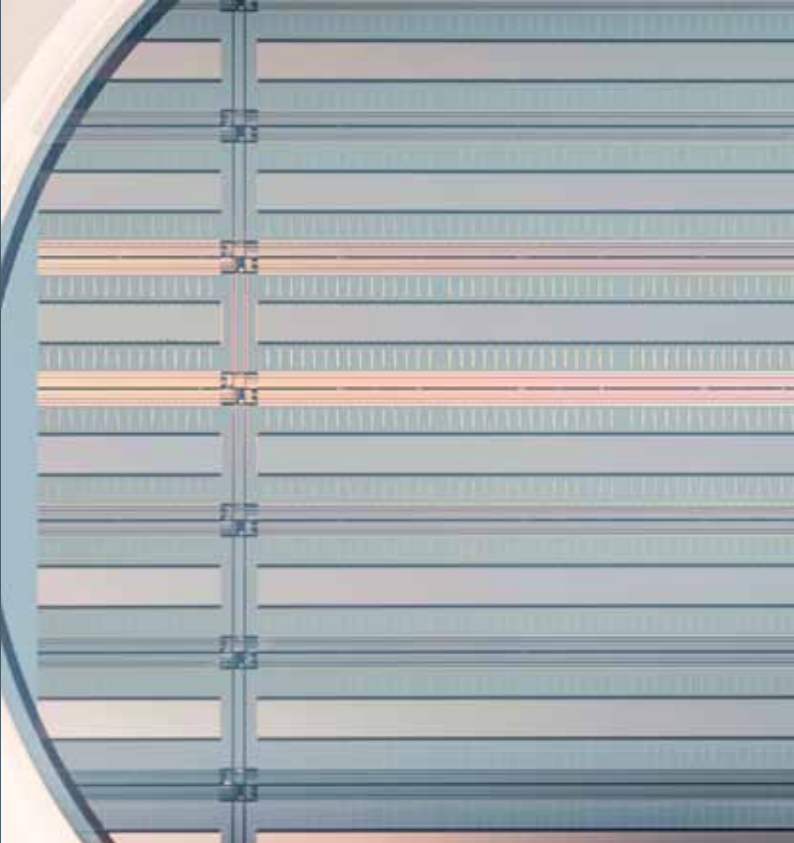




Fraunhofer
IPMS

FRAUNHOFER INSTITUTE FOR PHOTONIC MICROSYSTEMS IPMS



JAHRESBERICHT
.....
ANNUAL REPORT
.....

2012





**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR PHOTONISCHE
MIKROSYSTEME IPMS**

Anschrift: Maria-Reiche-Straße 2,
01109 Dresden
Telefon: +49 351 / 8823 - 0
Fax: +49 351 / 8823 - 266
E-Mail: info@ipms.fraunhofer.de
Internet: www.ipms.fraunhofer.de

**FRAUNHOFER INSTITUTE FOR PHOTONIC
MICROSYSTEMS IPMS**

Address: Maria-Reiche-Strasse 2,
01109 Dresden, Germany
Phone: +49 351 / 8823 - 0
Fax: +49 351 / 8823 - 266
Email: info@ipms.fraunhofer.de
Internet: www.ipms.fraunhofer.de





Prof. Dr. Hubert Lakner

FOREWORD

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

It was 20 years ago that 100 employees took up their work at the newly founded Dresden branch of the Fraunhofer Institute for Microelectronic Circuits and Systems IMS, and the Fraunhofer IPMS we know today, which has been independent since 2003, was thus founded. Since then our team has doubled, and our research budget has tripled. With this story of success, we stand today in a row of twelve Fraunhofer entities in the Dresden region, which has meanwhile become the largest agglomeration of the Fraunhofer-Gesellschaft. Together we celebrated our twentieth anniversary on March 2, 2012 with a commemorative event in the terminal of the Dresden airport, to especially honor the work and accomplishments of Fraunhofer's more than 1000 employees.

Our anniversary year 2012 was also a year marked by structural changes. For one thing, on June 1, 2012 the Center for Organic Materials and Electronic Devices Dresden COMEDD became an independent unit of the Fraunhofer-Gesellschaft under the direction of Prof. Leo. For another, I took over the management of the Fraunhofer Center for Nano-electronic Technologies CNT, effective November 1, 2012. Fraunhofer CNT with its 50 employees ceased its existence as an independent entity on December 31, 2012 in accordance with the board decision of the Fraunhofer Senate and is now being continued as a department of Fraunhofer IPMS at its own location and with a new strategic direction.

VORWORT

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

vor 20 Jahren nahmen 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im neu gegründeten Institutsteil Dresden des Fraunhofer-Instituts für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS die Arbeit auf und begründeten so das heutige, seit 2003 eigenständige Fraunhofer IPMS. Seitdem hat sich unsere Belegschaft verdoppelt, unser Forschungsbudget verdreifacht. Mit dieser Erfolgsgeschichte stehen wir in einer Reihe mit heute zwölf Fraunhofer-Einheiten am Standort Dresden, dem inzwischen größten Ballungsraum der Fraunhofer-Gesellschaft. Gemeinsam feierten wir unser 20-jähriges Jubiläum am 2. März 2012 im Rahmen einer Festveranstaltung im Dresdner Flughafen-Terminal und würdigten so vor allem die geleistete Arbeit der über 1000 Fraunhofer-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeiter.

Das Jubiläumsjahr 2012 war gleichzeitig ein Jahr, das von strukturellen Veränderungen geprägt war: Zum einen ist das Fraunhofer Center for Organic Materials and Electronic Devices Dresden COMEDD seit dem 1. Juli 2012 eine eigenständige Einheit der Fraunhofer-Gesellschaft unter Leitung von Prof. Leo. Zum anderen habe ich mit Wirkung zum 1. November 2012 die Leitung des Fraunhofer-Center für Nanoelektronische Technologien CNT mit übernommen. Das Fraunhofer CNT mit 50 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, das per Beschluss des Fraunhofer-Senates als eigenständige Einrichtung zum 31. Dezember 2012 geschlossen wurde, wird so als Abteilung des Fraunhofer IPMS mit eigenem Standort weitergeführt und strategisch neu ausgerichtet.



Dank stabiler Projekte mit unseren Schlüsselkunden sowie Erfolgen bei der Neukundenakquise können wir erneut eine positive Bilanz des Wirtschaftsjahres 2012 ziehen. Unsere Einnahmen aus Industrieerlösen haben dabei die 10 Millionen Euro-Marke überschritten. Das entspricht einem Wachstum des sehr guten Vorjahresergebnisses um 7 Prozent. 54,4 Prozent unseres Forschungsbudgets sind so durch Aufträge aus der privaten Wirtschaft finanziert. Dies sind beides Rekordwerte für das Fraunhofer IPMS in seiner nun knapp zehnjährigen Geschichte. Eine Spitzenstellung unter allen Fraunhofer-Instituten, die zeigt, dass wir weiter als attraktiver Partner der Wirtschaft gesehen werden.

Dem Wachstum entsprechend haben wir auch unsere Belegschaft auf über 200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aufgestockt. Grundvoraussetzung für unseren Erfolg bleiben Innovationspotenzial, Einsatzbereitschaft und Kreativität unseres Teams. Mit diesen Kompetenzen wollen wir mit Ihnen, unseren Kunden, gemeinsam wettbewerbsfähige Produkte entwickeln und an ihrer wirtschaftlichen Entwicklung partizipieren. Dafür werden wir weiterhin auf Ausstellungen, in Wissenschafts- und Kompetenznetzwerken, über Vorträge und persönliche Meetings für Sie präsent sein.

Das Fraunhofer IPMS ist seit 1995 nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert. Das erfolgreiche Rezertifizierungsverfahren der DEKRA Certification GmbH im November 2012 wie auch das positive Feedback, das wir im Rahmen unserer jährlichen Befragung zur Kundenzufriedenheit erhalten haben, zeigt uns, dass wir mit der exzellenten Qualität unserer Prozesse und Produkte, unseren Partnerschaften und Kompetenzen für die Zukunft gerüstet sind. Für das gezeigte Vertrauen gilt unser besonderer Dank allen unseren Kunden, Fördergebern und Partnern.

Thanks to stable projects with our key customers and successful new acquisitions, we were again able to strike a positive balance for the economic year 2012. Our income from industrial revenue has surpassed the 10 million euro mark. That corresponds to a growth of 7 percent compared to the excellent results of the previous year. 54.4 percent of our research budget is financed by the private economic sector. Both of these are records for Fraunhofer IPMS in its almost 10 year history. This leading position among all of the Fraunhofer institutes shows that we continue to be perceived as an attractive economic partner.

In correspondence to this growth, we have increased our staff to more than 200 employees. The basis for our success is and remains the combination of potential for innovation, operational readiness and the creativity of our team. We wish to share these skills and know-how with you, our customers, in order to develop competitive products together, and to play an active part in your economic development. We will continue to take part in exhibitions, research and competence networks, and be available to you for personal meetings.

Since 1995 the Fraunhofer IPMS has been certified according to the industrial standard DIN EN ISO 9001. Our successful re-certification in November 2012, as well as the positive feedback we got from our annual survey on customer satisfaction, shows that thanks to the excellent quality of our products, processes, partnerships and competencies we are well equipped for the future. Our special thanks go out to all of our customers, supporters and partners.

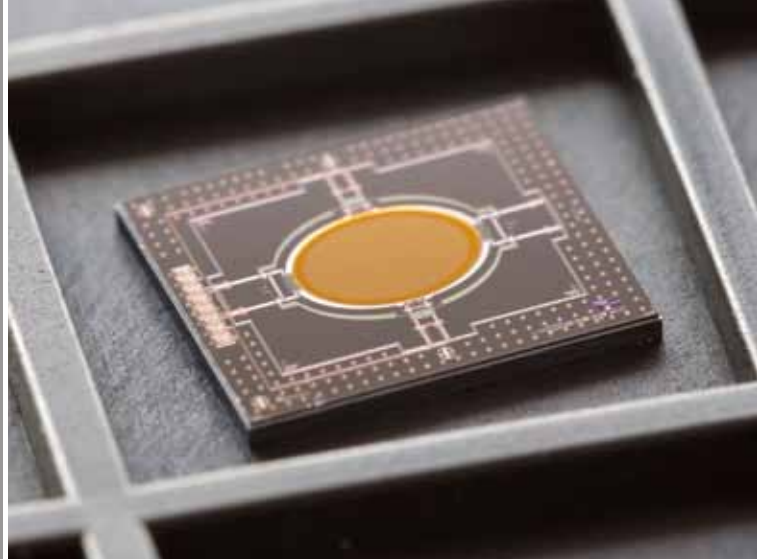


CONTENTS

Fraunhofer Institute for Photonic Microsystems IPMS	1
Foreword	2
The Fraunhofer IPMS in Profile	6
Fraunhofer Approach	8
Fraunhofer-Gesellschaft	9
Fraunhofer IPMS in Figures	10
Advisory Board	12
Fraunhofer Group for Microelectronics	13
Memberships and Cooperation	14
Applications and Business Fields	16
Active Micro-optical Components and Systems	18
Spatial Light Modulators	22
Sensor and Actuator Systems	24
Wireless Microsystems	28
Services and Infrastructure	32
Services	34
Infrastructure	36
Test, Characterization and Reliability	38
Highlights	40
Fraunhofer CNT Becomes a Department of Fraunhofer IPMS	41
Employees Celebrate 20 Years of Fraunhofer in Dresden	42
Fraunhofer IPMS Opens Their Labs for the 10th Dresden Long Night of Science on July 6, 2012	43
Innovations at Trade Shows and Conferences	44
Fraunhofer IPMS Utilizes R4S Program for Cooperations All over Europe	45
Harald Schenk Appointed Professor at BTU Cottbus	46
Fraunhofer Project Group at the BTU Cottbus Started	47
Fraunhofer Talent School 2012	48
Fraunhofer IPMS Goes Web 2.0	49
Knowledge Management	50
Patents	51
Publications	57
Academic Theses	60
How to reach us	62

◀ Wafer processing in the clean room.

Two-dimensional MEMS scanning mirror with gold coating. ▶



INHALT

Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS	1
Vorwort	2
Das Fraunhofer IPMS im Profil	6
Fraunhofer-Modell	8
Fraunhofer-Gesellschaft	9
Fraunhofer IPMS in Zahlen	10
Kuratoren	12
Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik	13
Mitgliedschaften und Kooperationen	14
Anwendungen und Geschäftsfelder	16
Aktive Mikrooptische Komponenten und Systeme	18
Flächenlichtmodulatoren	22
Sensor- und Aktorsysteme	24
Drahtlose Mikrosysteme	28
Leistungen und Infrastruktur	32
Leistungen	34
Infrastruktur	36
Test, Charakterisierung und Zuverlässigkeit	38
Höhepunkte	40
Fraunhofer CNT wird Abteilung des Fraunhofer IPMS	41
Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter feiern 20 Jahre Fraunhofer in Dresden	42
Fraunhofer IPMS öffnet erstmalig Türen zur 10. Dresdner Langen Nacht der Wissenschaften am 6. Juli 2012	43
Neuheiten auf Fachmessen und Konferenzen	44
Fraunhofer IPMS nutzt R4S-Programm für Kooperationen mit Firmen aus ganz Europa	45
Harald Schenk wird zum Professor an der BTU Cottbus ernannt	46
Fraunhofer-Projektgruppe an der BTU Cottbus gestartet	47
Fraunhofer-Talent-School 2012	48
Fraunhofer IPMS startet Social Media Aktivitäten	49
Wissensmanagement	50
Patente	51
Veröffentlichungen	57
Wissenschaftliche Arbeiten	60
Anfahrt	62



THE FRAUNHOFER IPMS IN PROFILE

The Fraunhofer Institute for Photonic Microsystems IPMS and its 212 employees turn over an annual research volume of more than 20 million euros. Fraunhofer IPMS generates more than two thirds of this production capacity out of commissions from industry and publicly financed projects in applied research.

The focus of our development and production services lies in the practical industrial application of unique technological know-how in the fields of (optical) micro-electro-mechanical systems [MEMS, MOEMS] and wireless microsystems. Fraunhofer IPMS combines scientific know-how, application experience and customer contacts as well as state-of-the-art clean room infrastructure and personnel resources. Fraunhofer IPMS covers a broad spectrum of industrial applications. Our services range from initial conception to product development, right down to serial pilot production – from a single component to a complete system solution.

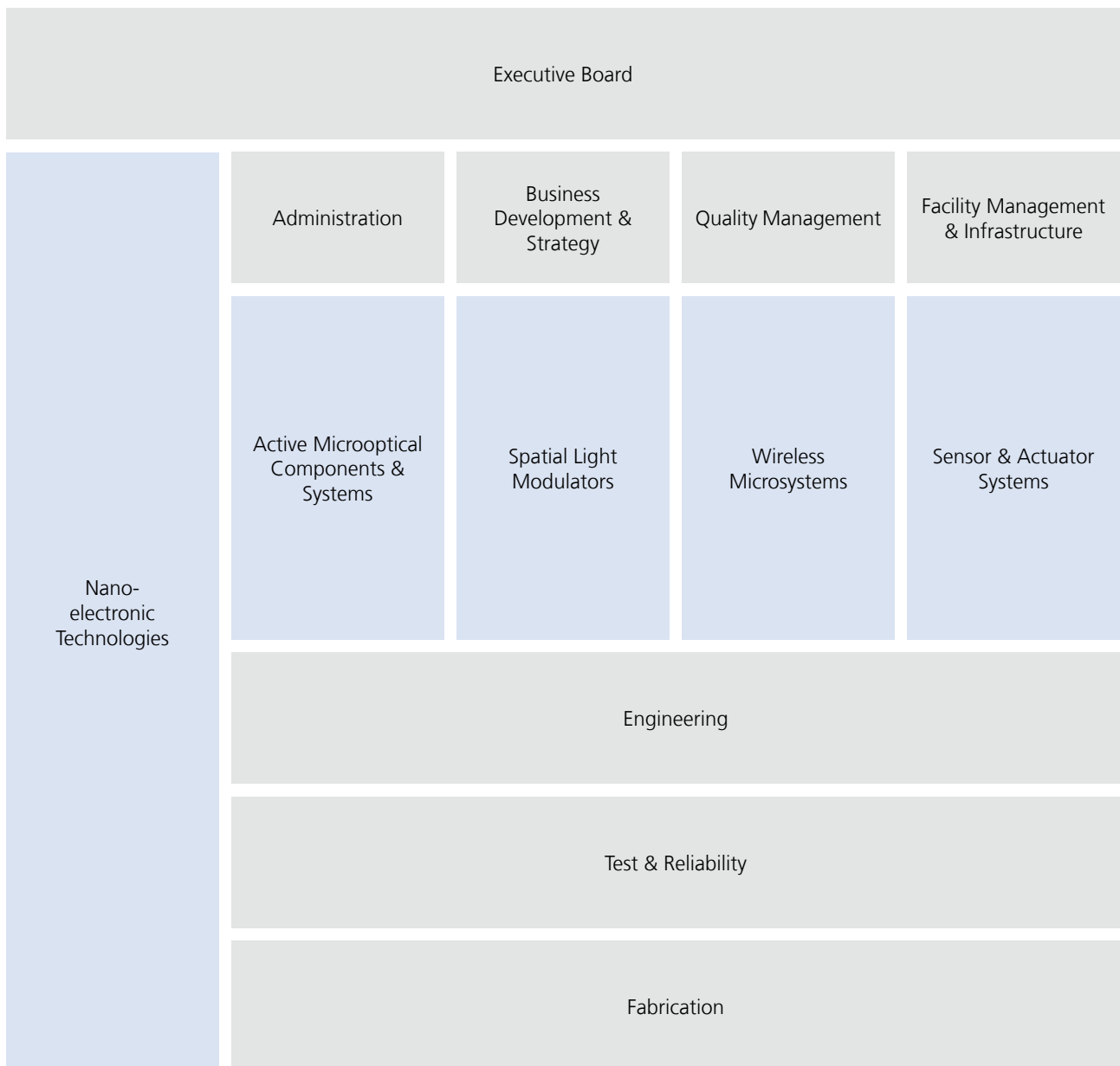
Effective January 1, 2013, the Fraunhofer Center for Nanoelectric Technology CNT, which had been independent since 2005, was integrated into Fraunhofer IPMS as one of its departments. The department works in the field of nano and micro electronics with functional electronic materials, processes and systems, device and integration, maskless lithography and analytics. About 800m² of clean room space (clean room class 1000) has been made available to the roughly 50 employees on the Infineon Dresden property, along with analysis and metrology processes with atomic resolution and high sensitivity.

DAS FRAUNHOFER IPMS IM PROFIL

Das Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS realisiert mit 212 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ein jährliches Forschungsvolumen von 20 Millionen Euro. Mehr als zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet das Fraunhofer IPMS mit Aufträgen aus der Wirtschaft und mit öffentlich finanzierten Projekten der angewandten Forschung. Im Fokus der Entwicklungs- und Fertigungsleistungen steht die industriennahe Verwertung der alleinstellenden technologischen Kompetenzen auf den Gebieten der (optischen) Mikro-Elektro-Mechanischen Systeme [MEMS, MOEMS] sowie der drahtlosen Mikrosysteme. Dabei nutzt das Fraunhofer IPMS wissenschaftliches Know-how, Applikationserfahrung und Kundenkontakte sowie moderne Anlagentechnik und Reinraum-Infrastruktur. Das Fraunhofer IPMS deckt eine breite Palette industrieller Anwendungen ab. Das Leistungsangebot reicht von der Konzeption über die Produktentwicklung bis zur Pilotserienfertigung – vom Bauelement bis zur kompletten Systemlösung.

Mit Wirkung zum 1. Januar 2013 wurde das seit 2005 eigenständige Fraunhofer-Center für Nanoelektronische Technologien CNT als Abteilung an das Fraunhofer IPMS angeschlossen. Die Wissenschaftler beschäftigen sich auf dem Gebiet der Nano- und Mikroelektronik mit funktionalen elektronischen Materialien, Prozessen und Anlagen, Device & Integration, maskloser Lithographie sowie Analytik. Für die rund 50 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter stehen auf dem Gelände von Infineon Dresden ca. 800m² Reinraumfläche (Reinraumklasse 1000) sowie Analyse- und Metrologieverfahren mit atomarer Auflösung und hoher Sensitivität zur Verfügung.

