
0200/
286

Hilfen
Kaufmann
Die der Erziehung
The die Professe

Darmstadt
1817

UNIV
0200/
286

UNIV
0200/
286

Patents

A method and a device for reducing hysteresis or imprinting in a movable micro-element

■ US 6,885,493 B2, □ EP 1 364 246, □ JP 2004-520618 A

A method to detect a defective element

■ DE 60 2004 003 125.9-08, ■ EP 1 583 946 B1, ■ US 7,061,226 B2

Addressing of an SLM

■ US 7,072,090 B2

Akustische Wandlervorrichtung mit einem Piezo-Schallwandler und einem MUT-Schallwandler, Verfahren zum Betrieb derselben, akustisches System, akustische Koppelstruktur und Verfahren zum Herstellen einer akustischen Koppelstruktur

□ WO 2016/188860 A1

Anordnung von mikromechanischen Elementen

■ DE 50 2006 013 212.5, ■ EP 2 024 271 B1, ■ JP 5265530, ■ US 8,254,005 B2

Anordnung zum Aufbau eines miniaturisierten Fourier-Transform-Interferometers für optische Strahlung nach dem Michelson- bzw. einem daraus abgeleiteten Prinzip

■ AT 413 765 B

Antriebsprinzip zur Erzeugung resonanter Schwingungen von beweglichen Teilen mikromechanischer Bauelemente

■ US 6,595,055 B1

Apparatus and Method for Guiding Optical Waves

■ DE 60 2010 014 412.7, ■ EP 2 513 715 B1, ■ JP 5398923, ■ US 9,046,704 B2

Apparatus and method for housing micromechanical systems

■ US 7,898,071 B2

Apparatus for generating two-dimensional illumination patterns

□ US 2016/0320290 A1

Arrangement for building a miniaturized Fourier transform interferometer for optical radiation according to the Michelson principle a principle derived therefrom

■ US 7,301,643 B2

Auslenkbare Struktur, mikromechanische Struktur mit derselben und Verfahren zur Einstellung einer mikromechanischen Struktur

■ CN 101279707 B, ■ DE 10 2007 015 726 B4, ■ US 7,872,319 B2

Auslenkbares mikromechanisches Element

■ CN 101316789 B, ■ DE 11 2005 003 758 B4

Auslenkbares mikromechanisches System sowie dessen Verwendung

■ DE 11 2006 003 699 B4, ■ US 7,841,242 B2, ■ ZL 2006 8 0052190.5

Datenspeicherschaltung mit integrierter Datenspeichereinheit für einen Sensor mit physikalisch-elektrischem Wandler

■ DE 10 2008 030 908 B4

Device for Protecting a Chip and Method for Operating a Chip

■ EP 1 499 560 B1, □ US 2005/0095749 A1

Druckvorrichtung zum Drucken einer dreidimensionalen Struktur

□ DE 10 2015 212 153 A1

Elektromechanisches Bauteil, elektromechanische Bauteilanordnung, Verfahren zur Detektion einer Potentialdifferenz mit einem elektromechanischen Bauteil und Verfahren zur Funktionsprüfung des elektromechanischen Bauteils

□ 10 2016 206 208 A1, □ TW 201739685

Elektrostatisch auslenkbares mikromechanisches Bauelement und Verfahren zu seiner Herstellung

■ DE 10 2014 225 934 B4

Patents

Fluidic variable focal length optical lens and method for manufacturing the same

■ US 9,250,367 B2

Fourier transform spectrometer

■ DE 60 2005 041 090.2, ■ EP 1 677 086 B1, ■ US 7,733,493 B2

Gehäuse zur Verkapselung eines Mikrosannerspiegels

■ DE 10 2012 207 376 B3

Halbleitersubstrat und Verfahren zur Herstellung

■ DE 50 2006 008 141.5-08, ■ EP 1 915 777 B1

Herstellungsverfahren

■ DE 50 2013 003 493.3, ■ EP 2 892 844 B1, ■ IT 502016000091440, □ DE 10 2012 217 793 A1

High energy, low energy density, radiation-resistant optics used with micro-electronical devices

■ CN 100380138 C, ■ US 6,891,655 B2, □ EP 1 642 158 A1, □ KR 10-2007-0013987

Hochreflektiv beschichteter mikromechanischer Spiegel, Verfahren zu dessen Herstellung sowie dessen Verwendung

■ US 7,573,634 B2

Ion-sensitive field effect transistor and method for producing an ion-sensitive field effect transistor

■ US 7,321,143 B2

Ion-Sensitive Layer structure for an Ion-Sensitive Sensor and method for manufacturing same

□ CN 104422725 A

Ion-sensitive structure and method for producing the same

□ US 2016/0274057 A1

Ionenselektiver Feldeffekttransistor und Verfahren zum Herstellen eines ionensensitiven Feldeffekttransistors

■ DE 503 04 800.3-08, ■ EP 1 601 957 B1

Ionensensitive Schichtstruktur für einen ionensensitiven Sensor und Verfahren zur Herstellung derselben

■ US 9,383,334 B2, □ DE 10 2013 109 357 A1

Ionensensitive Struktur und Verfahren zu Herstellung derselben

□ DE 10 2015 204 921 A1

Ionensensitive Struktur und Verfahren zur Herstellung derselben

□ EP 3 070 463 A1

Ionensensitiver Feldeffekttransistor und Verfahren zum Herstellen eines ionensensitiven Feldeffekttransistors

■ DE 502 02 661.8-08, ■ EP 1 436 607 B1

Ionensensitiver Feldeffekttransistor und Verfahren zum Herstellen eines ionensensitiven Feldeffekttransistors

■ DE 502 13 303.1-08, ■ EP 1 583 957 B1, ■ US 7,355,200 B2

Lichtkanal und Verfahren zum Herstellen eines Lichtkanals

□ DE 10 2014 210 903 A1

Memory Cell

■ US 9,368,182 B2

MEMS Actuator, system having a plurality of MEMS Actuators, and method for producing a MEMS Actuator

□ US 2017/0297897 A1

MEMS Aktuator, System mit einer Mehrzahl von MEMS Aktuatoren und Verfahren zum Herstellen eines MEMS Aktuators

■ DE 10 2015 200 626 B3

MEMS-Wandler zum Interagieren mit einem Volumenstrom eines Fluids und Verfahren zum Herstellen desselben

□ DE 10 2015 210 919 A1, □ WO 2016/202790 A2

Patents

Method and Apparatus for Controlling Deformable Actuators

■ DE 602 46 214.2, ■ EP 1 520 201, ■ US 7,424,330

Method and apparatus for controlling exposure of a surface of a substrate

■ DE 603 33 398.2, ■ EP 1 616 211 B1, ■ JP 4188322, ■ US 6,956,692 B2

Method and Apparatus for Microlithography

■ US 6,624,880 B2

Method for detecting an offset drift in a Wheatstone measuring bridge

■ US 7,088,108 B2

Method for generating a micromechanical structure

■ US 7,940,439 B2

Method for manufacturing a microelectronic circuit and corresponding microelectronic circuit

□ US 2017/0207225 A1

Method for the compensation of deviations occurring as a result of manufacture in the manufacture of micromechanical elements and their use

■ US 7,951,635 B2

Method of fabricating a micromechanical structure out of two-dimensional elements and micromechanical device

■ US 7,929,192 B2

Micro-optical element having a substrate at which at least one vertical step is formed at an optically effective surface, a method for its manufacture and uses

■ DE 60 2007 018 826.1, □ EP 2 089 773 A1

Microelectromechanical System for tuning Lasers

□ US 2016/0336720 A1

Micromechanical Device

■ US 9,164,277 B2

Micromechanical device with adjustable resonant frequency by geometry alteration and method for operating same

■ US 7,830,577 B2

Micromechanical device with an actively deflectable element

■ US 9,676,607 B2

Micromechanical Device with an Actively Deflectable Element

□ JP 2017-7085 A

Micromechanical Element

■ US 8,570,637 B2

Micromechanical element and sensor for monitoring a micromechanical element

■ US 8,379,283 B2

Micromechanical element which can be deflected

■ US 9,045,329 B2

Microoptic reflecting component

■ US 7,490,947 B2

Mikrochip mit einer RFID-Transponder-Schaltung und einer On-Chip-Schlitzantenne

□ DE 10 2015 226 832 A1

Mikroelektromechanisches System zum Durchstimmen von Lasern

□ DE 10 2014 201 701 A1, □ JP 2017-504973 A

Patents

Mikroelektromechanisches Translationschwingersystem

■ DE 10 2010 029 072 B4

Mikromechanische Vorrichtung mit einem aktiv biegbaren Element

□ DE 10 2015 206 774 A1

Mikromechanisches Bauelement

■ DE 50 2011 012 156.3, ■ EP 2 664 058 B1, ■ IT 502017000084227, ■ JP 5951640

Mikromechanisches Bauelement

■ DE 501 12 140.4-08, ■ EP 1 410 047 B1

Mikromechanisches Bauelement mit beweglichen Elektroden und statischer Gegenelektrode

■ US 7,078,778 B2

Mikromechanisches Bauelement mit einstellbarer Resonanzfrequenz

■ DE 503 11 766.8-08, ■ EP 1 613 969 B1

Mikromechanisches Bauelement mit einstellbarer Resonanzfrequenz durch Geometrieänderung und Verfahren zum Betreiben desselben

■ DE 10 2007 001 516 B3, ■ ZL200710160893.6

Mikromechanisches Bauelement mit erhöhter Steifigkeit und Verfahren zum Herstellen desselben

■ DE 11 2007 003 051 B4

Mikromechanisches Bauelement mit Schwingkörper

■ AT 1 123 526, ■ CH 1123526, ■ DE 598 04 942.8-08, ■ EP 1 123 526 B1, ■ FR 1123526, ■ GB 1123526, ■ IT 1123526, ■ NL 1123526

Mikromechanisches Bauelement mit Temperaturstabilisierung und Verfahren zur Einstellung einer definierten Temperatur oder eines definierten Temperaturverlaufes an einem mikromechanischen Bauelement

■ US 8,147,136 B2, ■ US 8,842,356 B2, ■ ZL 2008 1 0128792.5

Mikromechanisches Bauelement mit verkippten Elektrodenkammern

■ CN 101284642 B, ■ DE 10 2008 012 825 B4, ■ US 7,466,474 B2

Mikromechanisches Bauelement zur Modulation von elektromagnetischer Strahlung und optisches System mit demselben

■ DE 10 2007 047 010 B4

Mikromechanisches Bauelement, mikromechanisches System, Vorrichtung zum Einstellen einer Empfindlichkeit eines mikromechanischen Bauelements, Verfahren zur Herstellung eines mikromechanischen Bauelements

■ CN 101301991 B, ■ US 7,679,152 B2

Mikromechanisches Element

■ DE 10 2010 028 111 B4

Mikromechanisches Element und Verfahren zum Betreiben eines mikromechanischen Elements

■ DE 10 2008 049 647 B4

Mikromechanisches Element, Verfahren zu seiner Herstellung und seine Verwendung

■ CN 101139080 B

Mikromechanisches optisches Element mit einer reflektierenden Fläche sowie dessen Verwendung

■ DE 10 2005 033 800 B4, ■ US 7,369,288 B2, ■ ZL 200610098825.7

Mikromechanisches System mit Temperaturstabilisierung

■ DE 10 2008 013 098 B4

Mikrooptische Anordnung

■ DE 50 2005 013 490.7, ■ EP 1 717 631 B1, ■ US 7,301,690 B2

Mikrooptisches Element mit einem Substrat, an dem an einer optisch wirksamen Oberfläche mindestens eine Höhenstufe ausgebildet ist, Verfahren zu seiner Herstellung und Verwendungen

■ DE 10 2006 057 567 B4

Patents

Mikrooptisches reflektierendes Bauelement

■ CN 1982201 B, ■ DE 10 2006 059 091 B4

Miniaturisiertes Fourier-Transform-Spektrometer

■ DE 50 2005 015 072.4, ■ EP 1 637 850 B1

Objective

■ US 8,526,126 B2

Objektiv und Bildaufnahmesystem

■ DE 10 2010 040 030 B4

Optical device comprising a structure for avoiding reflections

■ CN 101281295 B

Optische Interferenzanordnung zur Einkopplung von elektromagnetischer Strahlung in einen photonischen Kristall oder Quasikristall

■ DE 10 2009 030 338 A1

Optische Linse mit fluidisch variabler Brennweite und Verfahren zum Herstellen derselben

□ DE 11 2010 005 674 T5

Optische Vorrichtung in gestapelter Bauweise und Verfahren zur Herstellung derselben

■ US 8,045,159 B2, □ DE 10 2008 019 600 A1

Optischer Empfänger für eine optische drahtlose Kommunikation

■ DE 10 2013 225 611 B4

Optischer Sensor zur Vermessung von Schweißelektroden

■ DE 10 2015 111 644 B3

Optisches Bauelement mit einem Aufbau zur Vermeidung von Reflexionen

■ DE 10 2008 012 810 B4, ■ US 7,760,414 B2

Optisches System

□ DE 10 2010 039 255 A1

Optoelektronisches Bauelement mit einer Leuchtdiode und einem Lichtsensor

■ DE 503 06 813.6-08, ■ EP 1 597 774 B1

Oszillierend auslenkbares mikromechanisches Element und Verfahren zum Betreiben des Elementes

■ DE 11 2006 003 849 B4, ■ US 7,932,788 B2

Polarization independent electro-optically induced waveguide

□ CN 106170732 A, □ US 2016/0357037 A1

Position Sensor

■ US 8,605,293 B2

Positionssensor

□ DE 10 2010 029 818 A1

Production Method

■ US 9,620,375 B2

Projection apparatus for scanningly projection

■ US 7,847,997 B2

Projektionsvorrichtung

■ DE 501 05 156.2, ■ EP 1 419 411 B1, ■ US 6,843,568 B2

Projektionsvorrichtung zum scannenden Projizieren

■ ZL 2008 1 0083459.7, □ DE 10 2007 011 425 A1

Patente

Patents

Quasi-Statistische Auslenkvorrichtung für Spektrometer

■ DE 502 10 665.4-08, ■ EP 1 474 666 B1

Radiation generation device for generating electromagnetic radiation having an adjustable spectral composition, and method of producing same