STRUCTURE OF THE INSTITUTE



Project Group
»Mesoscopic Actuators and Systems« MESYS *

* together with BTU Cottbus

FRAUNHOFER-MODELL

FRAUNHOFER APPROACH

VISION

Fraunhofer IPMS is the worldwide leading provider of research and development services in the fields of photonic microsystems, microsystems technologies and wireless microsystems. Innovative products can be found in all large markets – such as information and communication technologies, consumer products, automobile technology, semi-conductor technology, measurement and medical technology – products which are based upon various technologies developed at Fraunhofer IPMS.

MISSION STATEMENT

We offer complete solutions: From conception to component right up to complete systems in the fields of photonic microsystems, microsystems technologies and wireless microsystems. This includes sample and pilot production with qualified processes.

We conduct research and development at the highest level internationally in order to generate innovative solutions and unique features for our clients and sponsors. It is our ambition to ensure our clients a competitive position that is not only strengthened but lasting.

We stand up to demanding and responsible challenges in an industrially oriented, professional environment with excellent facilities.

VISION

Das Fraunhofer IPMS ist international führender Forschungs- und Entwicklungsdienstleister in den Bereichen Photonische Mikrosysteme, Mikrosystemtechnologien und drahtlose Mikrosysteme. In allen großen Märkten – wie Informations- und Kommunikationstechnologien, Konsumgüter, Fahrzeugtechnik, Halbleiter, Mess- und Medizintechnik – finden sich innovative Produkte, die auf am Fraunhofer IPMS entwickelten Technologien basieren.

MISSION

Das Fraunhofer IPMS bietet Komplettlösungen vom Konzept über das Bauelement bis zum System auf den Gebieten der photonischen Mikrosysteme, Mikrosystemtechnologien und drahtlosen Mikrosysteme an. Dies schließt Muster- und Pilotfertigung mit qualifizierten Prozessen ein.

Wir führen auf internationalem Spitzenniveau angewandte Forschung und Entwicklung durch, um für unsere Kunden und Fördergeber innovative Lösungen und Alleinstellungsmerkmale zu generieren. Unser Anspruch ist es, die Wettbewerbsposition unserer Kunden nachhaltig zu stärken.

Wir stellen uns herausfordernden und verantwortungsvollen Aufgaben in einem industrieorientierten, professionellen Arbeitsumfeld mit exzellenter Ausstattung.



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 66 Institute und selbstständige Forschungseinrichtungen. Rund 22.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,9 Milliarden Euro. Davon fallen 1,6 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert.

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

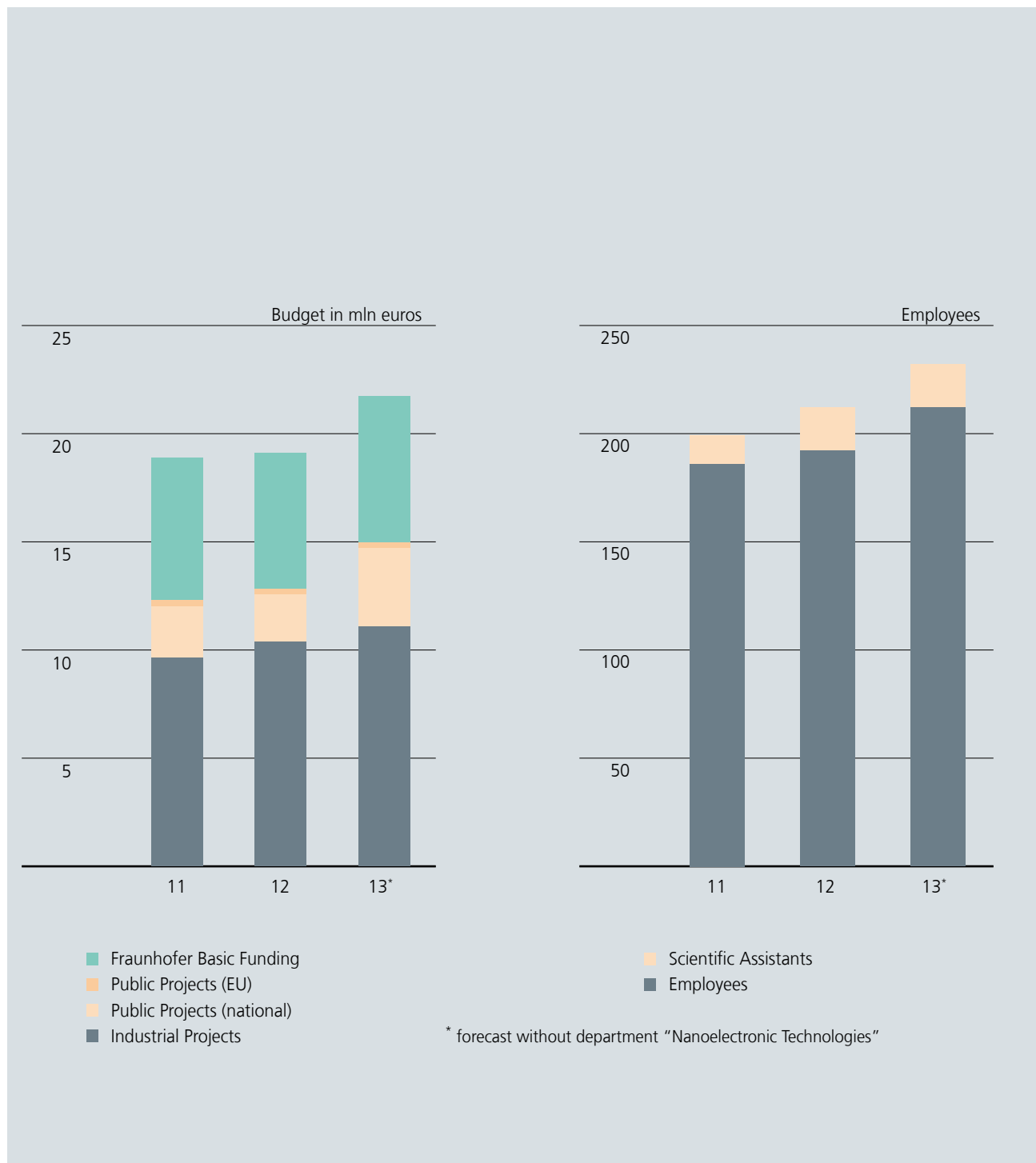
FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

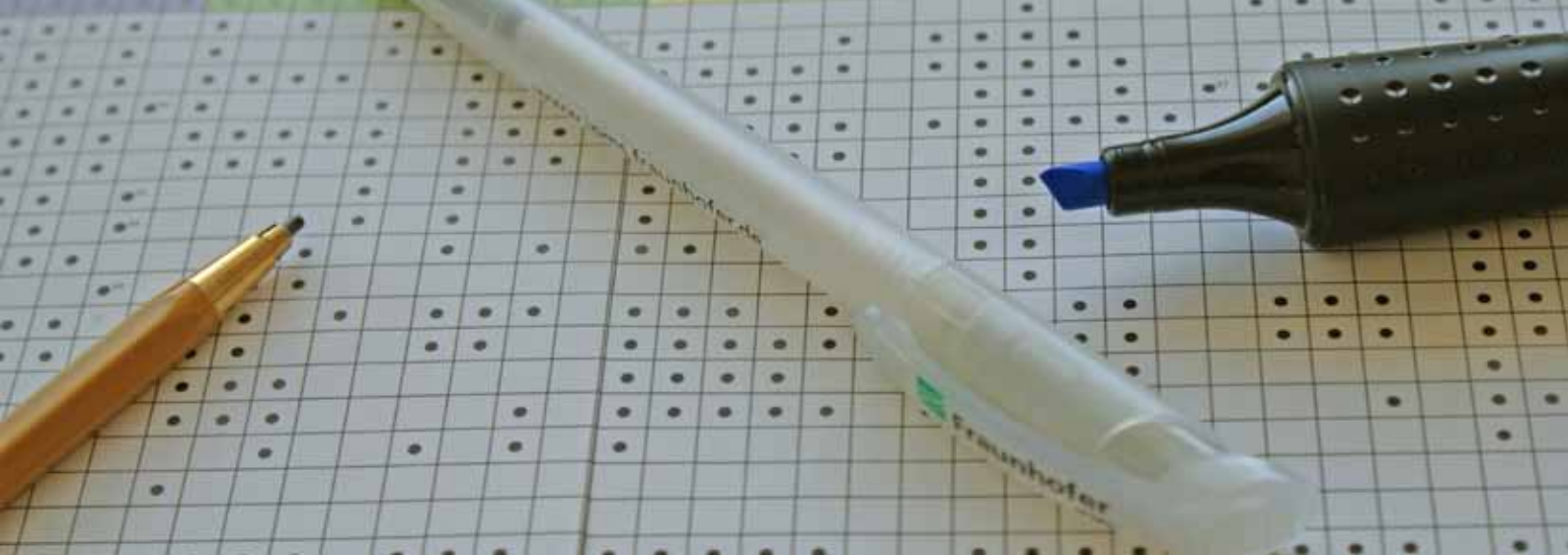
Research of practical utility lies at the heart of all activities pursued by the Fraunhofer-Gesellschaft. Founded in 1949, the research organization undertakes applied research that drives economic development and serves the wider benefit of society. Its services are solicited by customers and contractual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

At present, the Fraunhofer-Gesellschaft maintains 66 institutes and independent research units. The majority of the more than 22,000 staff are qualified scientists and engineers, who work with an annual research budget of 1.9 billion euros. Of this sum, more than 1.6 billion euros is generated through contract research. More than 70 percent of the Fraunhofer-Gesellschaft's contract research revenue is derived from contracts with industry and from publicly financed research projects. Almost 30 percent is contributed by the German federal and Länder governments in the form of base funding.

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

FRAUNHOFER IPMS IN FIGURES





 ANTEILIGE PROJEKTERTRÄGE
 AM BETRIEBSHAUSHALT IN PROZENT

BREAKDOWN OF PROJECT REVENUES AS
 PERCENTAGES OF THE OPERATING BUDGET

	2011	2012	Plan 2013	
Industry	51,1 %	54,4 %	51,0 %	Wirtschaft
EU	1,5 %	1,2 %	1,3 %	EU
Total	65,5 %	67,2 %	69,0 %	Gesamt
Employees	199	212	232	Mitarbeiter



KURATOREN

ADVISORY BOARD

Jürgen Berger — VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Division Manager

Prof. Dr. Alex Dommann — University of Neuchatel, Institute of Microtechnology, Director,
Vice-President of the CSEM SA.

MDgt Jörg Geiger — Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst, Director-General

Prof. Dr. Gerald Gerlach — TU Dresden, Institut für Festkörperelektronik, Director

Konrad Herre — Plastic Logic GmbH, COO, Chairman of the advisory board

Dirk Hilbert — Landeshauptstadt Dresden, Deputy Mayor, Head of Department of Economic Development

Prof. Dr. Klaus Janschek — TU Dresden, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, Dean

Prof. Dr. Jörg-Uwe Meyer — MT2IT GmbH & Co. KG, General Manager

Prof. Dr. Wilfried Mokwa — RWTH Aachen, Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik, Director

MinRat Peter G. Nothnagel — Saxony Economic Development Corporation, Managing Director

Dr. Jürgen Rüstig — NPS GmbH – New Package Solutions, General Manager

Dr. Hermann Schenk — Schenk Industry Consulting, Managing Director

Dr. Ronald Schnabel — VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik (GMM),
Managing Director

Dr. Norbert Thyssen — Infineon Technologies Dresden GmbH & Co OHG, Director



FRAUNHOFER-VERBUND MIKROELEKTRONIK

Der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik V μ E koordiniert seit 1996 die Aktivitäten der auf den Gebieten Mikroelektronik und Mikrointegration tätigen Fraunhofer-Institute. Derzeit sind es zwölf Institute (und drei Gastinstitute) mit ca. 2900 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Das jährliche Budget beträgt etwa 325 Millionen Euro. Die Aufgaben des Fraunhofer V μ E bestehen im frühzeitigen Erkennen neuer Trends und deren Berücksichtigung bei der strategischen Weiterentwicklung der Verbundinstitute. Dazu kommen das gemeinsame Marketing und die Öffentlichkeitsarbeit.

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

Das Direktorium des Verbunds Mikroelektronik setzt sich aus den Direktoren der Mitgliedsinstitute zusammen. Vorsitzender des Direktoriums ist Prof. Hubert Lakner.

FRAUNHOFER GROUP FOR MICROELECTRONICS

The Fraunhofer Group for Microelectronics V μ E has been coordinating the activities of Fraunhofer Institutes working in the fields of microelectronics and microintegration since 1996. Its membership consists of twelve institutes as full members and three as associated members, with a total workforce of around 2900 employees and a combined budget of roughly 325 million euros. The purpose of the Fraunhofer V μ E is to scout for new trends in microelectronics technologies and applications and to integrate them in the strategic planning of the member institutes. It also engages in joint marketing and public relations work.

Further activities of the group concentrate largely on establishing joint focal research groups and projects. In this way, the group is able to provide innovative small and medium-sized enterprises, in particular, with future-oriented research and application-oriented developments that will help them gain a decisive competitive edge.

The directors of the member institutes form the Board of Directors of the Group for Microelectronics. Prof. Dr. Hubert Lakner has been elected Chairman of the Board of the Fraunhofer Group for Microelectronics.



MEMBERSHIPS AND COOPERATION

Fraunhofer IPMS contributes to scientific and professional networks in the fields of optics technology and photonics, microsystems technology, microelectronics and medical technology. With lectures, exhibitions and research group cooperations, Fraunhofer IPMS takes an active part in sharing experiences and promoting the transfer of know-how, close economic relations and the power of innovation.

Close interaction with the Technical University Dresden also plays a very important role. Both Institute Director Prof. Hubert Lakner and Head of Business Unit Prof. Wolf-Joachim Fischer hold their own professorships and encourage intensive cooperation with students and graduates in fundamental research and mission-oriented research.

In 2012, the close cooperation with the Brandenburg Technical University (BTU) in Cottbus was also intensified. Dr. Harald Schenk, Deputy Director of the Fraunhofer IPMS, was appointed Professor of Micro and Nano Systems at the BTU Cottbus. Furthermore, the Fraunhofer project group "Mesoscopic Actors and Systems" was launched on October 1, 2012 under the directorship of Prof. Schenk. The team will be making use of laboratories and facilities at the BTU for a period of five years. The cooperation between the BTU Cottbus and Fraunhofer IPMS as a joint research group is to initiate a planned research institute independent of the university in the Lausitz region.

MITGLIEDSCHAFTEN UND KOOPERATIONEN

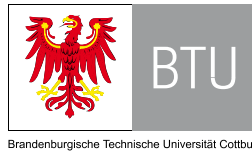
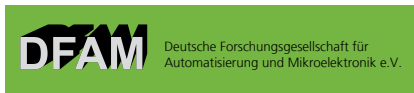
Das Fraunhofer IPMS engagiert sich in Wissenschafts- und Kompetenznetzwerken der optischen Technologien und Photonik, der Mikrosystemtechnik und Mikroelektronik und der Medizintechnik. Mit Fachvorträgen, Ausstellungen und der Mitarbeit in Arbeitskreisen beteiligen sich die Wissenschaftler aktiv am Erfahrungsaustausch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

Eine bedeutende Rolle nimmt die enge Verzahnung mit der Technischen Universität Dresden ein. Hier haben Institutsdirektor Prof. Hubert Lakner und Geschäftsfeldleiter Prof. Wolf-Joachim Fischer eigene Professuren und fördern eine intensive Zusammenarbeit mit Studenten und Absolventen in der Grundlagen- und Auftragsforschung.

Im Jahr 2012 wurde auch die enge Kooperation mit der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) Cottbus vertieft. Dr. Harald Schenk, stellvertretender Institutsdirektor des Fraunhofer IPMS, wurde zum 1. Mai 2012 zum Professor für Mikro- und Nanosysteme an der BTU Cottbus (BTU) ernannt. Darüber hinaus startete am 1. Oktober 2012 unter Leitung von Prof. Schenk die Fraunhofer-Projektgruppe »Mesoskopische Aktoren und Systeme«. Sie nutzt für insgesamt fünf Jahre Labore und Räumlichkeiten der BTU Cottbus. Die Kooperation der BTU Cottbus mit dem Fraunhofer IPMS in einer gemeinsamen Forschergruppe soll eine außeruniversitäre Forschungseinrichtung in der Lausitz auf den Weg bringen.