■ US 8,351,032 B2

Readerantenne für einen Einsatz mit RFID-Transpondern

■ DE 10 2008 017 490 B4

Reduction of the dynamic deformation of translational mirrors using inertial masses

■ US 8,873,128 B2

Reduzierung der dynamischen Deformation von Translationsspiegeln mit Hilfe von trägen Massen

□ DE 10 2009 033 191 A1

RFID-Transponder mit einer integrierten Antennenanordnung

□ DE 10 2015 208 433 A1

Scanner und Verfahren zum Betreiben eines Scanners

■ DE 10 2005 002 190 B4, ■ US 7,469,834 B2

Schutzstruktur für Halbleitersensoren

■ US 7,728,363 B2, □ DE 10 2006 052 863 A1

Semiconductor substrate and methods for the production thereof

■ US 8,357,944 B2

Sicherheitsmerkmal, Verfahren zum Herstellen eines Sicherheitsmerkmals und Verfahren zum Authentifizieren eines Benutzers unter Verwendung eines Sicherheitsmerkmals

□ DE 10 2015 212 618 A1

SLM Device and Method Combining Multiple Mirrors for High-Power Delivery

■ US 8,531,755 B2

SLM Height Error Compensation Method

□ KR 10-2009-0065477

Spectral Decomposition Device and Manufacturing the same

■ US 8,861,060 B2

Speicherzelle

□ DE 10 2014 205 130 A1

Spektralzerlegungsvorrichtung und Herstellung derselben

□ DE 10 2010 040 768 A1

Spektrometer

■ DE 502 08 089.2-08, ■ EP 1 474 665 B1, ■ US 7,034,936 B2

Spektrometer

■ US 7,027,152 B2

Spiegelobjektiv

■ DE 10 2008 027 518 B3

Strahlungserzeugungsvorrichtung zum Erzeugen einer elektromagnetischen Strahlung mit einer einstellbaren spektralen Zusammensetzung und Verfahren zur Herstellung derselben

□ DE 10 2009 046 831 B4

Substrat, das zumindest bereichsweise an einer Oberfläche mit einer Beschichtung eines Metalls versehen ist, sowie dessen Verwendung

■ DE 10 2005 048 774 B4

Patents

Torsionsfeder für mikromechanische Anwendungen

■ CN 1896557 B, ■ DE 10 2005 033 801 B4, ■ US 8,511,657 B2

Torsionsfederelement für die Aufhängung auslenkbarer mikromechanischer Elemente

■ CN 101426717 B, ■ DE 11 2006 003 854 B4

Verbinder zur leitungsungebundenen Signalübertragung

■ DE 10 2012 212 254 B3

Verfahren und Strukturierung einer Nuttschicht eines Substrats

■ CN 101597021 B1, ■ US 8,199,390 B2

Verfahren und Vorrichtung zur lokal definierten Bearbeitung an Oberflächen von Werkstücken mittels Laserlicht

□ DE 10 2015 217 523 A1

Verfahren zum Herstellen eines Bauelementes mit einem beweglichen Abschnitt

■ DE 10 2005 002 967 B4, ■ US 7,396,740 B2, ■ ZL 2006 1 0005939.2

Verfahren zum Herstellen eines kapazitiven Ultraschallwandlers und Anordnung einer Mehrzahl von kapazitiven Ultraschallwandlern

■ DE 10 2013 223 695 B4

Verfahren zum Korrigieren der Oberflächenform eines Elementes

■ JP 4777460

Verfahren zum Korrigieren der Oberflächenform eines Elements

■ DE 50 2006 005 949.5, ■ EP 2 054 750 B1

Verfahren zum strukturabhängigen Füllen von Vertiefungen

■ DE 10 2016 206 769 B3

Verfahren zur Bestimmung von Parametern einer Proximity-Funktion, insbesondere für die Korrektur des Proximity-Effekts bei der Elektronenstrahlolithografie

■ DE 10 2009 049 787 B4

Verfahren zur Erfassung einer Offsetdrift bei einer Wheatstone-Meßbrücke

■ DE 10 2004 056 133 B4, ■ DE 50 2005 000 638.0-08

Verfahren zur Erzeugung einer dreidimensionalen mikromechanischen Struktur aus zweidimensionalen Elementen und mikromechanisches Bauelement

■ DE 10 2008 012 826 B4

Verfahren zur Erzeugung einer mikro-mechanischen Struktur aus zweidimensionalen Elementen und mikromechanisches Bauelement

■ CN 101279711 B

Verfahren zur Erzeugung einer mikromechanischen Struktur

■ CN 101279712 B, ■ DE 10 2008 013 116 B4

Verfahren zur Herstellung einer Halbleiterstruktur, bei dem eine Gatestruktur mit einem Gatedielektrikumsmaterial für einen ferroelektrischen Transistor gebildet wird.

■ DE 10 2014 217 874 B3

Verfahren zur Herstellung einer Mikroelektronikschaltung sowie entsprechende Mikroelektronikschaltung

□ DE 10 2017 200 678 A1

Verfahren zur Herstellung eines optischen Bauteils

■ DE 10 2004 015 142 B3, ■ EP 1 714 172 B1, ■ JP 4832423

Verfahren zur Herstellung eines optischen Bauteils mittels oberflächenstrukturierender Laserbearbeitung

■ EP 1 714 172 B1, ■ EP 2 003 474 B1

Patents

Verfahren zur Kompensation herstellungsbedingt auftretender Abweichungen bei der Herstellung mikromechanischer Elemente und deren Verwendung

■ DE 10 2006 043 388 B3

Verfahren zur Strukturierung einer Nuttschicht eines Substrats

■ DE 10 2008 026 886 B4

Verfahren, Vorrichtung und Computerprogrammprodukt zum Bestimmen eines isoelektrischen Punkts

□ DE 10 2014 207 730 A1

Verfahren, Vorrichtung und Computerprogrammprodukt zum Erkennen von Vorhofflimmern in einem Elektrokardiogramm

□ DE 10 2014 217 837 A1

Vorrichtung mit einem mikromechanischen Bauelement

□ DE 10 2014 201 095 A1

Vorrichtung und Verfahren zum Erzeugen einer Abbildung

■ DE 10 2004 050 351 B3, ■ FI 125441 B, ■ US 7,465,051 B2

Vorrichtung und Verfahren zum Häusen mikromechanischen oder mikrooptoelektronischen Systems

■ DE 10 2007 001 518 B4

Vorrichtung und Verfahren zur Bildprojektion und/oder Materialbearbeitung

■ DE 503 05 392.9-08, ■ EP 1 652 377 B1, ■ US 7,518,770 B2

Vorrichtung und Verfahren zur Durchführung einer berührungslosen Messung am Inhalt eines Behälters

■ DE 10 2010 043 131 B4

Vorrichtung und Verfahren zur Erfassung eines Materials

■ DE 10 2013 222 349 B3

Vorrichtung und Verfahren zur Erzeugung eines optischen Musters aus Bildpunkten in einer Bildebene

□ DE 10 2016 204 703 A1

Vorrichtung und Verfahren zur Steuerung oder Regelung eines oszillierend auslenkbaren mikromechanischen Elements

■ US 7,977,897 B2

Vorrichtung zum Entwerfen eines mikromechanische Bauelements mit angepasster Empfindlichkeit, Verfahren zur Herstellung eines mikromechanischen Bauelements und eines mikromechanischen Systems

■ DE 10 2007 021 920 B4

Vorrichtung, Verfahren und System zum Prüfen eines Schallwandlers

□ DE 10 2015 206 225 A1

Zeilenkamera für spektrale Bilderfassung

■ DE 10 2006 019 840 B4, ■ US 7,728,973 B2

Veröffentlichungen

Publications

Ali, F.; Liu, X.; Zhou, D.; Yang, X.; Xu, J.; Schenk, T.; Müller, J.; Schroeder, U.; Cao, F.; Dong, X.

Silicon-doped hafnium oxide anti-ferroelectric thin films for energy storage

Journal of applied physics 122 (2017), Nr. 14, Art. 144105

Bertani, F. R.; Bourgos, P.; Businaro, L.; Gambacorta, L.; Gerardino, A.; Hintschich, S.; Koutalieris, G.; Logothesis, M.; Martinelli, E.; Nychas, G. J.; Solfrizzo, M.; Tosic, M.; Wunder, G.

A photonic smart system for food quality and safety sensing: First integration and measurement results

43rd International Conference on Micro- and Nanoengineering (MNE), 2017, Braga, Portugal, Poster

Bönhardt, S.

Atomic layer deposition of lithium titanate on planar and 3D-structured 200 mm silicon substrates

17th International Conference on Atomic Layer Deposition (ALD), 2017, Denver, Colorado, USA, 17 F.

Butschek, L.; Hugger, S.; Jarvis, J.-P.; Härtelt, M.; Merten, A.; Grahmann, J.; Boskovic, D.; Fuchs, F.; Ostendorf, R.; Schilling, C.; Rattunde, M.; Wagner, J.

Real-time spectroscopy enabled by external cavity QCLs with MOEMS diffraction gratings

Proceedings of SPIE Vol. 10111 (2017), Paper 101112G

Conrad, H.; Gaudet, M.; Kaiser, B.; Langa, S.; Stolz, M.; Schenk, H.

CMOS-kompatible elektrostatische Biegeaktoren

MikroSystemTechnik Kongress, 2017, München, 4 S.

Costache, F.; Pawlik, B.; Rieck, A.

Electrically tunable micro-lens with a strain-enhanced polymer nanocomposite actuator

Proceedings of SPIE Vol. 10116 (2017), Paper 101160D

Czernohorsky, M.; Seidel, K.; Kühnel, K.; Niess, J.; Sacher, N.; Kegel, W.; Lerch, W.

High-K metal gate stacks with ultra-thin interfacial layers formed by low temperature microwave-based plasma oxidation

Microelectronic engineering 178 (2017), S. 262-265

Deicke, F.

Li-Fi – Optical Wireless Communication

Photonics in Germany (2017), S. 42-43

Deicke, F.

RFID-Sensoren für das Internet der Dinge

All-Electronics.de, Online resource, 2017

Deicke, F.

Smart hip prosthesis – an overview

Jahrestagung der Biomedizinischen Technik und Dreiländertagung der Medizinischen Physik, 2017, Dresden, 10 F.

Drescher, M.; Erben, E.; Grass, C.; Trentzsch, M.; Lazarevic, F.; Leitsmann, R.; Plaenitz, P.; Mchedlidze, T.; Seidel, K.; Liske, R.; Bartha, J. W.

Charakterisierung der Zuverlässigkeit in der High-k Metal Gate Technologie

MikroSystemTechnik Kongress, 2017, München, 4 S.

Elsäßer, L.; Naumann, A.

Trench filling with a-Si using a PE-CVD process and back etch sequence

International Conference and Exhibition on Integration Issues of Miniaturized Systems, 2017, Cork, Ireland, 4 S.

Faulwaßer, M.; Noack, A.; Ostermann, R.; Schneider, T.; Zschorn, C.

Wireless industrial real-time networks with Li-Fi

Embedded world Conference, 2017, Nürnberg, 4 S.

Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS, Dresden

Jahresbericht 2016

Dresden: Fraunhofer IPMS, 2017, 96 S.

Veröffentlichungen

Publications

- Gao, J.; Louie, K. B.; Steinke, P.; Bowen, B. P.; Raad, M. de; Zuckermann, R. N.; Siuzdak, G.; Northen, T. R.
Morphology-driven control of metabolite selectivity using nanostructure-initiator mass spectrometry
Analytical chemistry 89 (2017), Nr. 12, S. 6521-6526
- Gaudet, M.; Arscott, S.
A user-friendly guide to the optimum ultraviolet photolithographic exposure and greyscale dose of SU-8 photoresist on common MEMS, microsystems, and microelectronics coatings and materials
Analytical methods 9 (2017), Nr. 17, S. 2495-2504
- Gaudet, M.; Uhlig, S.; Stolz, M.; Arscott, S.; Conrad, H.; Langa, S.; Kaiser, B.; Schenk, H.
Electrostatic bending actuators with a liquid filled nanometer scale gap
30th IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems, 2017, Las Vegas, Nevada, 4 S.
- Graf, A.; Stübner, R.; Kunath, C.; Meyer, S.; Schenk, H.
Miniaturized sensor for the detection of environmental pollutants
18th International Conference on Sensors and Measurement Technology (SENSOR), 2017, Nürnberg, 5 S.
- Graf, A.; Stübner, R.; Kunath, C.; Meyer, S.; Schenk, H.
Miniaturized sensor for the detection of environmental pollutants
18th International Conference on Sensors and Measurement Technology (SENSOR), 2017, Nürnberg, Poster
- Grafe, M.
MEMS-based ultrasonic sensor systems for applications in fluid environment
SEMI European MEMS & Sensors Summit, 2017, Grenoble, France, 6 F.
- Grüger, H.
Lebensmittellabor im Handy. Dem Food Scanner einen Schritt näher
Beitrag auf der Webseite der Fraunhofer-Allianz »Food Chain Management«, 2017
- Hintschich, S.; Reinig, P.
Miniature photonic system for next generation food quality authentication
18th International Conference on Near Infrared Spectroscopy, 2017, Copenhagen, Denmark, Poster
- Hoßbach, C.; Neumann, V.; Reddy, K. D. S.; Bönhardt, S.; Stoock, A.; Fischer, D.; Reif, J.; Shukla, S.; Zybelle, S.; Albert, M.; Giebeler, L.; Bartha, J. W.
Atomic Layer Deposition (ALD) and characterization of Ti- and Co-based films for Lithium-Ion Batteries (LIB)
European Materials Research Society Spring Meeting and Exhibit (E-MRS), 2017, Strasbourg, France, Poster
- Hossbach, C.; Shukla, S.; Fischer, D.; Reif, J.; Bönhardt, S.; Geidel, M.; Albert, M.; Bartha, J. W.
PEALD and pulsed CVD of Cobalt thin films using the precursor cyclopentadienylcobalt dicarbonyl
Joint EuroCVD 21 – Baltic ALD 15 Conference, 2017, Linköping, Sweden, Poster
- Kaden, C.; Langa, S.
Customized BSOI wafers integration of additional interconnects into the handle wafer
The International Conference on Wafer Bonding, 2017, Leuven, Belgium, 10 F.
- Kircher, M.
Development of MEMS-based capacitive ultrasonic transducers – technology, applications and perspectives for ultrasonic sensing
Sensors Expo & Conference, 2017, San Jose, California, USA, 23 F.
- Koch, J.; Rehschuh, S.; Gerlich, L.; Dhavamani, A.; Steinke, P.; Krause, R.; Naue, J.; Bott, S.; Vasilev, B.; Breuer, D.; Seidel, R.; Preusse, A.; Bartha, J. W.; Uhlig, B.
BEoL post CMP cleaning challenges for 22 nm FD-SOI and beyond
International Conference on Planarization/CMP Technology, 2017, Leuven, Belgium, 6 S.
- Koch, S. G.; Weder, A.; Pietzsch, M.; Heinig, A.; Kircher, M.; Grafe, M.; Lange, N.; Amelung, J.
CMOS-design of a cascable front-end ASIC for CMUT arrays
16th International Conference on Micromachined Ultrasonic Transducers (MUT), 2017, Glasgow, Scotland, 17 F.