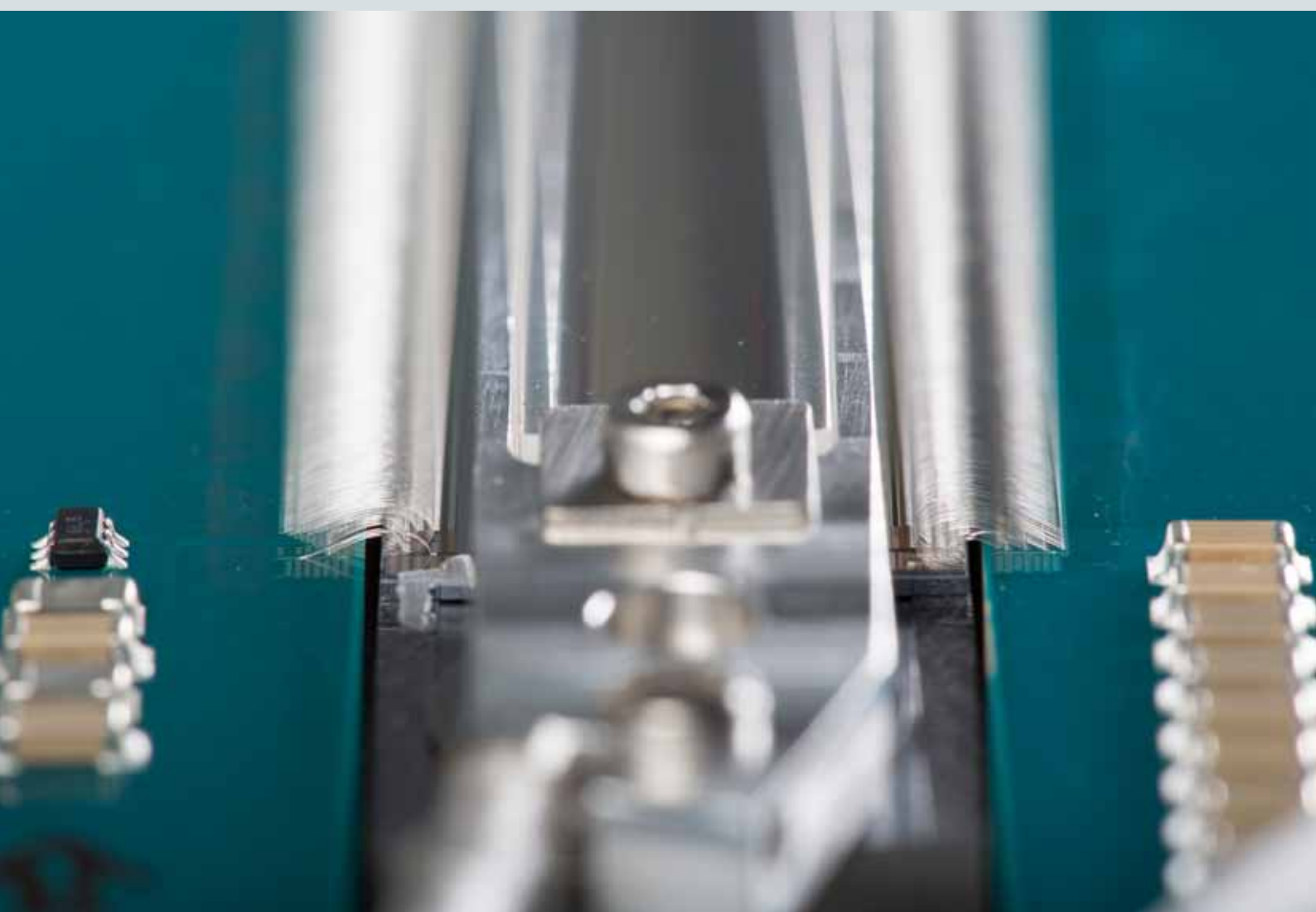
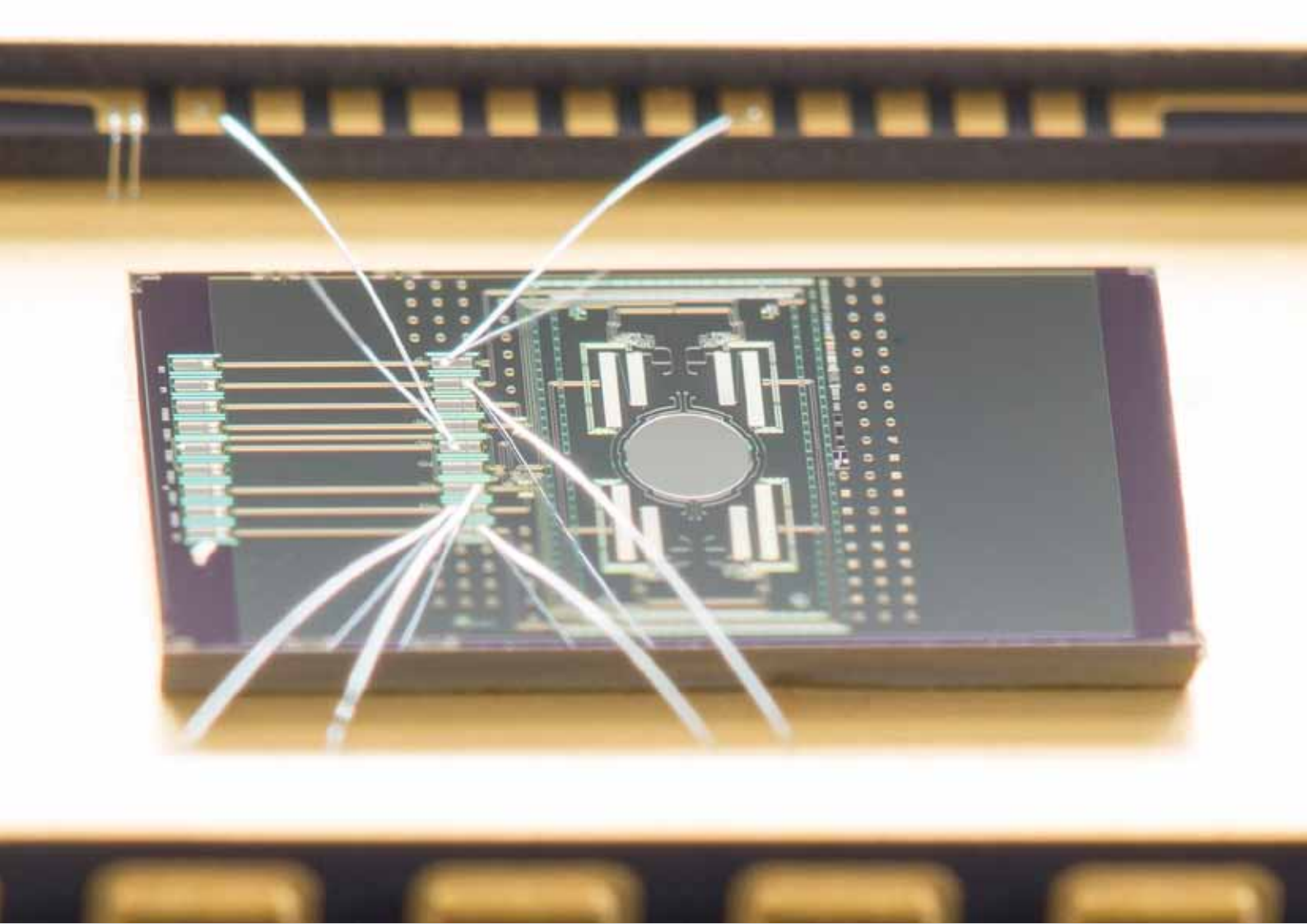
◀ Technical discussion during Electronica trade fair 2012.

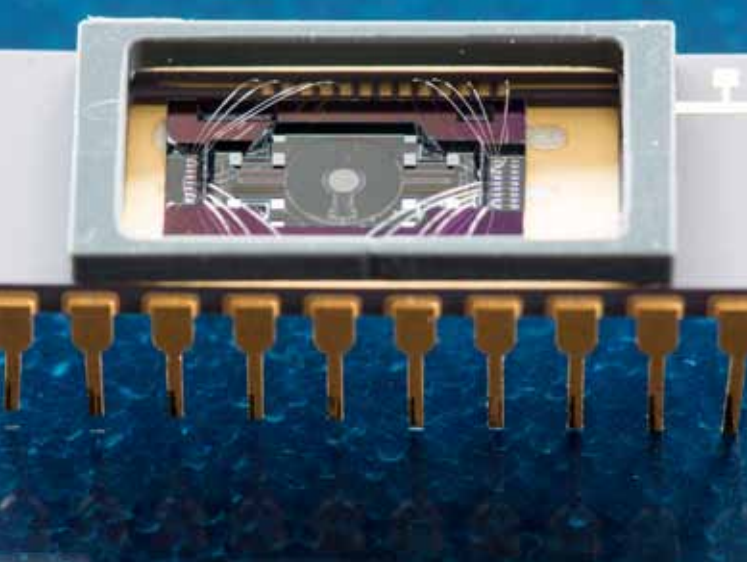
Informal networking opportunity. ▶



ANWENDUNGEN UND GESCHÄFTSFELDER

APPLICATIONS AND BUSINESS FIELDS





Prof. Dr. Harald Schenk

ACTIVE MICRO-OPTICAL COMPONENTS AND SYSTEMS

This business unit focuses on the development of silicon based active micro-optics components for specific applications. Micro-scanning mirrors are one of our major areas of expertise. To date, more than 50 different resonant scanners have been designed and manufactured. They are made to deflect light either one-dimensionally or two-dimensionally for high speed optical path length modulation. Scan frequencies from 0.1 kHz to 50 kHz have been successfully executed. Applications range from reading barcode and data code, through 3D metrology, and right up to laser projection and spectroscopy. An internet platform (www.micro-mirrors.com) was introduced, allowing customers to define their specific application for the micro-scanner. Thanks to a building-block approach, we are able to offer reasonably-priced devices with a short lead time. In addition to resonant scanners, quasi-static micro-scanners are also under development. These activities are geared toward applications such as laser beam positioning and switching. Project examples where resonant and quasistatic scanners are combined can be found on the next pages.

A second area of expertise is electro-active polymers and their integration. The polymers are deployed as mechanical actuators, or as waveguides, with voltage adjustable properties based on electro-optical effects. Alongside the development of liquid lenses with an adjustable focus, programmable waveguides are of particular interest: The latter are geared toward applications such as optical switches or variable optical attenuators (VOA) for optical data transmission (see project example).

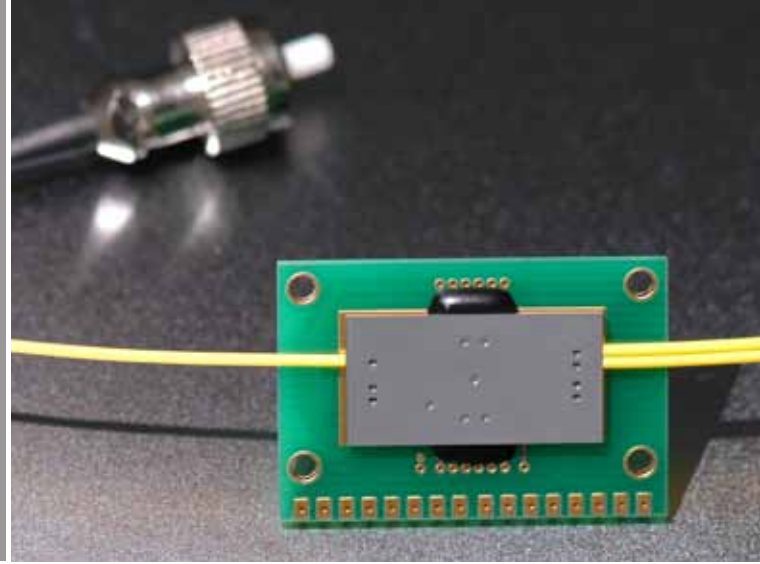
AKTIVE MIKROOPTISCHE KOMPONENTEN UND SYSTEME

Kern der Geschäftsfeldaktivitäten ist die anwendungsspezifische Entwicklung siliziumbasierter aktiver mikrooptischer Komponenten. Den ersten Schwerpunkt bilden Mikroscoanerspiegel. In der Zwischenzeit wurden mehr als 50 verschiedene resonante MEMS-Scanner entwickelt, die als ein- oder zweidimensional ablenkende Elemente oder auch zur optischen Weglängenmodulation eingesetzt werden. Mögliche Scanfrequenzen reichen von ca. 0,1 kHz bis zu 50 kHz. Die Anwendungsbreite erstreckt sich von Strichcode-Lesesystemen über die 3D-Messtechnik bis hin zur Laserprojektion, Spektroskopie und Fokusbändermodulation. Interessenten haben die Möglichkeit, über eine Internetplattform (www.micro-mirrors.com) kundenspezifische Scanner schnell und kostengünstig für ihre Evaluierung zu beziehen. Neben den resonanten Scannern werden auch quasistatisch auslenkbare Mikroscoanerspiegel für Anwendungen wie das Laserstrahlpositionieren oder vektorielles Scannen entwickelt. Projektbeispiele, bei denen resonante und quasistatische Scanner kombiniert werden, finden sich auf den nächsten Seiten.

Der zweite Schwerpunkt wird durch den Einsatz elektroaktiver Polymere gebildet. Diese werden z. B. als mechanische Aktoren oder unter Nutzung elektrooptischer Effekte zur Realisierung neuartiger aktiver optischer Elemente eingesetzt. Neben Flüssigkeitslinsen mit einstellbarem Fokus sind hier programmierbare Wellenleiter von besonderem Interesse. Letztere eignen sich z. B. für den Einsatz als optische Schalter oder als Dämpfungselemente (VOA) in der optischen Datenübertragung (siehe auch Projektbeispiel).

◀◀ Two-dimensional resonant/quasi-static MEMS mirror packaged using a DIL housing.

Fiber-optic coupled liquid crystal switch. ▶



FLÜSSIGKRISTALLSCHALTER BASIEREND AUF ELEKTROOPTISCH INDUZIERTEN WELLENLEITERN

Im Rahmen des Fraunhofer Attract Programms wurde am Fraunhofer IPMS ein neuartiger fasergekoppelter bidirektionaler single-mode 1×2 -Schalter für den $1,55 \mu\text{m}$ -Wellenlängenbereich entwickelt und gefertigt. Die besonderen Eigenschaften des Schalters folgen aus dem Wirkprinzip elektrooptisch induzierter Wellenleiter in speziellen Flüssigkristallen, wobei im Wesentlichen der folgende Effekt zum Tragen kommt: Mittels von außen angelegter elektrischer Felder werden große Anisotropien in einem eng begrenzten Raumbereich innerhalb einer Flüssigkristallschicht induziert, wodurch sich die Führung einer Lichtwelle entlang dieses Bereiches gezielt steuern lässt. Dank der eingesetzten Flüssigkristalle zeichnet sich das Bauteil durch geringe optische Verluste vom Sichtbaren bis ins Infrarote sowie Schaltzeiten, die unterhalb einer Mikrosekunde liegen, aus. In der 2-Kanal-Konfiguration ist die gemessene Einfügedämpfung geringer als 4 dB, und die kontinuierlich einstellbare Abschwächung reicht von 0 bis 30 dB. Künftige Designvarianten versprechen noch eine beträchtliche Verbesserung dieser Parameter. Weitere Entwicklungen werden durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) seit September 2012 unterstützt (FKZ 13N12442).

Hergestellt werden diese Bauteile mittels planarer Silizium-Wafer-Technologie, was eine kostengünstige Produktion und hohe Stückzahlen gewährleistet. Dank des Designs bietet der am Fraunhofer IPMS entwickelte Schalter bedeutende Vorteile in Bezug auf die Stabilität und Zuverlässigkeit des Schaltvorgangs und die Integrierbarkeit mit anderen Komponenten. Mit derartigen Schaltern werden maßgeschneiderte Lösungen für optische Telekommunikation, faseroptische Sensornetzwerke und Anwendungen in der Lasertechnologie ermöglicht.

ELECTRO-OPTICAL LIQUID CRYSTAL WAVEGUIDE SWITCH

Funded through an Attract program of the Fraunhofer-Gesellschaft Fraunhofer IPMS designed and fabricated a novel bidirectional fiber-coupled single-mode 1×2 optical switch device for operation in the $1.55 \mu\text{m}$ telecom wavelength band. The unique feature of this switch is that it is based on electrooptically induced waveguides in special liquid crystals. Essentially, the working principle is this: externally applied electrical fields induce large anisotropies in a narrow region inside a liquid crystal layer, and by this control the guiding of a light wave along this region. The liquid crystals used bring further benefits to the device such as low optical loss from visible to infrared range and sub-microsecond switching time. In the 2-port configuration the measured insertion loss is less than 4 dB at an attenuation range of 0 to 30 dB, yet future designs promise to improve these parameters considerably. Further developments are funded by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) since September 2012 (grant no. 13N12442).

The device fabrication is based on planar silicon wafer technology which enables high-volume and cost-effective manufacturing. Due to their straightforward design, the Fraunhofer IPMS' switches offer exceptional advantages in regard to the reliability and stability of switching as well as integrability with other components. With these devices, tailored solutions for fiber-optic communication systems, fiber-optic sensor networks as well as applications in laser technology are possible.



MICRO-SCANNING MIRRORS FOR HIGH-POWER LASER APPLICATIONS IN LASER SURGERY

High-energy ps-lasers with high repetition rates (> 10 kHz) allow for the laser treatment of bone and hard tissue without the usual accompanying thermal problems (tissue carbonization). However, novel miniaturized scanning techniques for fast and precise beam guidance are required. As a part of the Fraunhofer WISA program, researchers from the Fraunhofer have developed a novel handheld laser instrument for the laser cutting of cranium bone. The careful opening of the skull is a common step in the treatment of a cerebral hemorrhage which often follows a stroke. The use of a laser can replace the usual mechanical bone sawing process which poses a high risk to the patient.

The centerpiece of the surgeon-guided tool holder is a pair of novel two-dimensional micromirrors developed by the Fraunhofer IPMS. The first one is based on the electrostatic, resonant / linear LinScan technology and was optimized for an efficient cutting process with fast beam guidance. The second magnetically driven mirror allows two-dimensional static deflections up to $\pm 5^\circ$ and thus allows for a correction of the laser beam position. In order to be able to use the microscanner at a high laser power ($P = 20$ W cw, power density > 100 MW/cm²) it was necessary to use large mirror apertures (> 5 mm), high reflectance coatings ($> 99\%$) as well as highly robust optical coatings with a high optical planarity of $< \lambda/10$. Therefore micromirrors with mirror apertures of 5×7 mm² and 6×8 mm², coated with robust and thermally compensated dielectric high reflectance coatings ($R > 99\%$, 532 nm, $P = 20$ W cw) have been developed.

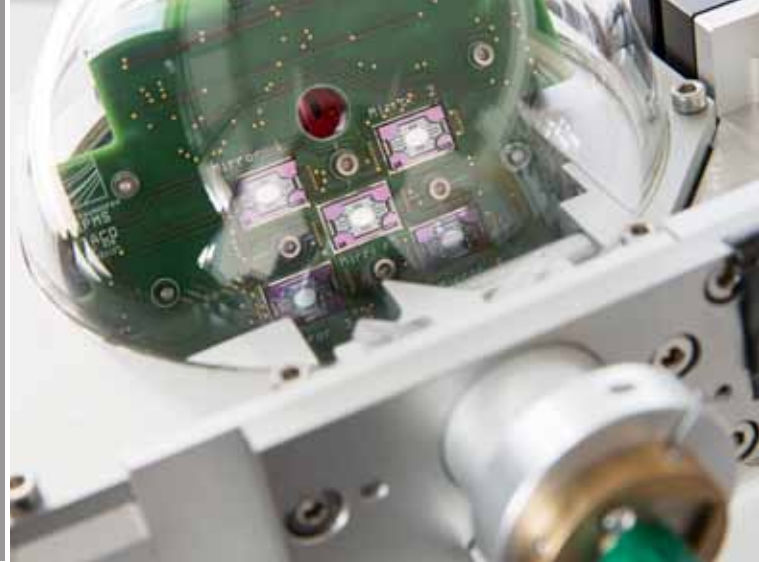
MIKROSCANNER FÜR HOCHLEISTUNGS-ANWENDUNGEN IN DER LASERCHIRURGIE

Hochenergetische ps-Laser mit hohen Repetitionsraten (> 10 kHz) ermöglichen die Laserbearbeitung von Knochen-Hartgewebe ohne parasitäre thermische Effekte (Gewebe karbonisierung), erfordern jedoch neuartige miniaturisierte Scantechniken zur schnellen und präzisen Strahlführung. Im Rahmen des Fraunhofer-WISA-Programms haben Fraunhofer-Forscher eine vom Chirurgen per Hand geführte Knochenfräse (Laserkraniotom) entwickelt, die potentiell eine definierte Öffnung der Schädeldecke und somit den Ersatz mechanischer Knochenfräsen mit hohem Patientenrisiko ermöglicht. Derartige Eingriffe sind u. a. bei Gehirnblutungen nach einem Schlaganfall zwingend erforderlich.

Herzstück des Laserkraniotoms sind zwei neuartige vom Fraunhofer IPMS entwickelte 2D-Mikrospiegel. Der erste basiert auf der elektrostatischen, resonant/linearen LinScan-Technologie und wurde auf einen effizienten Schneidprozess mit schneller dynamischer Strahlführung optimiert. Der zweite magnetisch angetriebene Spiegel ist zweidimensional statisch auslenkbar bis $\pm 5^\circ$ (mechanisch) und ermöglicht so eine Strahlagekorrektur des Bearbeitungslasers bei Fehlpositionierungen des Handstücks. Um erstmals Mikrosscanner bei hohen Laserleistungen ($P = 20$ W cw, Pulsleistungsdichten > 100 MW/cm²) einsetzen zu können, mussten neben den aktorischen Eigenschaften große Spiegelaperturen > 5 mm, hohe Reflektivitäten $> 99\%$ und eine hohe Zerstörschwelle bei gleichzeitiger optischer Spiegelplanarität $< \lambda/10$ gewährleistet werden. Die Mikrospiegel mit Spiegelaperturen von 5×7 mm² bzw. 6×8 mm² besitzen dazu spannungs- und thermisch kompensierte dielektrische HR-Verspiegelungen ($R > 99\%$, 532 nm, $P = 20$ W cw).

- ◀◀ Two-dimensional resonant / quasi-static MEMS mirror.
- ◀ Tool holder with integrated miniaturized MEMS scanning system of Fraunhofer IPMS for laser surgery.
Copyright: Fraunhofer ILT

Optical scan head of a three-dimensional time-of-flight camera with hybrid integrated array of two-dimensional MEMS scanning mirrors. ▶



LINSCAN FÜR ADAPTIVE 3D-KAMERAS

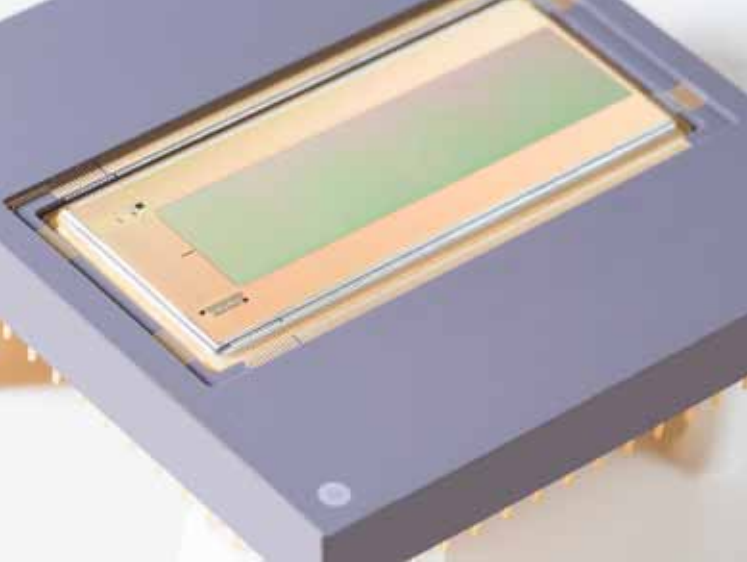
Die neuartige LinScan-Scannertechnologie des Fraunhofer IPMS macht es möglich, bei der Aufnahme von Bildinformationen schnell zwischen Zielpositionen zu wechseln und die Geschwindigkeit des Scanvorgangs dynamisch anzupassen. So ausgestattete 3D-Kameras bieten höhere Auflösung und könnten Roboter der nächsten Generation dazu verhelfen, ihre Umgebung besser zu verstehen und schärfer zu sehen.