Veröffentlichungen

Publications

Koch, S. G.; Kircher, M.; Grafe, M.

Kapazitive mikromechanische Ultraschallsysteme (CMUT) für die zerstörungsfreie Materialcharakterisierung und -überwachung
23. Workshop »Physikalische Akustik«, 2017, Bad Honnef, 27 F.

Koch, S. G.; Lange, N.; Kircher, M.; Krenkel, M.; Grafe, M.; Rudloff, D.; Amelung, J.

Kapazitive mikromechanische Ultraschallsysteme (CMUT) für die zerstörungsfreie Prüfung und Überwachung
MikroSystemTechnik Kongress, 2017, München, 4 S.

Koch, S. G.; Lange, N.; Kircher, M.; Krenkel, M.; Grafe, M.; Rudloff, D.; Amelung, J.

Kapazitive mikromechanische Ultraschallwandler für die zerstörungsfreie Prüfung und Überwachung
MikroSystemTechnik Kongress, 2017, München, 1 F.

Kolkovsky, V.; Stübner, R.; Weber, J.

Carbon-related defects in microelectronics
Microelectronics reliability 76-77 (2017), S. 145-148

Krause, R.; Koch, J.; Rehschuh, S.; Naue, J.; Bott, S.; Uhlig, B.; Vasilev, B.

Evaluation of an electrochemical corrosion technique for the determination of static etch rates of post CMP cleaning chemicals
8th WET Users Meeting, 2017, Dublin, Irland, 14 F.

Langa, S.; Conrad, H.; Kaiser, B.; Stolz, M.; Gaudet, M.; Uhlig, S.; Schimmanz, K.; Schenk, H.

Technological aspects of a new micro-electro-mechanical actuation principle: Nano-e-drive
Microsystem Technologies 23 (2017), Nr. 12, S. 5697-5708

Leitsmann, R.; Lazarevic, F.; Drescher, M.; Erben, E.

Modeling the effects of lanthanum, nitrogen, and fluorine treatments of Si-SiON-HfO₂-TiN gate stacks in 28 nm high-k-metal gate technology.
Journal of applied physics 121 (2017), Nr. 23, Art. 234501

Marinskiy, D.; Polakowski, P.; Edelman, P.; Wilson, M.; Lagowski, J.; Metzger, J.; Binder, R.; Müller, J.

Ferroelectric HfO₂ thin film testing and whole wafer mapping with non-contact corona-Kelvin metrology
Physica status solidi A 214 (2017), Nr. 7, Art. 1700249

Mart, C.; Zybell, S.; Riedel, S.; Czernohorsky, M.; Seidel, K.; Weinreich, W.

Enhanced reliability and capacitance stability of ZrO₂-based decoupling capacitors by interface doping with Al₂O₃
Microelectronic engineering 178 (2017), S. 254-257

Mchedlidze, T.; Drescher, M.; Erben, E.; Weber, J.

Interface traps in 28 nm node field effect transistors detected by capacitance transient spectroscopy
Physica status solidi A 214 (2017), Nr. 7, Art. 1700182

Merten, A.; Dreyhaupt, A.; Hugger, S.; Butschek, L.; Grahmann, J.; Schwarzenberg, M.; Ostendorf, R.; Jarvis, J.; Härtelt, M.

Miniaturisierte Laserlichtquelle für Infrarotspektroskopie
MikroSystemTechnik Kongress, 2017, München, 4 S.

Mulaosmanovic, H.; Ocker, J.; Müller, S.; Noack, M.; Müller, J.; Polakowski, P.; Mikolajick, T.; Slesazeck, S.

Novel ferroelectric FET based synapse for neuromorphic systems
37th Symposium on VLSI Technology, 2017, Kyoto, Japan, 2 S.

Mulaosmanovic, H.; Ocker, J.; Müller, S.; Schroeder, U.; Müller, J.; Polakowski, P.; Flachowsky, S.; Bentum, R. v.; Mikolajick, T.; Slesazeck, S.

Switching kinetics in nanoscale hafnium oxide based ferroelectric field-effect transistors
ACS applied materials & interfaces 9 (2017), Nr. 4, S. 3792-3798

Nagy, N.; Lilienthal, K.; Uhlig, B.

The fabrication of copper-carbon nanotube composites for global interconnects
8th Symposium on Two-Dimensional Materials (CARBONHAGEN), 2017, Copenhagen, Denmark, 2017, Poster

Veröffentlichungen

Publications

Noack, A.

Li-Fi roadshow trail. For the smart systems hub

Silicon Saxony Day, 2017, Dresden, 8 F.

Noack, A.

Spatially aware connectivity for wearables using Li-Fi technology

Silicon Saxony Day, 2017, Dresden, 24 F.

Pietzsch, M.; Weder, A.; Heinig, A.; Amelung, J.; Koch, S.; Kircher, M.

ASIC zur Ansteuerung und Signalerfassung eines CMUT

MikroSystemTechnik Kongress, 2017, München, 2 S.

Polakowski, P.; Müller, J.; Marinskiy, D.; Findlay, A.; Edelman, P.; Wilson, M.; Lagowski, J.; Metzger, J.; Binder, R.

Properties of ALD ferroelectric Si-doped HfO₂ characterized with noncontact Corona-Kelvin metrology

17th International Conference on Atomic Layer Deposition (ALD), 2017, Denver, Colorado, USA, Vortrag

Reichelt, D.

From machine data to forecast model: How data-driven new maintenance concepts are created for the production

SYSTEMA Expert Day, 2017, Dresden, 21 F.

Reinig, P.; Grüger, H.; Hintschich, S.; Knobbe, J.; Pügner, T.

How to analyze food and future requirements for NIR spectroscopy

3rd International Conference on Optical Characterization of Materials (OCM), 2017, Karlsruhe, 12 S.

Reinig, P.; Knobbe, J.; Pügner, T.; Hintschich, S.; Meyer, S.; Grüger, H.

Miniaturized NIR spectrometers – state of the art & recent developments

Workshop »Mikro- und Nanotechnologien für die angewandte Spektroskopie«, 2017, Dresden, 23 F.

Riedel, S.; Weinreich, W.; Mart, C.; Müller, J.

Capacitance maximization of ultra-thin Si-capacitors by atomic layer deposition of anti-ferroelectric HfO₂ in high aspect ratio structures

17th International Conference on Atomic Layer Deposition (ALD), 2017, Denver, Colorado, USA, 14 F.

Roth, M.; Heber, J.; Janschek, K.

Concept for the fast modulation of light in amplitude and phase using analog tilt-mirror arrays

Proceedings of SPIE Vol. 10116 (2017), Paper 101160H

Roth, M.; Heber, J.; Janschek, K.

Concept for the fast modulation of light in amplitude and phase using analog tilt-mirror arrays

118. Jahrestagung der DGaO, 2017, Dresden, 15 F.

Schenk, H.; Conrad, H.; Gaudet, M.; Uhlig, S.; Kaiser, B.; Langa, S.; Stolz, M.; Schimmanz, K.

A contribution to the expansion of the applicability of electrostatic forces in micro transducers

Proceedings of SPIE Vol. 10116 (2017), Paper 1011603

Schimmanz, K.

MiBot-Einsatz in der Gruppe MESYS

Imina Technologies Users Meeting, 2017, Dresden, 22 F.

Schmidt, J.-U.; Dürr, P.; Wagner, M.

Customized micro mirror array for highly parallel industrial laser direct processing on the micro- and nanoscale

MikroSystemTechnik Kongress, 2017, München, 4 S.

Schmidt, S.; Döring, S.; Hasan, N.; Schmidl, F.; Tympel, V.; Kurth, F.; Iida, K.; Ikuta, H.; Wolf, T.; Seidel, P.

Josephson effects at iron pnictide superconductors: Approaching phase-sensitive experiments

Physica status solidi B 254 (2017), Nr. 1, Art. 1600165

Veröffentlichungen

Publications

- Schroedter, R.; Roth, M.; Janschek, K.; Sandner, T.
Flatness-based open-loop and closed-loop control for electrostatic quasi-static microscanners using jerk-limited trajectory design
Mechatronics (2017), Online First, 14 S.
- Schroedter, R.; Schwarzenberg, M.; Dreyhaupt, A.; Barth, R.; Sandner, T.; Janschek, K.
Microcontroller based closed-loop control of a 2D quasi-static/resonant microscanner with on-chip piezo-resistive sensor feedback
Proceedings of SPIE Vol. 10116 (2017), Paper 1011605
- Schroedter, R.; Janschek, K.
Regelung nicht-resonanter Mikrospiegel mit elektrostatischem Kammantrieb
51. Regeltechnisches Kolloquium, 2017, Boppard, 27 F.
- Schroedter, R.; Che, X.; Roth, M.; Sandner, T.; Janschek, K.
Repetitive flachheitsbasierte Folgeregelung von quasi-statischen Mikroscannern
Fachtagung Mechatronik, 2017, Dresden, 2017, 6 S.
- Schulze, M.; Hohle, C.; Friedrichs, M.
How to integrate MEMS on foundry-fabricated CMOS backplanes
232nd Meeting of the Electrochemical Society, 2017, 9 S.
- Seidel, K.; Riedel, S.; Kalishettyhalli Ma, M.; Polakowski, P.; Müller, J.
Gewitter im Chip – Resistive Speicher für low-power Anwendungen
MikroSystemTechnik Kongress, 2017, München, 3 S.
- Shashank; Conrad, H.; Gaudet, M.; Kaiser, B.; Langa, S.; Stolz, M.; Uhlig, S.; Schimmanz, K.; Schenk, H.
A novel electrostatic actuator technology for integrated RF MEMS and optical switches
Infineon connects to Science (I:con:S), 2017, Dresden, Poster
- Stübner, R.; Kolkovsky, V.; Weber, J.; Abrosimov, N. V.
Carbon-hydrogen related defects in SiGe observed after dc H plasma treatment
Physica status solidi A 214 (2017), Nr. 7, Art. 1700329
- Stöger-Pollach, M.; Schachinger, T.; Biedermann, K.; Beyer, V.
Valence EELS below the limit of inelastic delocalization using conical dark field EFTEM or Bessel beams
Ultramicroscopy 173 (2017), S. 24-30
- Todri-Sanial, A.; Ramos, R.; Okuno, H.; Dijon, J.; Dhavamani, A.; Wislicenus, M.; Lilienthal, K.; Uhlig, B.; Sadi, T.; Georgiev, V.; Asenov, A.; Amoroso, S.; Pender, A.; Brown, A.; Millar, C.; Motzfeld, F.; Gotsmann, B.; Liang, J.; Goncalves, G.; Rupesinghe, N.; Teo, K.
A survey of carbon nanotube interconnects for energy efficient integrated circuits
IEEE circuits and systems magazine 17 (2017), Nr. 2, S. 47-62
- Uhlig, S.; Gaudet, M.; Langa, S.; Schimmanz, K.; Conrad, H.; Kaiser, B.; Schenk, H.
Electrostatically in-plane driven silicon micropump for modular configuration
3rd Conference on MicroFluidic Handling Systems (MFHS), 2017, Enschede, The Netherlands, 4 S.
- Wagner-Reetz, M.; Calvo, J.; Nichenametla, C. K.; Kühnel, K.; Göhler, T.; Schulz, S.; Burkov, A.; Uhlig, B.
Development of CMOS-compatible materials for thermoelectric and sensor applications in semiconductor industry
36th International Conference on Thermoelectrics (ICT), 2017, Pasadena, California, USA, 24 F.
- Weder, A.
Erhöhte Sicherheit durch RFID-Sensorik für Predictive Maintenance Anwendungen
Technische Sicherheit 7 (2017), Nr. 7-8, S. 25-27
- Weder, A.; Koch, S.; Pietzsch, M.; Heinig, A.; Kircher, M.; Lange, N.; Amelung, J.
CMOS-design of a cascadable front-end ASIC for capacitive micromachined ultrasonic transducer (CMUT) arrays
International Conference and Exhibition on Integration Issues of Miniaturized Systems, 2017, Cork, Ireland, 8 S.

Veröffentlichungen

Publications

Weder, A.; Koch, S.; Pietzsch, M.; Heinig, A.; Kircher, M.; Lange, N.; Amelung, J.

CMOS-design of a cascadable front-end ASIC for capacitive micromachined ultrasonic transducer (CMUT) arrays

International Conference and Exhibition on Integration Issues of Miniaturized Systems, 2017, Cork, Ireland, 22 F.

Weder, A.; Grätz, H.; Voß, K.; Deicke, F.; Reichelt, D.

RFID meets OPC-UA – transparent and secure integration of sensor nodes into industrial and cloud environments

Embedded world Conference, 2017, Nürnberg, 4 S.

Weinreich, W.

Nano-powerplant for on-chip autonomous systems

9th Annual IDTechEx Energy Harvesting Europe, 2017, Berlin, 23 F.

Wislicenus, M.; Gerlich, L.; Koch, J.; Uhlig, B.

Seed-layer resistance and its impact on the electrochemical copper deposition

20. Workshop der GMM – Fachgruppe 1.2.3 Abscheide- und Ätzverfahren, 2017, Erlangen, 20 F.

Zybell, S.

Atomic layer deposition of functional films for all-solid-state lithium-ion microbatteries

21st International Conference of Solid State Ionics (SSI), 2017, Padua, Italy, 19 F.