Um das Prinzip des menschlichen Sehens, also das grobe Absuchen nach im Sichtfeld auftauchenden Objekten sowie das Erkennen und Fokussieren der gesuchten Objekte mit größerer Auflösung in einem 3D-Kamerasystem für Sicherheitsanwendungen und Robotik umzusetzen, hat sich das Fraunhofer IPMS im Rahmen des Europäischen Verbundforschungsprojektes »TACO« (Three-dimensional Adaptive Camera with Object Detection and Foveation – Projektnummer: 248623) mit vier weiteren Forschungseinrichtungen und zwei Industrieunternehmen zusammengetan. Gemeinsam arbeiten die Partner daran, die LinScan-Scannertechnik mit einer dreidimensionalen Objektvermessung basierend auf einer Laufzeitmessung (Time-of-Flight – TOF) sowie Software zur ultraschnellen Objekterfassung in einem neuartigen Kamerasystem zu kombinieren. Das LinScan-Bauteilkonzept steht für zweidimensionale MEMS-Scanner, die einen resonanten Antrieb mit definierter Frequenz in der schnellen horizontalen Achse mit einer variablen quasi-statischen Auslenkung auf der vertikalen Achse kombinieren. Dies ermöglicht eine Bildaufnahme mit flexibler Abtastgeschwindigkeit und somit ein Scannen mit angepasster Auflösung. Ein erster Prototyp eines Scankopfes mit fünf LinScan-Scanner- spiegeln wurde auf der Security in Essen im September 2012 erstmalig der Öffentlichkeit präsentiert.

LINSCAN IMPLEMENTED IN ADAPTIVE 3D CAMERAS

The newly developed LinScan scanner technology from Fraunhofer IPMS allows switching of the target positions of the laser beam quickly, and a dynamic adjustment of the scanning speed is also possible. 3D cameras equipped with this technology offer higher resolution and make innovative solutions possible, such as robot eyes with sharp vision.

In order to implement the foveal principle – i.e. the rough scanning of objects appearing within the range of sight – in a 3D camera system to detect the objects looked for, and record said objects with a markedly higher resolution Fraunhofer IPMS has partnered up with four other research facilities and two enterprises within the European joint research project "TACO" (Three-dimensional Adaptive Camera with Object Detection and Foveation – Project reference: 248623). Together, the partners are working on combining the LinScan scanning technology with a three-dimensional object survey based upon time of flight (TOF) as well as with software for ultra-fast object capture. LinScan is based on two-dimensional microscanners which combine a resonant drive with a defined frequency on the fast horizontal axis with a variable quasi-static oscillation on the vertical axis. This makes it possible for the laser beam to jump from line to line and thus to scan an image with higher resolution. At the Security trade show in September 2012 Fraunhofer IPMS has showcased an initial prototype of an optical scanning head with five integrated, synchronically operated LinScan scanning mirrors for the first time.



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 analogue 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 $10\ \mu\text{m}$ 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 based on 240×200 individual mirrors ($40 \times 40\ \mu\text{m}^2$) 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. 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.

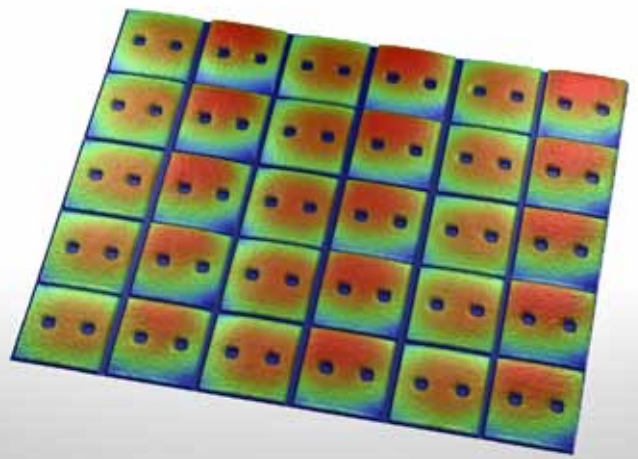
FLÄCHENLICHTMODULATOREN

Flächenlichtmodulatoren des Fraunhofer IPMS bestehen aus einer Anordnung von Mikrosiegeln auf einem Halbleiterchip, wobei die Spiegelanzahl anwendungsspezifisch aktuell 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 Einzelauslenkung jedes Mikrosiegels zu ermöglichen. Das Fraunhofer IPMS entwickelt darüber hinaus 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 z. B. definierte Strukturen projiziert werden. Hochauflösende Kippspiegelarrays mit bis zu 2,2 Millionen Einzelsiegeln werden von unseren Kunden als hochdynamische programmierbare Masken für die optische Mikrolithographie im Ultraviolett-Bereich eingesetzt. Spiegelabmessungen liegen hier bei $10\ \mu\text{m}$ 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, die auf 240×200 Einzelsiegeln ($40 \times 40\ \mu\text{m}^2$) basieren, finden u. a. Anwendung in der Wellenfrontformung in adaptiv-optischen Systemen. Diese Systeme können Wellenfrontstörungen in weiten Spektralbereichen korrigieren und so die Wiedergabequalität von Bildern verbessern. Weitere Anwendungsbereiche sind die Augenheilkunde, Astronomie und Mikroskopie sowie die räumliche und zeitliche Laserstrahl- und Pulsformung.

◀◀ Tilting micromirror array with over one million individual mirrors.

False-color image showing the topography of a mirror array. ▶



IN SITU TOPOGRAPHIEMESSUNG AN MIKROSPIEGELMATRIZEN UNTER LASERBESTRAHLUNG

Die Entwicklung und Optimierung komplexer Mikro-Opto-Elektro-Mechanischer Systeme (MOEMS) erfordert detailliertes Wissen über das Bauteilverhalten unter realen, anwendungsspezifischen Arbeitsbedingungen. Im Falle von Mikrospiegelmatrizen, welche als räumliche Lichtmodulatoren (Spatial Light Modulators, SLM) in einem abbildenden System genutzt werden, beeinflusst die Ebenheit eines jeden Einzelspiegels den Kontrast und die Detailauflösung der projizierten Muster. Daher stellt die Topographie eine der charakteristischen Eigenschaften des Lichtmodulators dar. In diesem Kontext wurde der Bedarf für eine hochauflösende Messung der Oberflächentopographie bei gleichzeitiger Laserbestrahlung (in situ) identifiziert. Das Verfahren ergänzt nun ex situ-Charakterisierungen, in deren Rahmen Laserbestrahlung und Topographiebestimmung der Mikrospiegel sequentiell durchgeführt werden.

Zu diesem Zweck ist ein interferometrischer Aufbau, basierend auf dem Prinzip der Phasenschiebung, entwickelt worden. Der Aufbau kombiniert eine hochpräzise interferometrische Vermessung mit einer Höhenauflösung im einstelligen Nanometerbereich und die zeitgleiche Laserbestrahlung des SLMs. Grundsätzlich ist das System weder auf eine bestimmte Bestrahlungswellenlänge noch auf Mikrospiegel als Testobjekte beschränkt. Der Einfluss verschiedener Bestrahlungsparameter (wie z. B. Pulsenergie, Laserwiederholrate oder umgebende Atmosphäre etc.) auf die Topographie der Einzelspiegel kann damit detailliert untersucht werden. Bisherige Resultate offenbaren wertvolle Informationen, welche nun für kommende technologische Optimierungen der Spiegelmatrizen genutzt werden können.

IN SITU TOPOGRAPHIC MEASUREMENT OF MICROMIRROR ARRAYS DURING A LASER EXPOSURE

The development and optimization of complex micro-opto-electro-mechanical systems (MOEMS) requires a detailed knowledge of the device behavior under application specific operating conditions. In the case of micromirror arrays, which act as spatial light modulators (SLM) in an imaging system, the flatness of each single mirror affects the image resolution and contrast of the projected image and therefore is a characteristic property of SLMs. In this context, the need for a high resolution surface topography measurement during a laser exposure (in situ) was identified. This measurement complements ex situ characterizations where laser exposure and micromirror topography measurements are carried out sequentially.

In order to make these measurements, an interferometric setup using the phase-shift principle was designed. The setup combines the highly precise interferometric measurement, allowing a height resolution in the single-digit nanometer range, and the laser irradiation of the SLMs. In general, the setup is neither limited to a specific illumination wavelength nor to micromirror arrays as a test structure. The influences of different illumination parameters (such as energy density, laser repetition rate, different atmospheres etc.) on the mirror topography can be studied in detail. The results obtained so far give valuable feedback for further technological optimization of the mirror array devices.



Dr. Heinrich Grüger

SENSOR AND ACTUATOR SYSTEMS

The business unit „Sensor and Actuator Systems“ develops novel components as well as application specific photonic systems. By combining microsystem components developed by Fraunhofer IPMS with analogue and digital electronics, complex customized optical and software systems can be realized.

The research and development of the business unit involves electronic imaging. Innovations are based on in-house microscanning mirrors or commercially available detectors. Typical applications include retina scanning for mobile authentication, the testing and quality evaluation of euro banknotes and 3D fluorescence microscopy for dermatological science, just to name a few. The use of highly integrated MEMS components allows for the realization of extremely miniaturized photonic systems. In turn the analysis of interactions of electromagnetic radiation with matter can be evaluated using mobile devices. Such photonic processes include spectroscopy, fluorescence and Raman measurements. Applications can be found in the fields of food processing, bio-technology, industrial automation and recycling.

In 2012 new activities in the field of capacitive micro-machined ultrasonic transducers (CMUTs) have been started. Different sizes and geometries of devices can be fabricated using existing technology modules in the clean room of the Fraunhofer IPMS. An interesting collection of potential applications can be found in the fields of medical systems, non-destructive testing and process technology.

SENSOR- UND AKTORSYSTEME

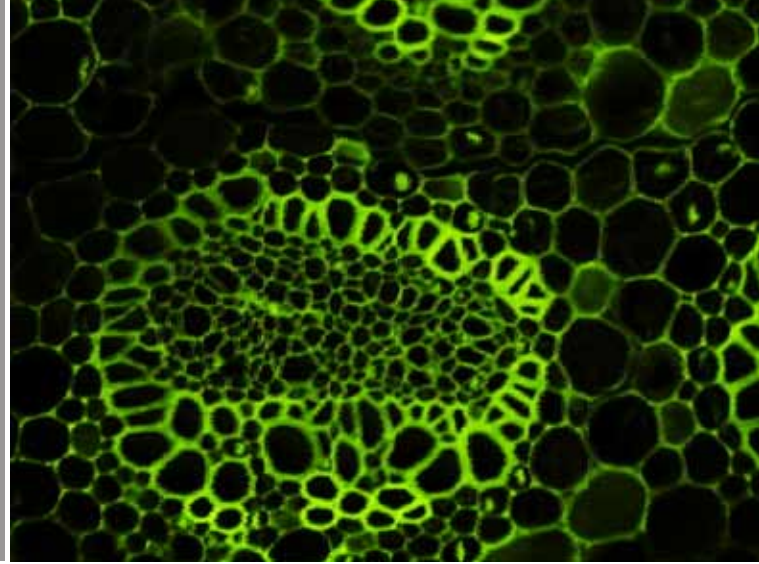
Das Geschäftsfeld »Sensor- und Aktorsysteme« entwickelt neuartige Komponenten und anwendungsspezifische photonische Systeme. Durch Kombination der am Institut entwickelten Mikrosystemtechnik-Komponenten mit Analog- und Digitalelektronik, Optik und Software entstehen komplexe Gesamtsysteme zur Lösung kundenspezifischer Problemstellungen.

Das Angebot des Geschäftsfeldes beinhaltet die Aufnahme und Auswertung digitaler Bilder. Neuentwicklungen basieren auf Mikroscannerspiegeln des Fraunhofer IPMS oder kommerziell verfügbaren Komponenten. Anwendungsfelder reichen vom Retinascanning zur mobilen Authentifizierung über die Zustandsbewertung von Euro-Geldscheinen bis zur 3D-Fluoreszenzmikroskopie für die Dermatologie. Die Verwendung hochintegrierter MEMS-Komponenten erlaubt den Aufbau extrem miniaturisierter Systeme. So können Wechselwirkungen zwischen elektromagnetischer Strahlung und Materie in mobile Geräte integriert werden. Derartige photonische Prozesse umfassen hierbei beispielsweise Spektroskopien, Fluoreszenz- oder Ramanmessungen. Anwendungen sind sowohl in der Lebensmittelerzeugung und der Bio-Technologie als auch in der industriellen Messtechnik und im Recycling zu finden.

Im Jahr 2012 wurde das Leistungsspektrum des Geschäftsfeldes zudem um Aktivitäten zu kapazitiven mikromechanischen Ultraschallwandlern (CMUTs) erweitert. Diese mit bereits vorhandenen Technologiemodulen im Reinraum des Fraunhofer IPMS in verschiedensten Geometrien und Anordnungen herstellbaren Bauelemente versprechen ein strategisch interessantes Anwendungsspektrum in der Medizintechnik, der zerstörungsfreien Materialprüfung sowie der Prozesstechnik.

◀◀ Demonstrator of a MEMS-based endo-microscope.

Fluorescence test images taken from
Convallaria (Lily of the Valley). ▶



3D-FLUORESZENZMIKROSKOP

In zahlreichen medizinisch-dermatologischen bzw. onkologischen Anwendungen ist die Fluoreszenzmikroskopie ein etabliertes Verfahren zur Analyse von Haut, Wunden und Heilungsprozessen. Noch detailliertere Informationen, insbesondere eine klare Tiefenauflösung, lassen sich mit konfokalen 3D-Fluoreszenzmikroskopen erzielen. Aufgrund der Größe und der Kosten sind bislang verfügbare Systeme oftmals dem Einsatz in Labor und Klinik vorbehalten. Durch den Einsatz eines 2D-MEMS Scannerspiegels in Verbindung mit einem optimierten Optikdesign ist es dem Fraunhofer IPMS gelungen, ein tragbares System zu realisieren, das für mobile Anwendungen in Frage kommt.

Basis der Entwicklung ist der etablierte 2D-Scannerspiegel mit 2 mm Durchmesser, der von einem fasergekoppelten Laser beleuchtet wird. Über einen Strahlteiler und ein an einem z-Shifter montiertes Mikroskopobjektiv wird die Probe punktwise bestrahlt/abgerastert. Das zurückfallende Fluoreszenzsignal durchläuft den gleichen Weg in umgekehrter Richtung und wird dann über einen Filter mit hoher Flankensteilheit ausgekoppelt und aufgenommen. Über die Positionssignale des Scannerspiegels kann das Bild so digital rekonstruiert werden. Für eine jeweils feste Einstellung des z-Shifter wird je ein Bild aufgenommen, über die Variation der Fokusslage wird eine dreidimensionale Abbildung erreicht.

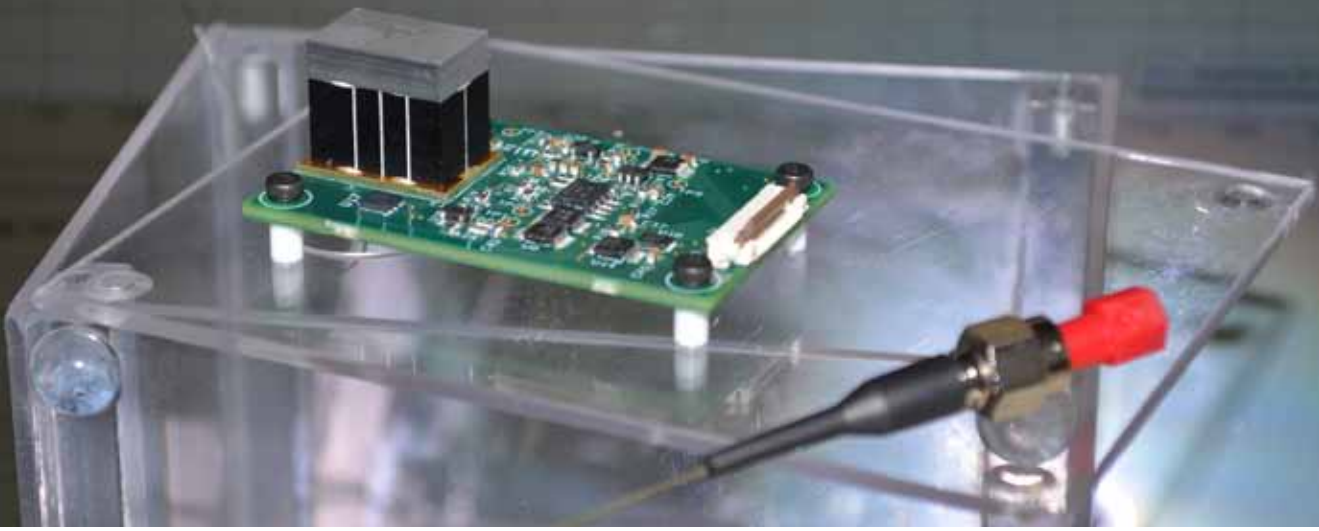
Erste Bildsätze wurden von biologischen Proben aufgenommen. In den 3D-Schnitten sind die Fluoreszenzsignale der Zellwände sehr gut zu erkennen. Das Bildfeld hat eine Größe von $500 \times 500 \mu\text{m}^2$. Die numerische Apertur des Objektivs beträgt 0,4; die Auflösung ist in lateraler Richtung besser als $2 \mu\text{m}$, in vertikaler Richtung besser als $7 \mu\text{m}$.

3D FLUORESCENCE MICROSCOPE

In many medical, dermatological or oncological applications fluorescence microscopy is a well-established tool for analysis of skin, wounds and healing processes. More details, especially depth resolved images, can be achieved using confocal 3D fluorescence microscopes. Due to size and costs such systems are available in hospital and laboratory use up to now. Applying a 2D MEMS scanning mirror and an optimized optical setup a portable system for mobile use has been invented at Fraunhofer IPMS.

The development is based on the 2D MEMS scanning mirror developed by Fraunhofer IPMS, here a mirror with 2 mm diameter has been used. For illumination a fiber coupled laser is applied through a beam splitter. The microscope objective is mounted on a z-shifter to adjust the focal position. The fluorescence signal is gathered backwards through the same optics and detected by a high sensitivity avalanche photo diode placed behind a high selective optical filter. The position signal of the scanner mirror is used to recalculate the image. For each position of the z-shifter a complete image is taken, finally resulting in a complete 3D image.

First test images were taken from biological samples. From the cross section the cell membranes colored with fluorescence dye can easily be seen. The image area is $500 \times 500 \mu\text{m}^2$ wide, spatial resolution below $2 \mu\text{m}$, vertical resolution below $7 \mu\text{m}$ respectively.



HYBRID INTEGRATED MOEMS MICROSPECTROMETER

Within the project MObilA_GS (#690007), funded through a Vintage class program of the Fraunhofer-Gesellschaft, under the direction of Prof. Harald Schenk research activities aimed at realizing MOEMS-based spectrometer systems have been pushed to reach the technical limits for miniaturization of the optical bench.

The aim of the project is the development of a near-infrared (NIR) spectrometer which would fit into a mobile device like a smartphone or which could be used in the field of industrial measurement applications, at point-of-sale terminals as well as in other areas. Due to its small size and attractive price, high volume applications will be addressed.