Academic Theses

Dissertations

Dissertationen

Blasl, Martin

Elektrooptisch induzierte Wellenleiter in paranematischen Flüssigkeitskristallen: Entwicklung einer neuartigen Wellenleiterweiche

Technische Universität Cottbus-Senftenberg;

Gutachter: Prof. Dr. Dr. habil. Harald Schenk, Prof. Dr. habil. Götz Seibold, Prof. Dr. Thomas Schröder, Prof. Dr. Franko Küppers

Bott, Sascha

Modellierung und Simulation des Chemisch-mechanischen Planarisierens unter besonderer Berücksichtigung langreichweitiger Wechselwirkungen auf der Chipskala

Technische Universität Dresden;

Gutachter: Prof. Dr. habil. Gerald Gerlach, Prof. Dr. Johann Wolfgang Bartha, Prof. Dr. J. Heitmann

Faller, Lisa-Marie

Inkjet-Printed Capacitive Sensors for High Bandwidth Nanometer Position Sensing

Alpe Adria Universität Klagenfurt;

Gutachter: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hubert Zangl, Prof. Dr.-Ing. Hubert Lakner, Prof. Dr. Oscar Casas

Haidar, Mohammad Tanvir

MEMS-tunable VCSELS-driven terahertz emitters based on conventional and nanoelectrode photomixers

Technische Universität Darmstadt;

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Franko Küppers, Prof. Dr. Dr. habil. Harald Schenk

Academic Theses

Diploma Theses

Diplomarbeiten

Che, Xingqi

Ein Beitrag zur Simulation und Realisierung repetitiver Regelungsalgorithmen für elektrostatische quasi-statische Mikrospiegel
Technische Universität Dresden; Betreuer: Richard Schroedter, Prof. Dr. Klaus Janschek

Gottfried, Tobias

Erarbeitung von Lösungsvorschlägen zur Optimierung einer vorhandenen UHF-RFID-Frontend-Schaltung
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden; Betreuer: Matthias Landwehr, Prof. Dr. habil. Wilfried Klix

Keller, Denni

Entwicklung von Mechanismen für die unbeaufsichtigte Windows-10-Installation im Fraunhofer IPMS unter Berücksichtigung spezifischer Datenschutzrichtlinien
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden; Betreuer: Felix Richter, Prof. Dr. Robert Baumgartl

Kirrbach, René

Entwicklung und Simulation einer Kollimator- und Fokusoptik für die optische drahtlose Datenübertragung
Technische Universität Dresden; Betreuer: Alexander Noack; Gutachter: Prof. Dr. habil. Wolf-Joachim Fischer, Prof. Dr. habil. Uwe Marschner

Li, Bo

Erarbeitung von Lösungsvorschlägen für integrierte Temperatursensoren in RFID-Transponder
Technische Universität Dresden; Betreuer: Matthias Landwehr, Prof. Dr. habil. Wolf-Joachim Fischer

Miersch, Matthias

Erarbeitung eines Lösungsvorschlages zur Erstellung einer TestBench mittels der »Universal Verification Methodology« (UVM)
Technische Universität Dresden; Betreuer: Dr. Ralf Hildebrandt; Gutachter: Prof. Dr. habil. Wolf-Joachim Fischer,
Prof. Dr. habil. Uwe Marschner

Academic Theses

Master Theses

Masterarbeiten

Esmaeili Dehkalani, M. Sajjad

Novel TSV metallization and simplified ECD processes for ultra-large scale integration (ULSI) technology

Universität Kiel; Betreuer: Dr. Katharina Lilienthal, Prof. Dr. Rainer Adelung

Dorai Swamy Reddy, Keerthi

Electrochemical characterization of lithium containing thin films

Technische Universität Dresden; Betreuer: Dr. Sabine Zybell, Dr. Volker Neumann; Gutachter: Prof. Dr. Johann Wolfgang Bartha, Dr. Matthias Albert

Kalishettyhalli Mahadevaiah, Mamathamba

PVD and ALD process development of advanced oxide-based RRAM-stacks

Technische Universität Dresden; Gutachter: Dr. Johannes Müller, Prof. Dr. Hubert Lakner, Prof. Dr. habil. Wolf-Joachim Fischer

Kia, Alireza Mohammadian

Development of metal oxide processes for highly conformal thin layers by plasma enhanced atomic layer deposition

Technische Universität Chemnitz; Betreuer: Prof. Dr. Karla Hiller, Dr. Wenke Weinreich

Krämer, Vincent

Herstellung und Charakterisierung von LiPON als Feststoffelektrolyt für integrierbare Lithium-Ionen-Batterien auf Siliziumbasis

Hochschule Kaiserslautern; Betreuer: Dr. Sabine Zybell, Prof. Dr. Sven Ingebrandt, Prof. Dr. Monika Saumer

Makus, Steffen

Herstellung und Messung von elektrischen Teststrukturen zur Untersuchung von Elektromigration in Kupfer-CNT-Kompositen

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden; Betreuer: Dr. Katharina Lilienthal

Mart, Clemens

Erhöhung der Zuverlässigkeit von High-k Dielektrika für integrierte hochkapazitive Kondensatoren

Technische Universität Dresden; Gutachter: Prof. Dr. Jörg Weber, Prof. Dr. Hubert Lakner; Betreuer: Dr. Wenke Weinreich

Müller, Franz

Entwurf und Analyse einer Forward-Error-Correction (FEC) für optische Übertragungssysteme mit Intensitätsmodulation, limitierenden Verstärkern und begrenzten Decoder-Ressourcen

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden; Betreuer: Prof. Dr. M. Henker, M. Faulwaßer

Nichenametla, Charan Krishna

Development of transition metal silicides as thinfilm materials for thermoelectric applications

Technische Universität Chemnitz; Betreuer: Dr. Maik Wagner-Reetz, Prof. Dr. Stefan Schulz

Schuffenhauer, David

Numerische Optimierung von Mikroaktoren

Technische Universität Cottbus; Betreuer: Dr. Matthieu Gaudet, Prof. Dr. Dr. habil. Harald Schenk

Wissenschaftliche Arbeiten

Academic Theses

Bachelor Theses

Bachelorarbeiten

Scheunert, Christin

Adsorptionsuntersuchungen in einem Mehrkomponenten-Additiv-System bei der elektrochemischen Kupferabscheidung im Bereich Halbleitermetallisierung

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden; Betreuer: Robert Krause, Prof. Dr. Grit Kalies

Anfahrt

How to reach us

ROAD CONNECTION (EXPRESSWAY)

Follow expressway A4, from exit "Dresden-Flughafen" drive in direction Hoyerswerda along Hermann-Reichelt-Straße, which runs into the Grenzstraße. Maria-Reiche-Straße is the first road to the right after Dörnichtweg.

To the site "Center Nanoelectronic Technologies" exit expressway A4 at "Dresden-Flughafen" (81b) towards Dresden-Airport. Turn right at the crossway Hermann-Reichelt-Straße/Flughafenstraße. Follow Flughafenstraße which leads into Karl-Marx-Straße. Turn right at the crossway Karl-Marx-Straße/Königsbrücker Landstraße. Turn left at the second stop-light (access Infineon Süd) and go to building 48.

FLIGHT CONNECTION

After arriving at airport Dresden use either bus 80 to bus stop "Puttbuser Weg" or take city railway S-Bahn to station Dresden-Grenzstraße and walk about 400 m further along Grenzstraße.

To the site "Center Nanoelectronic Technologies" you may use bus line 77 from Dresden-Airport directly to Infineon Nord. From here it is a 5 minute-walk to building 48.

STRASSENVERBINDUNG (AUTOBAHN)

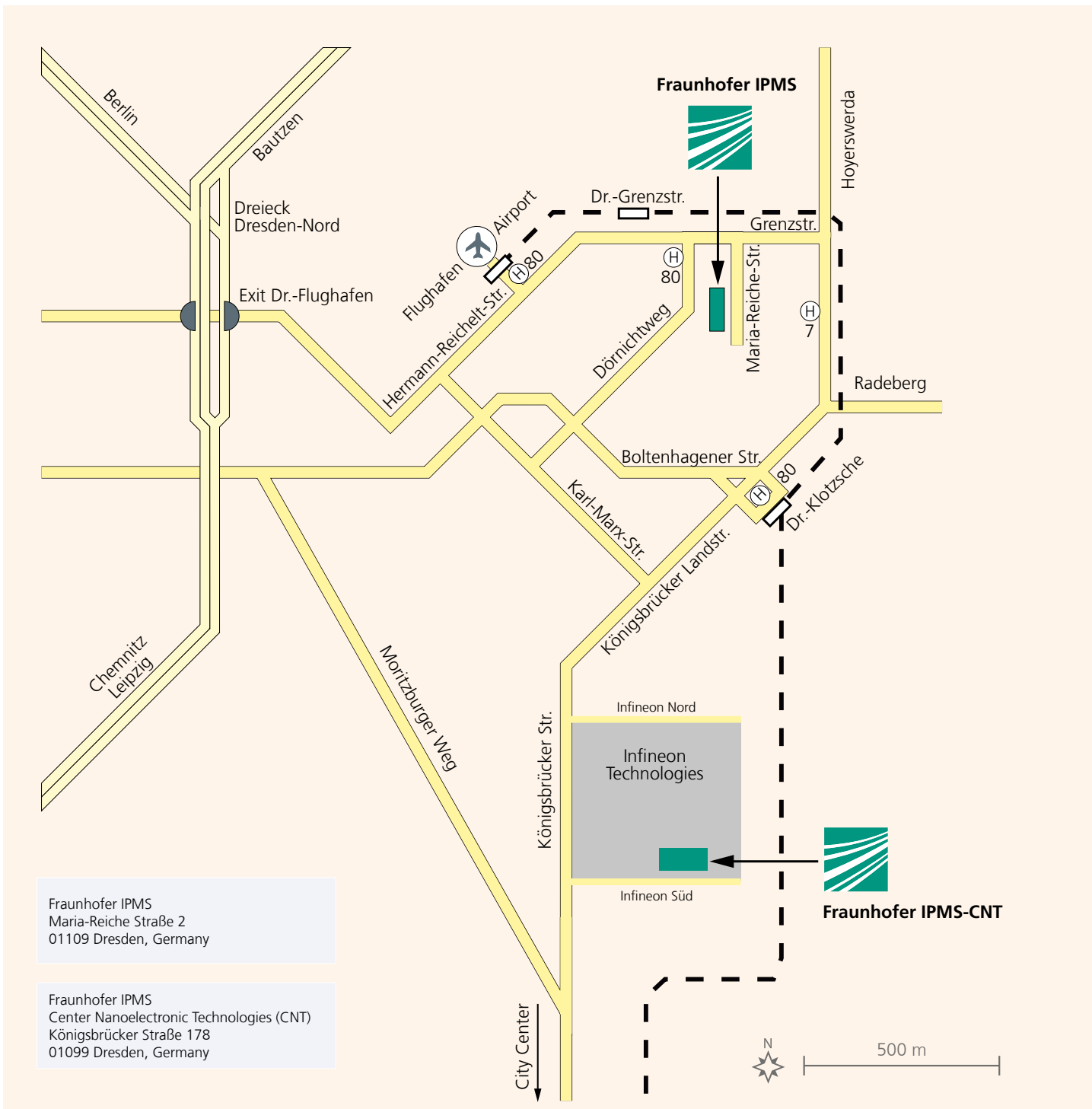
Über die Autobahn A4 an der Anschlussstelle »Dresden-Flughafen« abfahren. Die Hermann-Reichelt-Straße in Richtung Hoyerswerda nutzen. Diese mündet in die Grenzstraße. Die Maria-Reiche-Straße ist die erste Abzweigung rechts nach dem Dörnichtweg.

Zum Standort »Center Nanoelectronic Technologies« über die Autobahn A4 Ausfahrt »Dresden-Flughafen« (81b) abfahren in Richtung Dresden Flughafen. Rechts in die Flughafenstraße abbiegen, diese mündet in die Karl-Marx-Straße. Biegen Sie erneut rechts auf die Königsbrücker Landstraße, folgen Sie dieser bis zur zweiten Ampelkreuzung und biegen links in die Einfahrt Infineon Süd zum Gebäude 48.

FLUGVERBINDUNG

Nach der Ankunft im Flughafen Dresden entweder den Bus 80 bis zur Haltestelle »Puttbuser Weg« nehmen oder mit der S-Bahn eine Haltestelle bis Dresden-Grenzstraße fahren und etwa 400 m die Grenzstraße weiter laufen.

Zum Standort »Center Nanoelectronic Technologies« nutzen Sie die Buslinie 77 vom Flughafen direkt zu Infineon Nord. Von da aus sind es 5 Minuten zum Gebäude 48.





Weitere Informationen

More Information

DR. MICHAEL SCHOLLES

Phone: +49 351 / 8823 - 201

Fax +49 351 / 8823 - 266

E-mail: info@ipms.fraunhofer.de

SOCIAL MEDIA



facebook.com/FraunhoferIPMS



twitter.com/FraunhoferIPMS



xing.com/companies/fraunhoferipms



linkedin.com/company/fraunhofer-ipms



youtube.com/user/fraunhoferipms

IMPRESSUM

EDITORIAL NOTES

© Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme
IPMS, Dresden 2018

RECHTE

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck nur mit
Genehmigung der Institutsleitung.

GESTALTUNG

Fraunhofer IPMS

ÜBERSETZUNG

Fraunhofer IPMS
Terry Jung, Dresden

DRUCK

Elbe Druckerei Wittenberg GmbH

FOTOS

Fraunhofer-Gesellschaft;
David Brandt;
Jürgen Lösel/VISUM;
Torsten Becker Illustrationen, Dresden

© Fraunhofer Institute for Photonic Microsystems IPMS,
Dresden 2018

COPYRIGHTS

All rights reserved. Reproduction requires the
permission of the Director of the Institute.

LAYOUT

Fraunhofer IPMS

TRANSLATION

Fraunhofer IPMS
Terry Jung, Dresden

PRINT

Elbe Druckerei Wittenberg GmbH

PHOTOS

Fraunhofer-Gesellschaft;
David Brandt;
Jürgen Lösel/VISUM;
Torsten Becker Illustrationen, Dresden