To meet these demanding targets it was necessary to advance the state of the art for spectrometer design. At the moment spectrometers are assembled from a collection of distinct components including a grating, slits, mirrors, a detector and associated electronics. The new approach is based on the integration of numerous functional components into one MEMS device. The well-established Czerny-Turner configuration previously used for MEMS based spectrometers had to be replaced by a new optical design which was adjusted and optimized for the planar configuration of grating and slits into a single MEMS chip. Furthermore the system assembly, through the hybrid integration of several planar substrates, had to be developed.

As a result, the new spectrometer which has a size of only $17 \times 12 \times 10 \text{ mm}^3$ has reached the physical

HYBRID INTEGRIERTES MOEMS-MIKROSPEKTROMETER

Im Rahmen des von der Fraunhofer-Gesellschaft im Vintage Class Programm geförderten Projekts MObilA_GS (#690007) unter Leitung von Prof. Harald Schenk wurden die Entwicklungen der MOEMS-basierten Ansätze zur Realisierung von Gitterspektrometern konsequent in Richtung der maximal realisierbaren Miniaturisierung des optischen Systems weitergeführt.

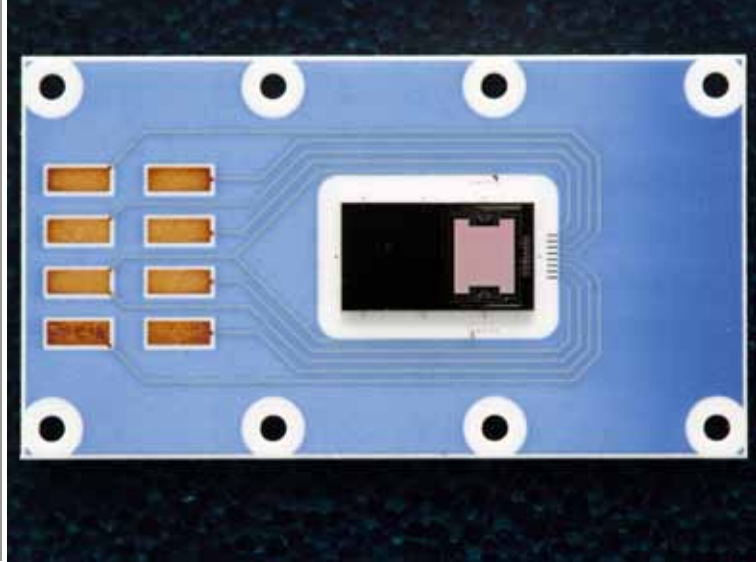
Ziel ist die Entwicklung eines Nahinfrarot (NIR)-Spektrometers, das in ein mobiles Endgerät (z. B. Smartphone) integriert werden kann und aufgrund seiner Größe und des attraktiven Preises hochvolumige Anwendungen findet. Weitere potentielle Anwendungsgebiete sind beispielsweise die industrielle Messtechnik sowie durch den Endverbraucher zu bedienende Geräte am Point-of-Sale.

Hierzu war es erforderlich, die üblichen Wege des Aufbaus eines Spektrometers aus Gitter, optischen Komponenten (Spalte, Spiegel, Blenden), Detektor und nachgeschalteter Elektronik zu verlassen und möglichst viele Funktionselemente in ein MEMS-Bauelement zu integrieren. Bisher orientierten sich MEMS-Spektrometer vorwiegend an der sogenannten Czerny-Turner-Konfiguration. Für die Integration von Spalten und Gitter in einem Chip musste aber ein neuer optischer Ansatz erstellt, simuliert und optimiert werden. Weiterhin war es notwendig, die Systemrealisierung mittels Hybridmontage der planaren Substrate zu realisieren.

Das Ergebnis ist ein nur $17 \times 12 \times 10 \text{ mm}^3$ großes Spektrometer, das, bis auf marginale Verringerungen der Wandstärken durch Großserienherstellungsverfahren, die Grenzen des Machbaren eindrucksvoll demonstriert.

◀ Scanning grating spectrometer: As big as a sugar cube.

MEMS with integrated diffraction grating, driving mechanism, position detection and optical slits. ▶



Trotz der geringen Größe – das Bauvolumen beträgt nur $2,1 \text{ cm}^3$ – sind die Systemeigenschaften mit den bisherigen Spektrometern der SGS Serie ($V = 720 \text{ cm}^3$) vergleichbar; im Spektralbereich von $950 \dots 1900 \text{ nm}$ wird eine Auflösung von unter 10 nm adressiert.

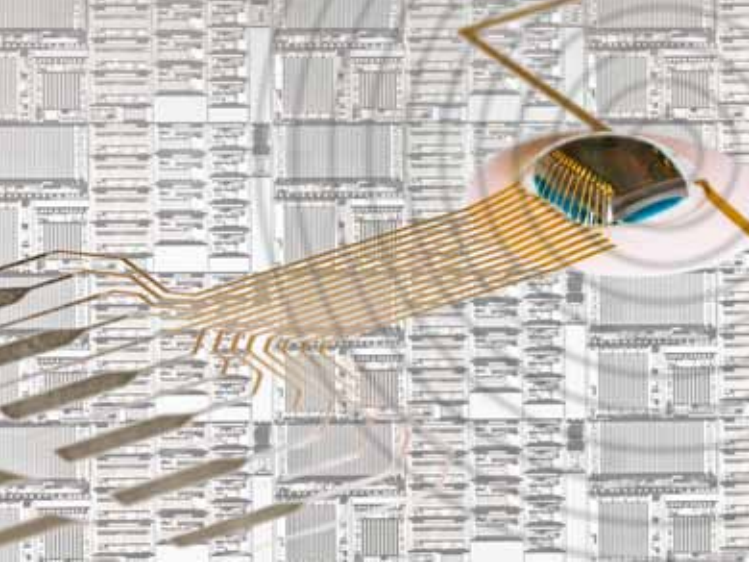
Technologisch neu sind neben der Integration von optischen Spalten und Beugungsgitter in einem Chip der in einer Chipkavität eingebettete InGaAs Detektor, integrierte piezoresistive Positionssensoren und die beiden auf einem gemeinsamen Substrat realisierten asphärischen Spiegel in UPM Fertigungstechnologie.

Erste Messungen in potenziellen Zielanwendungen sind Inhalt aktueller Forschungsarbeiten u. a. im Bereich der Erfassung von Lebensmittel-Qualitätsparametern, Recycling von Kunststoffen oder Steuerungsaufgaben in der Bioenergieerzeugung. Weiterführende Entwicklungsaufgaben beschäftigen sich mit der Optimierung des Signal-Rausch Abstandes sowie einer Verringerung der Herstellungskosten für größere Systemstückzahlen.

limits of miniaturization, leaving only some minor potential optimization which can be achieved by reducing the material thicknesses when using volume production equipment. Despite the small volume of only 2.1 cm^3 , the system properties are close to that of the SGS series MEMS spectrometer which features a 10 nm resolution over the $950 \dots 1900 \text{ nm}$ range at a volume of 720 cm^3 .

New technological features of the design include the integration of the grating and both slits into one chip. Additionally the InGaAs detector is embedded into a well-shielded cavity on the MEMS chip, the position is now read out through integrated piezo resistive position sensors and both aspherical mirrors of the spectrometer have been realized through ultra-precision milling (UPM) of one common substrate.

Initial measurements for potentially interesting applications have been performed in collaboration with other research projects. Food quality analysis, plastic waste selection and process control of biogas fermenters are some recent examples. Further technical progress is intended to improve the signal to noise ratio of the system and to reduce manufacturing costs for its realization in high volume.



Prof. Dr. Wolf-Joachim Fischer

WIRELESS MICROSYSTEMS

The goal of the business unit is to develop complete systems, in which their components communicate with each other wirelessly. Alongside traditional systems based upon electromagnetic wave diffusion, optical and inductive transmission processes can also be applied. In the field of optical transmission, data transmission rates within the Gigahertz range can be attained in the visible and infrared range. The emphasis of radio-based solutions (e.g. Bluetooth, ZigBee) is mid-distances of up to 100 meters. Self-developed transponder chips with integrated or external sensors cover the entire frequency range of 125 kHz to 2.45 GHz, and 24 GHz in the future.

The system development consists of hardware and software, including standardized data transmission protocols and the programming of algorithms for signal processing. Near-sensor software, implemented in portable microsystems, allows for a significant reduction of the measurement data to be transferred, which also leads to a significant reduction in energy consumption. In addition to battery-based solutions, the techniques of energy harvesting and inductive energy transmission (transponders) are also being further developed. Fields of application can be found in medical technology, sports and leisure, but especially in the application in remote medical systems for measuring and monitoring vital bodily functions, such as cardio-neural activity, pulse, temperature, blood pressure and respiration. Focal points are also intra-corporal systems (implants), which are promising due to their miniaturization, ease of use and wireless communication. One further field is the development of optical nano-sensors for the detection of biological entities such as viruses and bacteria.

DRAHTLOSE MIKROSYSTEME

Ziel des Geschäftsfeldes ist die Entwicklung kompletter Systeme, deren Komponenten drahtlos miteinander kommunizieren. Für die Übertragung kommen neben klassischen, auf der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen basierenden Systemen, optische und induktive Übertragungsverfahren zur Anwendung. Im Bereich der optischen Kommunikation werden Datenübertragungsraten im sichtbaren und infraroten Spektrum bis in den Gigahertzbereich erreicht. Schwerpunkt bei funkbasierten Lösungen (Bluetooth, ZigBee) sind mittlere Entfernungen von bis zu 100 Metern. Transponderchips mit integrierten oder externen Sensoren stehen im Frequenzbereich von 125 kHz bis 2,45 GHz zur Verfügung und werden für 24 GHz entwickelt.

Die Systementwicklung umfasst Hard- und Software einschließlich standardisierter Datenübertragungsprotokolle und die Programmierung von Algorithmen zur Signalverarbeitung. Sensornah, in portablen Mikrosystemen implementierte Software erlaubt eine erhebliche Reduktion der zu übertragenden Messdaten und Verringerung des Energieverbrauchs. Für die Energieversorgung werden neben Batterielösungen Verfahren des Energy Harvesting sowie die induktive Energieübertragung (Transponder) weiterentwickelt. Anwendungsfelder sind die Medizintechnik sowie der Sport- und Freizeitbereich, speziell telemedizinische Systeme zur Messung und Überwachung von vitalen Körperfunktionen wie Herz- und Gehirnaktivität, Puls, Temperatur, Blutdruck und Atmung. Im Fokus stehen außerdem intrakorporale Systeme (Implantate), die durch Miniaturisierung, einfache Bedienung und drahtlose Kommunikation überzeugen. Ein weiteres Arbeitsgebiet sind optische Nano-Sensoren, die für die Detektion biologischer Stoffe wie Viren, Bakterien oder DNA prädestiniert sind.

◀◀ RFID transponder tag.

Busbar with transponder tag mounted in a low-voltage switchgear of KÖHL AG. ▶



MEHR SICHERHEIT UND EFFIZIENZ IN SCHALTANLAGEN DURCH RFID-TAGS

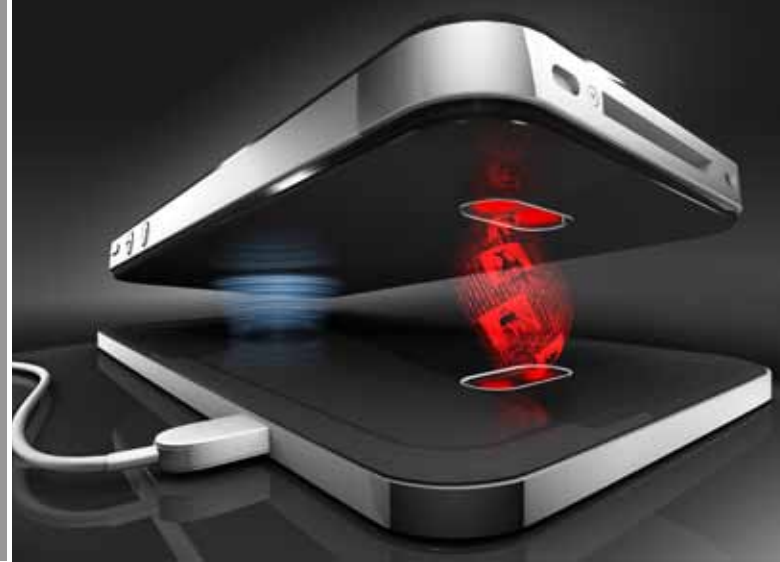
Ein Transponderchip des Fraunhofer IPMS erfasst Temperaturveränderungen an kritischen Verbindungspunkten in Niederspannungsschaltanlagen der Luxemburger KÖHL AG. So können negative Veränderungen frühzeitig erkannt, Personen- und Anlagenschutz verbessert, und Energieverluste erheblich reduziert werden.

In den Schaltanlagen der KÖHL AG fließen Ströme von mehreren tausend Ampere. An den Verbindungsstellen kann es durch Alterungsprozesse und Umwelteinflüsse dabei zur Erhöhung der Übergangswiderstände kommen. Energieverlust, Materialermüdung und sogar Materialzerstörung sind die möglichen Folgen. Um elektrische Energie dennoch mit einem Minimum an Verlusten transportieren und verteilen zu können, haben Ingenieure der KÖHL AG nun einen Transponder-Tag des Fraunhofer IPMS in ihr System integriert. Der robuste Transponderchip basiert auf RFID-Technologie, wobei mit Hilfe von passiven Transpondern am Objekt und einem zentralen Lesegerät zahlreiche Daten gesammelt und ausgewertet werden. Dank seiner Temperaturbeständigkeit bis 170 °C und seiner geringen Baugröße von nur 4 mm² kann der Chip an den kritischen Übergangsstellen der Sammelschienen in der Schaltanlage installiert werden und von dort drahtlos aktuelle Messwerte an die Auswerteeinheit senden. Durch die Langzeitmessungen können Wartungsarbeiten im Voraus geplant und Abschaltzeiten der Anlagen minimiert werden. Der Transponder-Tag ist durch seine spezielle Architektur programmierbar und damit an verschiedene Anforderungen anpassbar. Durch die verwendete UHF-Frequenz von 886 MHz lassen sich Entfernungen von mehr als einem Meter drahtlos überbrücken. Erste Muster zeigte KÖHL auf der Hannover Messe im April.

MORE SAFETY AND EFFICIENCY IN SWITCHING STATIONS

A transponder chip from Fraunhofer IPMS detects temperature changes at critical points of connection in the low-voltage switching stations of the KÖHL AG in Luxembourg. This is how changes can be recognized at an early stage, personal and machinery protection can be improved and energy losses reduced.

In the switching stations of KÖHL AG, electricity flows at a rate of many thousand amperes. At the points of connection, increases in transition resistance can occur due to deterioration processes and environmental influences. Energy loss, deterioration and even destruction of materials are possible results. In order to distribute electrical energy with a minimum loss despite these factors, engineers of the KÖHL AG have integrated a transponder tag from Fraunhofer IPMS into their system. The robust chip is based on RFID technology, whereby a large amount of data can be collected and analyzed with the help of passive transponders on the object and that of a central reader. Thanks to a heat resistance of up to 170 °C and its small construction size of only 4 mm², the chip can be installed at the critical transition points of the busbars in the switching station. From there, the chips wirelessly transmit the current measurements to the reader unit. The long-term measurements ensure that maintenance work can be planned ahead of time, and the down-time of the machines can be reduced to a minimum. Due to its special architecture, the transponder tag can be programmed, and is thus adaptable to many requirements. With its UHF frequency of 886 MHz, distances of more than one meter can be overcome wirelessly. Initial prototypes were exhibited by KÖHL at the Hannover Fair in April.



WIRELESS COMMUNICATION IN THE GIGABIT RANGE

Devices for wireless data communication are presently based almost always on radio-based solutions like WiFi or Bluetooth, and at gross data rates of a few hundred Mbit/s, they are less and less able to fulfill the present demands for the fast transfer of data amounts. Within 2012 Fraunhofer IPMS has developed a multi-gigabit communication module that utilizes infrared light for data transfer and supports data rates up to 3 Gbit/s. Cable connections such as USB or Gigabit Ethernet could thus soon be replaced by wireless high speed connections. In order to satisfy the growing demand for easy to use, wireless communication interfaces in the multi-gigabit range, Fraunhofer IPMS has developed and successfully tested a communication module. It supports 512 Mbit/s and 1 Gbit/s Giga-IR compatible wireless communication and can be expanded to 3 Gbit/s. The module utilizes infrared light and can be operated in half or full-duplex mode. It is energy efficient and offers high net data rates as well as a reliable and robust data link.

The wireless multi-gigabit communication module, along with hardware and software IP solutions, makes up a product development platform. This can be implemented in stand-alone controllers, protocol bridges or in multimedia system on chips (SoC). On the other hand, when these circuits are integrated into portable devices such as smart phones, tablets, cameras, notebooks or kiosk applications, the user is able to transfer data quickly and reliably, and is witness to a whole new communication experience.

DRAHTLOSE KOMMUNIKATION IM GIGABIT-BEREICH

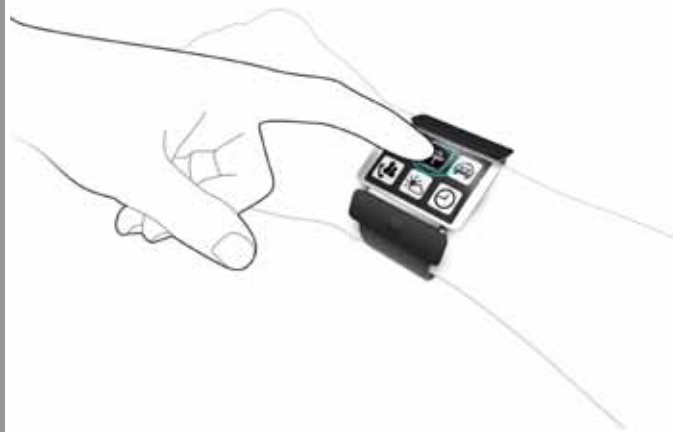
Geräte zur drahtlosen Übertragung von Daten nutzen heute fast ausnahmslos funkbasierte Lösungen wie WLAN oder Bluetooth und werden bei Bruttodatenraten von einigen hundert Mbit/s den heutigen Anforderungen an eine schnelle Übertragung großer Datenmengen immer weniger gerecht. Das Fraunhofer IPMS hat im Jahr 2012 ein Multi-Gigabit-Kommunikationsmodul entwickelt und erfolgreich getestet, das Infrarotlicht zur Datenübertragung nutzt und Datenraten bis zu 3 Gbit/s unterstützt. Kabelverbindungen wie USB oder Gigabit-Ethernet könnten damit bald durch drahtlose High-Speed-Verbindungen ersetzt werden. Die Technologie soll beitragen, den wachsenden Bedarf an einfach zu handhabenden, drahtlosen Kommunikationsschnittstellen im Multi-Gigabit-Bereich zu decken. Das Modul unterstützt 512 Mbit/s und 1 Gbit/s Giga-IR kompatible drahtlose Kommunikation und kann bis auf 3 Gbit/s erweitert werden. Das Modul nutzt infrarotes Licht und kann im Halb- bzw. Voll-Duplex-Mode betrieben werden. Es ist energieeffizient und bietet hohe Nettodatenraten sowie eine sichere und robuste Datenübertragung.

Das drahtlose Multi-Gigabit-Kommunikationsmodul sowie Hardware und Software IP-Lösungen bilden eine Produktentwicklungsplattform. Diese kann in Stand-Alone-Controllern, Protocol-Bridges oder in Multi-Media System-on-Chips (SoC) eingesetzt werden. Integriert man diese Schaltkreise wiederum in portable Geräte wie Smartphones, Tablets, Kameras, Notebooks oder Kiosk-Applikationen, kann der Nutzer schnell, einfach und zuverlässig Daten übertragen und erfährt so ein neues Kommunikationserlebnis.

◀◀ Wireless high speed data communication.

◀ Wireless energy transmission.

Schematic view of the mobility assistant
with functions represented by icons. ▶



SYSTEMDESIGN FÜR MOBILITÄTSASSISTENT

Mit zunehmendem Alter häufen sich nicht nur gesundheitliche Beschwerden, auch die kognitiven Fähigkeiten lassen nach. Dies schränkt Senioren besonders in ihrer Mobilität – und damit auch in der aktiven Teilnahme am öffentlichen und kulturellen Leben – ein. Handelsübliche Geräte, wie beispielsweise Senioren-Handys, werden oft abgelehnt, da sie aufgrund ihrer klobigen Ausführung stigmatisierend wirken und wenig Funktionalität besitzen.

Im Rahmen eines Verbundprojekts entwickelte das Fraunhofer IPMS das Systemdesign für einen Mobilitätsassistenten, der Senioren durch eine hohe personalisierte Funktionalität, aber dennoch extrem einfache Bedienung, ein größeres Sicherheitsgefühl im Alltag geben und sie so bei der Aufrechterhaltung ihrer Mobilität unterstützen soll. Das intelligente Assistenzsystem besteht aus einem portablen Endgerät und einem zugehörigen zentralen Server. Der Nutzer trägt das mobile Gerät ähnlich einer Uhr am Handgelenk und kann nun zwischen sehr wenigen, dafür aber enorm wichtigen Basisfunktionen wählen. Diese wurden vorab nach seinen Bedürfnissen in einem individuellen Nutzerprofil auf dem Server konfiguriert. Das mobile Endgerät beinhaltet ein Display mit Touch-Eingabefunktion, Mobilfunk-Datenübertragung, GPS und Bewegungssensorik sowie akustische Ein- und Ausgabe. Die Anbindung externer Geräte wie zum Beispiel Headsets ist über Bluetooth möglich.

Neben dem Fraunhofer IPMS sind sechs weitere Partner am vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt (Förderkennzeichen: 16SV5689) beteiligt.

SYSTEM DESIGN FOR MOBILITY ASSISTANT

With age, health problems increase while cognitive ability decreases. This limits seniors in their mobility – and therefore also in their active participation in public and cultural life. Commercially available devices such as seniors' mobile phones are often rejected because their clunky construction carries a stigma and their functionality is comparatively limited.

In a joint project Fraunhofer IPMS is developing the system design for a mobility assistant which will give seniors an increased sense of security in their daily lives. It has a highly personalized functionality while remaining very easy to use and is intended to help seniors maintain their mobility. The intelligent assistance system consists of a portable end device and a corresponding central server. The user wears the mobile device on their wrist like a watch and can select from very few but extremely important basic functions. The functions are configured in an individual user profile on the server beforehand and according to the user's needs. The portable device includes a display with touch panel, cellular radio data transmission, GPS and movement sensors and audio data input and output. External devices like headsets can be connected via Bluetooth.

Alongside Fraunhofer IPMS, six further partners are involved in the project which is funded by the Federal Ministry of Education and Research BMBF (grant no.: 16SV5689).

LEISTUNGEN UND INFRASTRUKTUR

SERVICES AND INFRASTRUCTURE





Dr. Christian Kunath

SERVICES

The Fraunhofer IPMS offers its customers complete service in developing technologies for micro-electro-mechanical systems (MEMS) and micro-opto-electro-mechanical systems (MOEMS). Our services range from technological feasibility studies to the development of complete production technologies, including their characterization and qualification. At the request of our customers, we also carry out pilot production and support the technology transfer.

Apart from developing and producing entire MEMS technologies, we also provide foundry services for individual steps in the process or for technology modules. Our work is founded on application know-how in our business units as well as on extensive technological competencies in the field of surface and bulk micromechanics. The combination of these technologies and the Fraunhofer IPMS' CMOS process is utilized for the development of monolithically integrated systems, with sensors or actuators fabricated along with the electronics by means of a single wafer process.

The development of technologies and the pilot production take place at the new class 10 clean room of the Fraunhofer IPMS and its state-of-the-art facilities. The preparation of the lots runs on a 5/24 three shift model. A team of 25 engineers, physicists and chemists is in charge of the development of single processes and technologies for complete MEMS and takes the responsibility for processing the lots in the clean room including the pilot-fabrication.

LEISTUNGEN

Das Fraunhofer IPMS bietet seinen Kunden kompletten Service für die Entwicklung von Mikro-Elektro-Mechanischen Systemen (MEMS) und Mikro-Opto-Elektro-Mechanischen Systemen (MOEMS). Diese Leistung reicht von technologischen Machbarkeitsuntersuchungen bis hin zur Entwicklung von kompletten Fertigungsabläufen einschließlich Charakterisierung und Qualifikation. Auf Kundenwunsch übernehmen wir nach der erfolgreichen Entwicklung die Pilot-Fertigung oder unterstützen einen Technologietransfer.

Neben der Entwicklung und Fertigung von kompletten MEMS-Technologien stellen wir Foundryservices für einzelne Prozessschritte oder Technologiemodule zur Verfügung. Grundlage hierfür ist unser Applikations-Know-how aus den Geschäftsfeldern wie auch unsere umfangreichen technologischen Kompetenzen auf dem Gebiet der Oberflächen- und Bulk-mikromechanik. 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 Ansteuer-elektronik in einem Waferprozess hergestellt werden.

Für die Technologieentwicklung und Pilot-Fertigung stehen modernste Anlagen in einem 1500 m² großen Reinraum der Klasse 10 zur Verfügung. Die Lospräparation erfolgt im Dreischichtbetrieb im Rhythmus 5/24. Ein Engineering-Team aus 25 Ingenieuren, Physikern und Chemikern führt die Einzelprozessentwicklung und die Entwicklung von Technologien für komplette MEMS durch und betreut die Losbearbeitung einschließlich der Pilotfertigung im Reinraum technologisch.

Capabilities

Service	Details	Specific application
Deposition, Diffusion, Oxidation		
PE-CVD	Undoped and doped SiO ₂ (phosphorous, boron)	
	Undoped and doped a-Si:H (phosphorous, boron)	
	Silicon nitride	Passivation, membranes
LP-CVD	Poly-silicon	Trench fill, sacrificial layer
	Silicon oxide, oxinitride	Isolator, 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
	a-Si	Sacrificial layer
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, KOH)	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		
Atomic Force Microscope		
Ellipsometer		
X-Ray Diffractometer		
White Light Interferometer		
Lithography		
Spin Coating	Resists, polyimide, BCB	Sacrificial layer, passivation, patterning
Spray Coating		Lithography in deep structures
Nano Imprinting		
Nikon Stepper Technology	iLine (365 nm), 1:5 projection technique	
Double-side Mask Aligner	Contact, proximity	Front & back side wafer preparation
Lift-off Technology		
Surface and stack planarization		
CMP	Si, SiO ₂ , polymers	



Thomas Zarbock

INFRASTRUCTURE

Since the opening of its MEMS clean room – class 2 according to ISO 14644-1 (10 according to 209E) – in September 2007, the Fraunhofer IPMS was given 1500 m² of almost infinite possibilities to explore photonic microsystems in terms of research and development.

This investment has enabled us to meet the requirements of our customers including conception, product development as well as pilot-fabrication. In doing so we are open for various kinds of cooperations with our partners including complete contract research and development, joint project work and the use of our infrastructure and equipment by our customers as well as foundry services for single process steps or complete product fabrication.

Our pilot fabrication services include wafer manufacturing (frontend), packaging of integrated circuits (backend) as well as the organization of external subcontractor services. In order to secure an efficient processing of wafers, chips and systems, technicians for equipment repair and maintenance assist our team of experienced operators, while groups in charge of production planning and control as well as process control assure on-time delivery and process stability, respectively. The open concept of the clean room (which was devised and constructed according to state-of-the-art industry standards) allows for planning which will accommodate future developments in MEMS technology and machinery generations. The clean room safety systems guarantee maximum protection for people and environment.

INFRASTRUKTUR

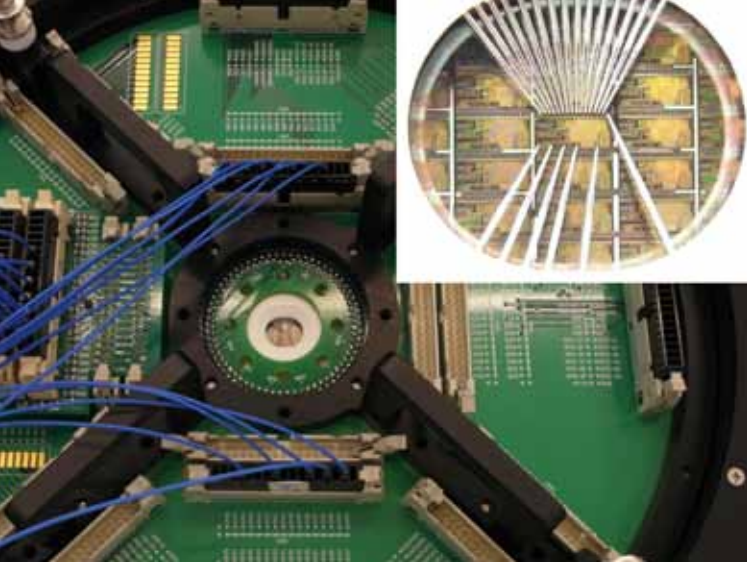
Mit der Inbetriebnahme des MEMS-Reinraums – Klasse 2 nach ISO 14644-1 (10 nach 209E) – im September 2007 stehen dem Fraunhofer IPMS auf 1500 m² nahezu unbegrenzte Möglichkeiten zur Verfügung, um Forschung und Entwicklung an photonischen Mikrosystemen voranzutreiben.

Mit dieser Investition ist es uns möglich geworden, von der Idee über die Lösungsfindung bis hin zur Pilotfertigung den Wünschen unserer Kunden gerecht zu werden. Dabei sind wir für vielfältigste Kooperationsmodelle offen, angefangen von der kompletten Forschung und Entwicklung über gemeinschaftliche Projektarbeit einschließlich der Nutzung unserer Infrastruktur und Anlagentechnik durch unsere Auftraggeber bis hin zu Foundry-Dienstleistungen für einzelne Prozessschritte oder komplette Produktfertigung.

Die Fertigungsleistungen umfassen Waferpräparation, Aufbau- und Verbindungstechnik sowie die Organisation von externen Dienst- und Zulieferleistungen. Zur Absicherung einer effizienten Präparation vom Wafer über den Chip bis zum System stehen die Instandhaltungsgruppe für die Wartung und Reparatur der Ausrüstungen, die Fertigungsplanung und -steuerung für eine durchgehend termingerechte Abarbeitung sowie die Prozesssteuerung zur Sicherstellung einer stabilen Prozessierung zur Verfügung. Das offene Konzept des Reinraumes erlaubt Planungen, die auch künftigen technologischen Entwicklungen und Maschinengenerationen gerecht werden. Der Reinraum wurde nach modernsten Industriestandards geplant und errichtet. Seine vernetzten Sicherheitssysteme ermöglichen ein Höchstmaß an Schutz für Menschen und Umwelt.

Equipment

Lithography	Stepper	NSR-2205i 14E2 Nikon
	Mask Aligner	MA 150 BSA SUSS
	Nano Imprinting Stepper	NPS 300 SET
	Coater / Dev-I-line	SK-80BW-AVP DNS
	Spin Coater (Polyimide, 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:h)	Centura Applied Materials
	LP-CVD (Poly-Si, SR nitride, TEOS, Oxynitride)	E1550 HAT 320-4 Centroterm
	ALD – atomic layer deposition (Al_2O_3)	P-300 Picosun
	PVD Sputtering (Al, TiAl, SiO_2 , Al_2O_3 , a-Si, HfO_2)	CS400 Von Ardenne
	PVD Sputtering (Al, AlSiCu, Ti, TiN)	Sigma 204 Aviza
	PVD Sputtering (Ta, Ta_2O_5 , HfO_2)	Alcatel 610 Alcatel
	Evaporation (Al, SiO_2)	PLS 570 Balzers
Furnaces	Horizontal Furnace Anneal	Inotherm
	Horizontal Furnace Oxide	Inotherm
	Horizontal Furnace $POCl_3$ Doping	Inotherm
	Horizontal Furnace Reflow	Inotherm
	RTA	Heatpuls 8108 Metron
Dry Etch	Etch (Oxide, Nitride, Poly-Si, Deep Si)	Omega fxP Aviza
	Etch (Al alloys)	TCP 9600 LAM
	Etch (Deep Si)	Omega i2L Aviza
	Resist Strip	BobCat 208S Axcelis
	Resist Strip	Plasma System 300 PVA Tepla
	Resist Strip (one strip system)	Type1 Axcelis
Wet Etch and Cleaning	Wet Etch (Silicon oxide, Silicon nitride, Al)	Ramgraber
	Wet Etch (Anisotropic Si: TMAH, KOH)	Ramgraber
	Wet Strip	Solvent Spray Tool Semitool
	Wafer Cleaning	Ramgraber
	Cleaning Processor (High velocity spray, Scrubber)	3300ML SSEC
Chemical Mechanical Polishing (CMP)	CMP (Silicon oxide, Polyimide, a-Si)	MIRRA Applied Materials
	CMP (Silicon oxide, Poly-Si, a-Si)	nTrepid Strasbaugh
	Scrubber	DSS 200 On Track LAM
Vapor Etch for MEMS Release	Si Vapor Etch (XeF_2)	X-SYS-3B:6 Xactix
	SiO_2 Vapor Etch (HF)	MEMS-CET system Primaxx
Analysis / Metrology	Film Thickness Measurement System	NanoSpec 9100 and 8000 X Nanometrics
	Compass Inspection	Compass Pro Applied Materials
	Scanning Electron Microscope	JSM-6700F Jeol
	Atomic Force Microscope	Nanoscope D3100 Veeco
	Ellipsometer	VB-400 Woollam
	X-Ray Diffractometer	D5000 Siemens
	Surfscan Particle Inspection Analyzer	Surfscan 4500/6220 KLA-Tencor
	Scanning Near-field Microscope SNOM	MV4000 Nanonics
	FTIR Microspectroscopy System	FTIR6700+Continuum ThermoFischer
	Tunable Diode Laser System	TLB6200 NewFocus
	White-light Interferometer	NT8000 Wyko Veeco
	White-light Interferometer	NT1100, NT9800, NT2000 Veeco
	White-light Interferometer	NV7300 Zygo
	Surface Scan	μ Scan Nanofocus
	Vibrometer	MSV 300 Polytec
Twymen-Green Interferometer	μ Phase Fisba	
Packaging	Wafer Saw	DAD 651 Disco
	Bonder (Anodic and adhesive bonding)	SB6e SUSS
	Bond Aligner	BA6 SUSS
	Dispenser	Schiller



Johannes Kade

TEST, CHARACTERIZATION AND RELIABILITY

The Department of Test and Reliability is, on the one hand, part of the value added chain of Fraunhofer IPMS in testing and monitoring the yield of microsystems. On the other hand, the group is also a service provider for the characterization and error analysis of products and processes. In the test field the engineers offer a comprehensive portfolio of electrical and non-electrical measurements at wafer level as well as of components and modules. Furthermore they develop and create complete user-specific test solutions – from test development to physical stimulation and measurement, or assessment of the answer signals of silicon-based microsystems. Some best practice examples of this are tests for micro-mirror applications, bi-directional displays, pH sensors, pressure sensors, along with standard CMOS components and clean room conditions.

The characterization of process and component qualities serves mainly as internal quality control and error analysis. Fraunhofer IPMS has a broad spectrum of test processes at its disposal to assess the reliability of component structures as well as to determine specific component characteristics. Fraunhofer IPMS provides both testing and characterization services for external companies. Project partners also appreciate the ability to make the broad technological possibilities of the entire Fraunhofer-Gesellschaft available to them thanks to internal and external cooperations. Some examples of successful and long term cooperation are projects with the businesses JENOPTIK, ZMD and Fraunhofer IMS.

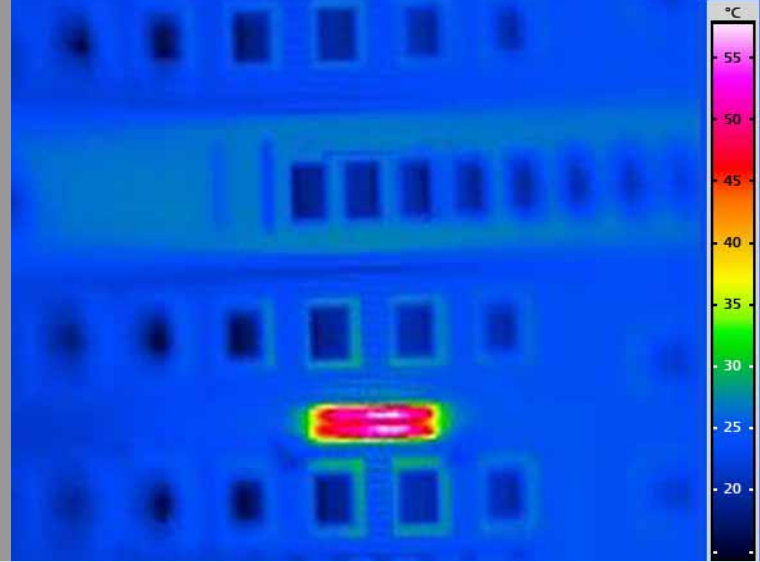
TEST, CHARAKTERISIERUNG UND ZUVERLÄSSIGKEIT

Die Abteilung Test und Zuverlässigkeit ist einerseits Bestandteil der Wertschöpfungskette des Fraunhofer IPMS beim Test und der Überwachung der Ausbeute von Mikrosystemen. Andererseits ist die Abteilung auch Dienstleister bei der Charakterisierung und Fehleranalyse von Produkten und Prozessen. Im Bereich Test bieten die Ingenieure ein umfangreiches Portfolio an elektrischen und nichtelektrischen Messungen auf Wafer-Level an Bauelementen und Modulen an. Außerdem entwickeln und realisieren sie komplette anwenderspezifische Testlösungen: Von der Testfeldentwicklung über die physikalische Stimulierung und Messung bzw. Bewertung der Antwortsignale von siliziumbasierten Mikrosystemen. Best-Practice-Beispiele sind hier Tests für Mikrospiegelanwendungen, bidirektionale Displays, pH-Wert-Sensoren, Drucksensoren oder auch Standard-CMOS-Komponenten unter Reinraumbedingungen.

Die Charakterisierung von Prozess- und Bauelementeigenschaften dient hauptsächlich der internen Qualitätssicherung und der Fehleranalyse. Das Fraunhofer IPMS verfügt über ein breites Spektrum an Messverfahren zur Beurteilung der Zuverlässigkeit von Bauelement-Strukturen als auch zur Bestimmung spezifischer Bauelementeigenschaften. Zum Angebot an externe Projektpartner gehören sowohl Test- als auch Charakterisierungsleistungen. Projektpartner schätzen auch, dass über das Fraunhofer IPMS auf der Basis von Kooperationen die Breite der technologischen Möglichkeiten der Fraunhofer-Gesellschaft verfügbar gemacht wird. Einige Beispiele für erfolgreiche und langfristige Kooperationen sind Projekte mit den Unternehmen JENOPTIK, ZMD und dem Fraunhofer IMS.

MEMS test on wafer level for micro displays and sensors.

Hot spots caused by leakage current
(detected with a thermo camera).



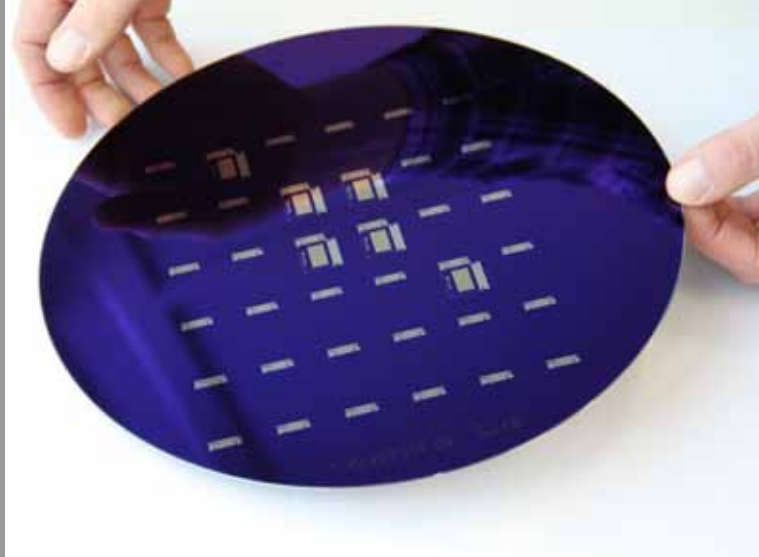
Capabilities

Technology	Equipment	Properties
Mixed signal testing	M3670 Advantest EG4090 μ	96 digital pins, 24 analog pins, 8 voltage supply pins, 2 x 80 V/20 A supply, wafer size 4", 5", 6", 8"; temperature: -40 ... +125°C
	M3650 SZ EG4090 μ	72 digital pins, 32 analog pins, wafer size 4", 5", 6", 8"; temperature: -40 ... +125°C
Parametric test system	HP4062 Agilent EG4090 μ	48 channels, wafer size 4", 5", 6", 8"; temperature: -40 ... +125°C
	S530 (sim.) Keithley	Matrix up to 72 channels
Electro-optical test system for micro displays and sensors	PA300 Suss Microtech, IPMS	Color measurement system LMK84 16 MPix color imager Pike, spectrometer USB4000, wafer size up to 12"; capabilities for bare dies, modules
Sensor actor test system for micro mirrors	AP200 Suss Microtech	Wafer size 6", temperature: 15 ... 125°C, SMU, laser light barriers, frequency counter, switch matrix, up to 72 channels
Optical inspection	PA200 Suss Microtech	Manual or fully automated image processing
Non-electrical test	Pressure burst test system	Up to 5 channels; pressure \leq 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
Characterization CV analysis	HF-CV	Oxide thickness; flat band voltage; effective oxide charge; average bulk dop.; series resistance; threshold voltage; Debye length; interface trap density Δ flatband; Δ threshold voltage; mobile charge density
	HF-Ct	C_{min} ; relaxation time; minority carrier lifetime; surface scan velocity
	Simultaneous HF/NF CV test	Interface trap density / energy from midgap
	TVS; CV BTS	Mobile ion charges; oxide thickness
	Characterization of insulator integrity and reliability	E_{ramp} and E_{const} (TDDB)
J_{ramp} ; J_{const}		Time/charge to breakdown; breakdown voltage; Weibull plot

HÖHEPUNKTE

HIGHLIGHTS

Engineers of the former Fraunhofer Center for Nanoelectronic Technologies CNT are processing 300 mm wafers. ▶



FRAUNHOFER CNT WIRD ABTEILUNG DES FRAUNHOFER IPMS

Der Senat der Fraunhofer-Gesellschaft hat in seiner Sitzung am 16. Oktober 2012 entschieden, das Fraunhofer-Center für Nanoelektronische Technologien CNT ab dem 1. Januar 2013 nicht mehr als eigenständige Einrichtung fortzuführen. Prof. Hubert Lakner, Institutsleiter und Vorsitzender des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik, wurde mit der Neuausrichtung des Fraunhofer CNT betraut. Gleichzeitig hat er die Leitung des Fraunhofer CNT übernommen.

Ein zentrales Ziel bestand darin, alle Arbeitsplätze zu erhalten. Dafür hat Prof. Lakner mit Unterstützung der sächsischen Forschungsförderung und Beiträgen der lokalen Industriepartner Infineon und Globalfoundries ein belastbares Budget für 2013 auf die Beine gestellt. Das Fraunhofer CNT behält so seinen Standort in unmittelbarer Nachbarschaft zu Infineon bei, wird jedoch organisatorisch als Abteilung des Fraunhofer IPMS neu aufgestellt.

Bei der erforderlichen strategischen Neuausrichtung verfolgt Prof. Lakner drei Hauptziele: Die Intensivierung der Zusammenarbeit mit dem Schlüsselkunden Globalfoundries. Zweitens den Aufbau einer Schlüsselkundenbeziehung mit Infineon im Bereich »More than Moore«. Und drittens eine Verbreiterung der Kundenbasis unter anderem durch eine Testplattform, die Herstellern von Halbleiterequipment erlaubt, neue Geräte unter industrieähnlichen Bedingungen zu erproben. Ziel ist es, die hervorragende Infrastruktur des Fraunhofer CNT voll auszulasten. Alle Maßnahmen sollen in ein Gesamtkonzept des Verbunds Mikroelektronik für Sachsen einfließen.

FRAUNHOFER CNT BECOMES A DEPARTMENT OF FRAUNHOFER IPMS

During its session on October 16, 2012, the Senate of the Fraunhofer-Gesellschaft made the decision not to continue running the Fraunhofer Center for Nanoelectronic Technologies CNT as an independent entity as of January 1, 2013. Prof. Hubert Lakner, Director of the Institute and Executive of the Fraunhofer Group Microelectronics has been entrusted with the restructuring of Fraunhofer CNT, and at the same time taken over the management of Fraunhofer CNT.

One of the core goals was to preserve all of the jobs possible. In order to achieve this, Prof. Lakner has put together a sustainable budget plan for 2013 with support from Saxonian Research Aid and our local industrial partners, Infineon and Globalfoundries. Fraunhofer CNT is thus able to retain its location in the immediate proximity of Infineon, but will however, be organizationally restructured as a department of Fraunhofer IPMS.

Prof. Lakner has three indispensable main goals concerning the strategic restructuring: Firstly, intensifying the cooperation with the key customer Globalfoundries; secondly, building up a key customer relationship with Infineon in the field "More than Moore"; and thirdly, an expansion of the customer basis, among others, with a test platform which allows manufacturers of semiconductor equipment to test new devices under quasi-industrial conditions. The goal is to continue operation of the Fraunhofer CNT's excellent infrastructure at full capacity. All of these measures are to flow into a holistic concept of the Fraunhofer Group Microelectronics for Saxony.



EMPLOYEES CELEBRATE 20 YEARS OF FRAUNHOFER IN DRESDEN

Exactly 20 years ago Fraunhofer opened its first location in Dresden – the Dresden branch of the Fraunhofer Institute for Microelectronic Circuits and Systems which later became Fraunhofer IPMS. This anniversary was celebrated by the employees of the now twelve Dresden Fraunhofer institutes and branches on March 2, 2012 together with the Fraunhofer Executive Board, the Minister-President of the Free State of Saxony, Dresden’s Mayor for Economy and the Rector of the Dresden University of Technology as part of a commemorative event which took place at the Dresden Airport Terminal.

The location at Dresden has developed into the largest Fraunhofer agglomeration over the past 20 years. The Fraunhofer IPMS has contributed developments such as MEMS mirrors or micro-mirror arrays. Other examples of the success of the Dresden Fraunhofer scientists were inventions like AutoTram®, laser technologies or OLED surface illumination. The concept for success: Strong networking with the industry and close cooperation with the Dresden University of Technology. Alongside its partners, funders, and advisors, Fraunhofer honored above all the accomplishments of its more than 1000 employees with this gala.

MITARBEITERINNEN UND MITARBEITER FEIERN 20 JAHRE FRAUNHOFER IN DRESDEN

Vor genau 20 Jahren eröffnete die Fraunhofer-Gesellschaft erste Standorte in Dresden. Darunter den Institutsteil Dresden des Fraunhofer-Instituts für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme, aus dem später das Fraunhofer IPMS hervorging. Dieses Jubiläum feierten die heute zwölf Dresdner Fraunhofer-Institute und Institutsteile mit ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern am 2. März 2012 im Beisein des Fraunhofer-Vorstands, des Sächsischen Ministerpräsidenten, des Dresdner Wirtschaftsbürgermeisters sowie des Rektors der Technischen Universität Dresden im Rahmen einer Festveranstaltung im Dresdner Flughafen-Terminal.

Der Standort Dresden hat sich in den vergangenen 20 Jahren zum größten Ballungsgebiet von Fraunhofer entwickelt. Das Fraunhofer IPMS hat mit seinen Entwicklungen zu MEMS-Spiegeln und Spiegelarrays zu den Erfolgen der Dresdner Fraunhofer-Institute beigetragen, zu denen auch die AutoTram®, Lasertechnologien oder OLED-Flächenbeleuchtung zu zählen sind. Das Erfolgskonzept: Eine starke Vernetzung mit der Industrie sowie die enge Kooperation mit der Technischen Universität Dresden. Mit der Gala würdigte Fraunhofer neben Partnern, Fördergebern, Kuratoren und Begleitern vor allem die geleistete Arbeit der über 1000 Fraunhofer-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeiter.

◀ Gala at Dresden Airport terminal.

Guests were impressed and often stayed for hours. ▶



FRAUNHOFER IPMS ÖFFNET ERSTMALIG TÜREN ZUR 10. DRESDNER LANGEN NACHT DER WISSENSCHAFTEN AM 6. JULI 2012

Wissen ist Nacht! Unter diesem Motto öffneten am 6. Juli 2012 vier Dresdner Hochschulen und 38 Wissenschaftseinrichtungen und Unternehmen ihre Hörsäle und Labore. An 129 verschiedenen Orten in Dresden präsentierten über 113 Einzelveranstalter ein anspruchsvolles Programm mit 605 Experimentalshows, Führungen, Ausstellungen, Vorträgen, Filmen und Musik – so viel wie noch nie zuvor in der zehnjährigen Geschichte. Darunter auch das Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS, das die Besucher erstmals in das Institutsgebäude in Dresden-Klotzsche einlud.

In Klotzsche hatten sich neben dem Fraunhofer IPMS drei weitere Fraunhofer-Einrichtungen (COMEDD, IZFP, CNT) mit den Industriepartnern X-FAB, VON ARDENNE Anlagentechnik und Globalfoundries zum Campus MikroNanoNord zusammengefunden. Im Rahmen von Ausstellungen auf mehreren Etagen, Angeboten für Kinder, Vorträgen und sogar geführten Reinraum-Touren konnten sich die Besucher ein Bild davon machen, wie aus einem blanken Siliziumwafer in über 100 Teilschritten Mikrochips von der Größe weniger Tausendstel Millimeter entstehen; zum Beispiel Schwingenspiegel, die Licht gezielt verteilen und in Pico-Projektoren oder Spektrometern eingesetzt werden, die kaum größer sind als ein Stück Würfelzucker.

Allein zum Fraunhofer IPMS kamen über 600 Besucher. Hätte das Wetter besser mitgespielt, wären es noch mehr gewesen. Doch auch so war der Besucherandrang an allen Stationen riesengroß, denn die Gäste zeigten sich vom Angebot beeindruckt und blieben oft stundenlang bis spät in die Nacht hinein.

FRAUNHOFER IPMS OPENS THEIR LABS FOR THE 10TH DRESDEN LONG NIGHT OF SCIENCE ON JULY 6, 2012

Knowledge is night! This was the motto for July 6 by which four Dresden universities and 38 scientific facilities opened their lecture halls and labs. At 129 different locations in Dresden, over 113 individual hosts presented a sophisticated program with 605 experimental shows, tours, exhibitions, lectures, films and music – more than ever before in its 10 year history. Among them was also the Fraunhofer Institute for Photonic Microsystems IPMS, which invited visitors onto the institute premises in Dresden-Klotzsche for the first time ever.

Along with Fraunhofer IPMS, three further Fraunhofer Institutes (COMEDD, IZFP, and CNT) met together in Klotzsche with industry partners X-FAB, VON ARDENNE Anlagentechnik and Globalfoundries to make up Campus MikroNanoNord. Amidst exhibits spread out over several floors, children's programs, lectures and even guided clean room tours, the visitors were able to get an impression of how a bare silicon wafer goes through over 100 single process steps to be transformed into microchips; for example for oscillating mirrors that selectively split light and can be utilized in pico-projectors or spectrometers that are hardly larger than a sugar cube.

Fraunhofer IPMS had over 600 visitors alone. Had the weather played along a bit better, there would have been even more. But even so, the crowd of visitors was overwhelming at all of the stations, and the guests were visibly impressed by what was offered and often stayed for hours, late into the night.



INNOVATIONS AT TRADE SHOWS AND CONFERENCES

In 2012, Fraunhofer IPMS took part in over 30 industrial trade shows and conferences in the sectors of optical technology and photonics, microsystems technology and micro-electronics, as well as in medical technology. Accompanied by papers, Fraunhofer IPMS presented current developments on 15 national and international platforms as an exhibitor, such as Photonics West, Smart Systems Integration, Sensors Expo & Conference, Society for Information Display Week, Optatec, Micromachine/MEMS, Vision, Electronica and Medica. For the first time also the largest medical exhibition in the middle-east, Arab Health in Dubai, along with LaserOptics in Berlin, Anuga Food Tech (Cologne), Sensor und Test (Nuremberg) and Security in Essen were also visited.

Innovations from our project work were presented for the first time to the general public. The mobile MEMS grating spectrometer with the topic "Handy Near-Infrared Spectroscopy" was met with great resonance from the press and representatives from the industry at the measurement technology shows "Sensor und Test" and "Sensors Expo" in Richmond, USA. In addition, Fraunhofer IPMS presented two new demonstrators at Micromachine/MEMS in Tokyo. One of these was a three-dimensional electrically driven model of a tilting mirror as part of a mirror array scaled at a scale of 15 000:1. Another of these was a laser projector which combines both micro-mechanically produced resonant and quasi-static scanning technologies. Both demonstrators are the result of an internal idea competition for trade show exhibits, which was held by the Institute in the first half of 2012.

NEUHEITEN AUF FACHMESSEN UND KONFERENZEN

Im Jahr 2012 besuchte das Fraunhofer IPMS über 30 bedeutende Fachmessen und Konferenzen aus den Bereichen der optischen Technologien und Photonik, der Mikrosystemtechnik, Mikroelektronik und der Medizintechnik. Begleitet durch zahlreiche Fachvorträge präsentierte das Fraunhofer IPMS als Aussteller aktuelle Entwicklungen auf 15 nationalen und internationalen Plattformen wie der Photonics West, Smart Systems Integration, Sensors Expo & Conference, Society for Information Display Week, Optatec, Micromachine/MEMS, Vision, Electronica und Medica. Erstmals bzw. nach längerer Zeit wieder besucht wurden außerdem die zweitgrößte Medizinmesse der Welt Arab Health in Dubai, die LaserOptics in Berlin, Anuga Food Tech (Köln), Sensor und Test (Nürnberg) sowie die Security in Essen.

Neuheiten aus der Projektarbeit wurden dabei erstmals der breiten Öffentlichkeit vorgestellt. Das mobile MEMS-Gitterspektrometer mit dem Thema Vor-Ort Nahinfrarot-Spektroskopie fand auf den Messtechnikmessen »Sensor und Test« und der »Sensors Expo and Conference« in Richmond, USA viel Zuspruch bei Presse und Industrievertretern. Gleich zwei neue Demonstratoren präsentierte das Fraunhofer IPMS außerdem auf der Micromachine/MEMS in Tokio: Zum einen ein dreidimensionales elektrisch angetriebenes Modell eines Kippspiegels als Teil in einer Matrix angeordneter Spiegel im Maßstab 15 000:1. Zum anderen ein Laserprojektor, der mikromechanisch hergestellte resonante und quasi-statische Scan-Technologie kombiniert. Beide Demonstratoren sind das Ergebnis eines internen Ideenwettbewerbs für Messeexponate, den das Institut im ersten Halbjahr 2012 durchführte.

- ◀◀ At Electronica trade fair 2012 Dr. Frank Deicke presented a prototype of a transceiver module for high speed wireless optical communication over short distances.
- ◀ Labyrinth demonstrator shown at Micromachine/MEMS exhibition in Tokyo.

Laser projection module from the R4S project "PICODICON" compared to a mobile phone. ▶



FRAUNHOFER IPMS NUTZT R4S-PROGRAMM FÜR KOOPERATIONEN MIT FIRMEN AUS GANZ EUROPA

Um die Innovationsfähigkeit kleiner und mittlerer Unternehmen (engl. SMEs) zu stärken, hat die Europäische Union in ihrem 7. Forschungsrahmenprogramm die Fördermaßnahme »Research for the Benefit of SMEs«, kurz R4S eingeführt. Dabei müssen mindestens drei SMEs aus drei verschiedenen Ländern mit wenigstens zwei Forschungsdienstleistern kooperieren. Rechte an den Projektergebnissen gehen auf die SMEs über.

Das Fraunhofer IPMS hat im Jahr 2012 eine Reihe unterschiedlicher R4S-Projekte erfolgreich bearbeitet oder initiiert. So haben die Wissenschaftler im Projekt PICODICON einen Pico-Projektor für die Bauindustrie entwickelt, der die Darstellung von Dokumenten auf der Baustelle ermöglicht und so das Vorhalten größerer Papierarchive weitestgehend überflüssig macht. Dank des kompakten Designs der Laserstrahl ablenkenden Scannerspiegel könnte das Projektionsmodul sogar in ein Handgerät integriert werden. Im Projekt EUROTHEN-TIC entwickelt das Fraunhofer IPMS eine kostengünstige Technologie zum Test von Banknoten, um Echtheit und Verwendbarkeit der Geldscheine sicherzustellen. Die Forscher setzen dabei Kompetenzen in der Bilderfassung und Verfahren der Signalverarbeitung ein, um Bilddaten der Banknoten zu generieren und zu verarbeiten. Das im September 2012 gestartete Projekt RUNSAFER hat sich die Entwicklung eines Laufschuhs mit eingebetteter Mikroelektronik für die Echtzeit-Übermittlung von biomechanischen Daten an ein während des Laufs mitgeführtes Mobiltelefon zum Ziel gesetzt. Das Fraunhofer IPMS ist sowohl für die Entwicklung des Mikrosystems als auch für das drahtlose Laden des im Schuh integrierten Akkus sowie die drahtlose Funkübertragung der Messdaten verantwortlich.

FRAUNHOFER IPMS UTILIZES R4S PROGRAM FOR COOPERATIONS ALL OVER EUROPE

In order to strengthen the innovative ability of small and mid-sized enterprises, the European Union introduced an assistance measure called "Research for the Benefit of SMEs" (R4S for short) as part of its 7th research program. Here, a minimum of three SMEs from three different countries have to cooperate with at least two research service providers. The rights for the project results are transferred to the SMEs.

Fraunhofer IPMS has either worked on or initiated a number of R4S projects successfully in 2012. Researchers from the PICODICON project, for example, developed a pico-projector for the construction industry which makes displaying documents on the construction site possible and thus practically eliminates the need for a large paper-based archive. Thanks to the compact design of the laser beam deflecting scanner mirror, the projection module was even able to be integrated into a hand-held device. With the project EUROTHEN-TIC, Fraunhofer IPMS developed a cost-effective technology for testing banknotes in order to verify the authenticity and usability of the bills. The researchers utilized know-how in imaging and signal processing to generate and process image data from the banknotes. The RUNSAFER project, which was launched in September 2012, is dedicated to the development of a training shoe with imbedded microelectronics which send biomechanical data in real time to a mobile phone during training. Fraunhofer IPMS is responsible for both the development of the microsystem as well as for the recharging of the accumulators within the shoe and the wireless transmission of the measurements.



◀ Prof. Dr. Harald Schenk

Fraunhofer research group "MESYS": Dr. Klaus Schimmanz,
Holger Conrad, Bert Kaiser, Harshang Shah,
Prof. Harald Schenk (left to right). ▶

HARALD SCHENK APPOINTED PROFESSOR AT BTU COTTBUS

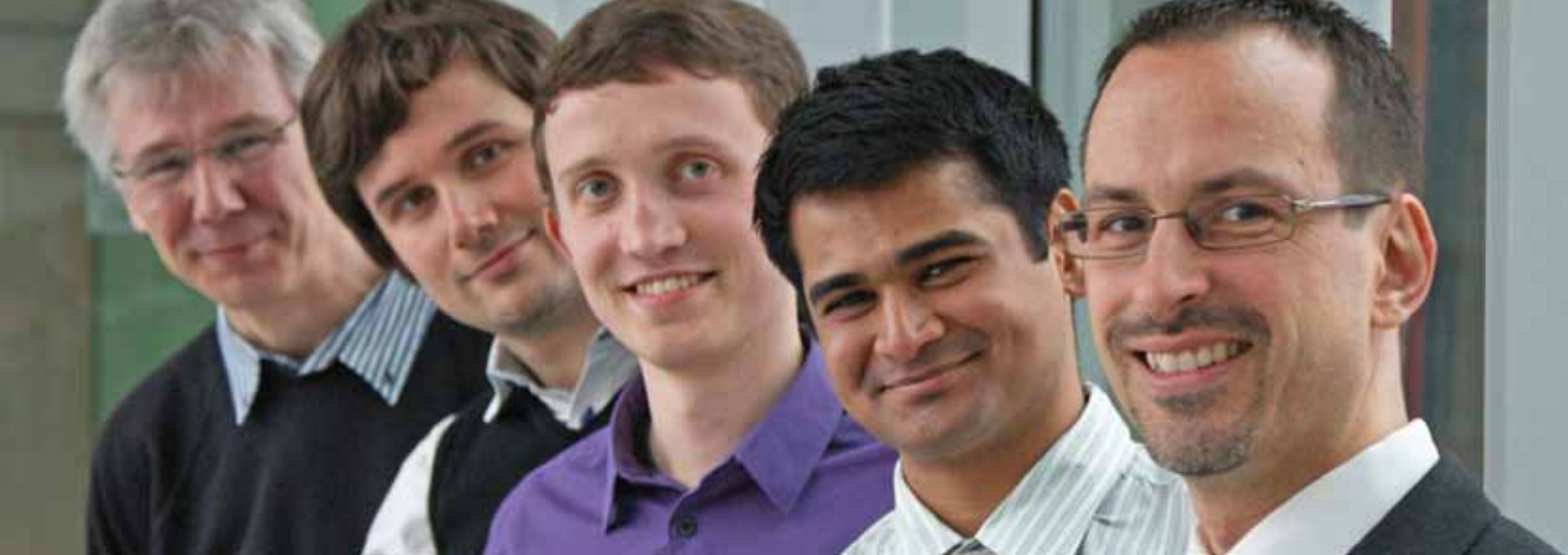
Dr. Harald Schenk was appointed Professor for Micro and Nano Systems at the Technical University of Cottbus (BTU) in Brandenburg on May 1, 2012. The combined calling from the BTU Cottbus and the Fraunhofer-Gesellschaft intends for Prof. Schenk to continue his work at Fraunhofer IPMS as acting director of the Institute while carrying out his research and teaching activities at the university. Furthermore, an increased cooperation between the BTU Cottbus and Fraunhofer IPMS is planned with the development of a Fraunhofer Project Group at the BTU Cottbus (see next page).

Prof. Schenk is head of the business unit "Active Microoptical Components and Systems" as well as Acting Director of the Fraunhofer IPMS. He completed a post doctoral degree at the BTU Cottbus, and for the last five years has held lectures there, particularly on silicon based microsystems technology.

HARALD SCHENK WIRD ZUM PROFESSOR AN DER BTU COTTBUS ERNANNT

Dr. Harald Schenk ist zum 1. Mai 2012 zum Professor für Mikro- und Nanosysteme an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus (BTU) ernannt worden. Die gemeinsame Berufung durch die BTU Cottbus und die Fraunhofer-Gesellschaft sieht vor, dass Prof. Schenk neben den Forschungs- und Lehraufgaben an der Universität seine Aufgaben am Fraunhofer IPMS als stellvertretender Institutsleiter fortsetzt. Des Weiteren ist geplant, die Zusammenarbeit zwischen der BTU Cottbus und dem Fraunhofer IPMS durch den Aufbau einer Fraunhofer-Projektgruppe an der BTU Cottbus zu verstärken (siehe rechte Seite).

Prof. Harald Schenk ist Leiter des Geschäftsfeldes »Aktive Mikrooptische Komponenten und Systeme« sowie stellvertretender Institutsleiter am Fraunhofer IPMS. Er hat an der BTU Cottbus habilitiert und hält dort seit fünf Jahren Vorlesungen, insbesondere zur Silizium basierten Mikrosystemtechnik.



FRAUNHOFER-PROJEKTGRUPPE AN DER BTU COTTBUS GESTARTET

Am 1. Oktober 2012 startete unter Leitung von Prof. Harald Schenk die Fraunhofer-Projektgruppe »Mesoskopische Aktoren und Systeme«, kurz »MESYS«, die für insgesamt fünf Jahre aus Mitteln des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg sowie der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus gefördert wird. Die Kooperation der BTU Cottbus mit dem Fraunhofer IPMS in einer gemeinsamen Forschergruppe soll der Wegbereitung für eine außeruniversitäre Forschungseinrichtung in der Lausitz dienen. Dabei sollen zunächst vier, später acht wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter unterstützt durch studentische Hilfskräfte ein neuartiges Forschungsfeld der Mikro- und Nanotechnik aufbauen, das die Entwicklung besonders leistungsfähiger aus Silizium gefertigter Aktoren zum Ziel hat.

Prof. Harald Schenk erläutert die Zielstellung des Projekts folgendermaßen: »Aktoren sind mikromechanische Bauelemente, die elektrische Signale in Bewegung wandeln. Sie sind also gewissermaßen das Gegenstück zu Sensoren. Die in unserem Team zu entwickelnden Aktoren sollen nicht nur in noch kleinere Strukturgrößen vordringen, sondern vor allem größere Auslenkungen ermöglichen, also viel beweglicher werden, als dies mit heute verfügbaren Technologien möglich ist. So ausgestattete Bauelemente bzw. Systeme wären als Mikro-/Nanomanipulatoren, Linearantriebe oder optische Schalter nutzbar in Anwendungen, die von der Optik über die Mess- und Medizintechnik bis hin zur Biotechnologie und Kommunikationstechnik reichen. Insgesamt werden für den Aufbau der Fraunhofer-Projektgruppe 3,3 Millionen Euro sowie für Geräteinvestitionen weitere Mittel in Höhe von 643 000 Euro veranschlagt.

FRAUNHOFER PROJECT GROUP AT THE BTU COTTBUS STARTED

On October 1, 2012 and under the direction of Prof. Harald Schenk, the Fraunhofer project group "Mesoscopic Actors and Systems", MESYS for short, commenced. The project will be financed for five years with funds from the state of Brandenburg's Ministry of Science, Research and Culture as well as from the Brandenburg University of Technology in Cottbus. The goal of a joint research group of BTU Cottbus and the Fraunhofer IPMS is to set the ground for an extra-faculty Fraunhofer research institute in the Lausitz. Eight scientific associates supported by student research assistants are to develop particularly efficient silicon actors which are to be put to use in the field of micro and nano technology.

Prof. Harald Schenk explains the project objective thus: "Actors are micromechanical components that convert electrical signals into action. They are also more or less the counterpart to sensors. The actors that are to be developed in our team are not only meant for use in even smaller structure dimensions. Above all they are to make an even greater degree of oscillation possible, be even faster than is possible with the technology available today. Our devices and systems could be used as micro/nano manipulators, linear drives and optical switches. The potential range of applications spans optics, measurement, medical and bio technology right down to communications technology". For the set up of the Fraunhofer project group a total of 3.3 million euros have been granted along with 643,000 euros additional funding for investments in equipment.



FRAUNHOFER TALENT SCHOOL 2012

From November 9 to 11, 2012 twelve pupils from all over the country were guests of the Fraunhofer Institute for Photonic Microsystems. The pupils participated in the Fraunhofer Talent School program in Dresden, in which Fraunhofer IKTS and Fraunhofer FEP also took part with their own workshops. The workshop at Fraunhofer IPMS was dealing with the development and fabrication of Micro Electromechanical Systems.

Following an introduction to silicon-based microsystems technology, fundamental information about the Fraunhofer IPMS clean room and the work steps involved in wafer processing, the attendees were able to go on to the practical part. In the heart of the clean room and in full gear, they worked on the essential sub-steps of structuring, precipitation and etching as well as inspection with the scanning electron microscope. The focus lay on Fraunhofer IPMS micro-mirror technology. In the second part of the workshop the topic was continued logically in the electronics lab with the construction of a Lissajous projector as an important application of the micro-scanner mirrors. The participants were able to take these home with them as souvenirs along with a wafer in which a portrait of the group was etched. Then on Sunday a presentation workshop for all participants took place at the Institute Center on Winterbergstrasse. The highlight was the presentation of the workshop results to the parents who had travelled especially for this to Dresden.

FRAUNHOFER-TALENT-SCHOOL 2012

Vom 9. bis 11. November 2012 waren zwölf Schülerinnen und Schüler aus dem gesamten Bundesgebiet zu Gast am Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme. Im Rahmen der diesjährigen Fraunhofer-Talent-School in Dresden, an der auch das Fraunhofer IKTS und das Fraunhofer FEP mit eigenen Workshops teilgenommen haben, konnten sich die angereisten Schülerinnen und Schüler am Fraunhofer IPMS mit dem Thema »MEMS, da bewegen sich nicht nur Ladungsträger« intensiv auseinandersetzen.

Nach einer Einführung in die Silizium basierte Mikrosystemtechnik, grundlegenden Informationen zum Reinraum des Fraunhofer IPMS und den Arbeitsabläufen zum Prozessieren der Wafer konnte mit dem praktischen Teil begonnen werden. In voller Montur wurde im Herzen des Reinraums an den wesentlichen Teilschritten der Strukturierung, Abscheidung und des Ätzens, sowie der Inspektion am Rasterelektronenmikroskop gearbeitet. Der Fokus lag auf den Mikrospiegeltechnologien des Fraunhofer IPMS. Im zweiten Teil des Workshops wurde im Elektroniklabor der Themenkontext mit dem Aufbau eines Lissajous-Projektors als wichtige Anwendung der Mikroscooperspiegel konsequent weitergeführt. Diesen konnten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zusammen mit einem Wafer, in den das Gruppenkonterfei geätzt wurde, als Erinnerung mit nach Hause nehmen. Am Sonntag fand dann im Institutszentrum in der Winterbergstraße für alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Präsentationsworkshop statt, dessen Höhepunkt die Vorstellung der Ergebnisse vor den eigens angereisten Eltern war.

◀ Workshop attendees at Fraunhofer IPMS.

Social Media platforms are getting more and more popular. ▶



FRAUNHOFER IPMS STARTET SOCIAL MEDIA AKTIVITÄTEN

Die wachsende Beliebtheit von Social Media bietet die Chance mit verschiedensten Zielgruppen wie Kunden, Partnern, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, aber auch potentiellen Bewerberinnen und Bewerbern in Kontakt zu treten. Über verschiedenste Kanäle lassen sich so schnell Trends erkennen oder aber auch mitgestalten.

Die Chancen der sozialen Netzwerke will das Fraunhofer IPMS nutzen und hat im Jahr 2012 Auftritte auf mehreren Social Media Plattformen eingerichtet, unter anderem bei Facebook und Twitter. Dort informieren wir über Neuigkeiten aus dem Institut, anstehende Messen und aktuelle Jobangebote.

Unter folgenden Links können Sie uns erreichen:

www.facebook.com/FraunhoferIPMS

www.twitter.com/FraunhoferIPMS

www.xing.com/companies/fraunhoferipms

Bleiben Sie auf dem Laufenden und folgen Sie uns. Wir freuen uns auf einen offenen Diskurs und regen Informationsaustausch mit Ihnen!

FRAUNHOFER IPMS GOES WEB 2.0

The growing popularity of social media makes it possible to get in touch with the most diverse target groups such as customers, partners and scientists, but also with potential employment candidates. These various channels allow us to both react to and shape trends quickly.

This is why Fraunhofer IPMS increased their social media activities in 2012. We are now represented on several social media platforms such as Facebook and Twitter among others. Information about news from the Institute, upcoming trade shows and open positions can be found there.

You can find us with the following links:

www.facebook.com/FraunhoferIPMS

www.twitter.com/FraunhoferIPMS

www.xing.com/companies/fraunhoferipms

Stay up to date with us. We look forward to open discussions and an active exchange of information with you!

WISSENSMANAGEMENT

KNOWLEDGE MANAGEMENT

PATENTE

PATENTS

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

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

A method to detect a defective element

■ DE 60 2004 003 125.9-08; ■ EP 1 583 946 B1 (NL|SE); ■ US 7,061,226 B2

Addressing of an SLM

■ US 7,072,090 B2

Anordnung von mikromechanischen Elementen

■ 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; □ EP 1 637 850 A

Apparatus and Method for Guiding Optical Waves

□ EP 2 513 715 A1; □ WO 2011/098130 A1

Apparatus and method for housing micromechanical systems

■ US 7,898,071 B2

Apparatus and Method for Projecting Images and/or Processing Materials

■ US 7,518,770 B2

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

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

Belichtungseinrichtung

■ DE 195 22 936; ■ DE 59600543.1-08; ■ EP 0 811 181 (CH|FR|GB|LI|NL|SE); ■ JP 3007163; ■ US 5,936,713

Belichtungsvorrichtung (ASIC-Stepper)

■ US 5,495,280

Beschleunigungssensor und Verfahren zum Erfassen einer Beschleunigung

■ US 7,059,189 B2

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

■ DE 10 2008 030 908 B4

Deflectable structure, micromechanical structure comprising same, and method for adjusting a micromechanical structure

■ US 7,872,319 B2

Device for Protecting a Chip and Method for Operating a Chip

■ EP 1 499 560 B1 (DE|NL|SE); □ US 2005/0095749 A1

Fluidic variable focus optical lens

□ WO 2012/010201 A1

Fourier transform spectrometer

□ EP 1 677 086 A1; ■ US 7,733,493 B2

PATENTE

PATENTS

Halbleitersubstrat und Verfahren zur Herstellung

■ DE 50 2006 008 141.5-08; ■ EP 1 915 777 B1 (FR|GB)

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

■ CN 100380138 C; □ EP 1 642 158 A1; □ KR 10-2007-0013987; ■ US 6,891,655 B2; □ WO 2004/061488 A1

Ionenselektiver Feldeffekttransistor und Verfahren zum Herstellen eines ionensensitiven Feldeffekttransistors

■ DE 503 04 800.3-08; ■ EP 1 601 957 B1 (CH)

Ionensensitiver Feldeffekttransistor und Verfahren zum Herstellen eines ionensensitiven Feldeffekttransistors

■ DE 502 02 661.8-08; ■ EP 1 436 607 B1 (CH|FR|GB|SE)

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

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

■ US 7,321,143 B2

Method and Apparatus for Controlling Deformable Actuators

□ 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 (NL); ■ 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 Structuring a Device Layer of a Substrate

■ US 8,199,390 B2

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

Micromechanical Device

■ US 7,078,778 B2

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

■ US 7,830,577 B2

Micromechanical Element

□ US 2011/0261431 A1

Micromechanical element which can be deflected

□ US 2008/0284078 A1

Microoptic reflecting component

■ US 7,490,947 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

PATENTE

PATENTS

Mikroelektromechanisches Translationsschwingersystem

□ DE 10 2010 029 072 A1

Mikromechanisches Bauelement

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

Mikromechanisches Bauelement

□ WO 2012/095185 A1

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; ■ ZL 2007 1 0160893.6

Mikromechanisches Bauelement mit Schwingkörper

■ (AT|CH|FR|GB|IT|NL) 1 123 526; ■ DE 598 04 942.8-08; ■ EP 1 123 526 B1; ■ US 6,595,055 B1

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

□ CN 101301992 A; ■ DE 10 2008 013 098 B4; ■ US 8,147,136 B2

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; ■ DE 10 2007 021 920 B4; ■ US 7,679,152 B2

Mikromechanisches Element

□ DE 10 2010 028 111 A1

Mikromechanisches Element und Verfahren zum Betreiben eines mikromechanischen Elements

■ DE 10 2008 049 647 B4; □ US 2010/0097681 A1

Mikromechanisches Element, Verfahren zu seiner Herstellung und seine Verwendung

■ CN 101139080 B; ■ DE 10 2006 043 388 B3

Mikromechanisches optisches Element mit einer reflektierenden Fläche sowie dessen Verwendung

□ CN 1896791 A; □ DE 10 2005 033 800 A1; ■ US 7,369,288 B2

Mikrooptische Anordnung

□ EP 1 717 631 A1; ■ 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; ■ DE 60 2007 018 826.1; □ EP 2 089 773 A1

Mikrooptisches reflektierendes Bauelement

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

Objektiv

□ DE 10 2010 040 030 A1

Optical apparatus of a stacked design, and method of producing same

■ US 8,045,159 B2

Optical device comprising a structure for avoiding reflections

■ CN 101281295 B

PATENTE

PATENTS

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

□ DE 10 2009 030 338 A1

Optische Vorrichtung in gestapelter Bauweise und Verfahren zur Herstellung derselben

□ DE 10 2008 019 600 A1

Optisches Bauelement mit einem Aufbau zur Vermeidung von Reflexionen

□ DE 10 2008 012 810 A1; ■ 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

Portables elektronisches Gerät, externes Basisgerät, Verfahren zur Ankopplung des portablen elektronischen Geräts an ein externes Basisgerät und Verwendung des externen Basisgeräts zur Ankopplung des portablen elektronischen Geräts

□ DE 10 2010 043 154 A1; □ WO 2012/055706 A1

Positionssensor

□ DE 10 2010 029 818 A1

Projection apparatus for scanningly projection

■ US 7,847,997 B2

Projektionsvorrichtung

■ DE 501 05 156.2; ■ EP 1 419 411 B1 (BE|FR|GB|NL); ■ US 6,843,568 B2

Projektionsvorrichtung zum scannenden Projizieren

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

Quasi-Statische Auslenkvorrichtung für Spektrometer

■ DE 502 10 665.4-08; ■ EP 1 474 666 B1; ■ US 7,027,152 B2

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

□ US 2011/0128541 A1

Readerantenne für den Einsatz mit RFID-Transpondern

□ DE 10 2008 017 490 A1

Reduction of the dynamic deformation of translational mirrors using inertial masses

□ US 2012/0099175 A1

Reduzierung der dynamischen Deformation von Translationsspiegeln mit Hilfe von trägen Massen

□ DE 10 2009 033 191 A1; □ WO 2011/003404 A1

RFID-Abtastsystem ohne äußere Energieversorgung zur Abfrage des strukturellen Befindens

□ DE 11 2009 004 421 T5

Scanner und Verfahren zum Betreiben eines Scanners

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

Schutzstruktur für Halbleitersensoren

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

Self-powered RFID sensing system for structural health monitoring

□ US 2012/0068827 A1

PATENTE

PATENTS

Semiconductor substrate and methods for the production thereof

□ US 2010/0295066 A1

SLM Height Error Compensation Method

□ KR 10-2009-0065477

Spectral Decomposition Device and Manufacturing the same

□ US 2012/0236382 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

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 A1

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

■ DE 10 2005 048 774 B4

System und Verfahren zur Bestimmung des Verankerungszustandes implantierter Endoprothesen

□ DE 10 2006 051 032 A1

Torsion spring for micromechanical applications

□ US 2007/0018368 A1

Torsionsfeder für mikromechanische Anwendungen

■ CN 1896557 B; ■ DE 10 2005 033 801 B4

Torsionsfederelement für die Aufhängung auslenkbarer mikromechanischer Elemente

□ CN 101426717 A; ■ DE 11 2006 003 854 B4

Verfahren und Strukturierung einer Nuttschicht eines Substrats

■ CN 101597021 B1; □ DE 10 2008 026 886 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 Korrigieren der Oberflächenform eines Elements

□ EP 2 054 750 A1; ■ EP 2 054 750 B1 (BE|NL); ■ JP 4777460

Verfahren zur Erfassung einer Offsetdrift bei einer Wheatstone-Meßbrücke

■ DE 10 2004 056 133 B4; ■ DE 50 2005 000 638.0-08; ■ EP 1 586 909 B1

Verfahren zur Erzeugung einer mikromechanischen Struktur

■ CN 101279712 B; □ DE 10 2008 013 116 A1

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

■ CN 101279711 B; ■ DE 10 2008 012 826 B4

Verfahren zur Herstellung eines optischen Bauteils

■ DE 10 2004 015 142 B3; ■ EP 1 714 172 B1 (NL); ■ EP 2 003 474 B1 (NL); ■ JP 4832423

Vorrichtung und Verfahren zum Erzeugen einer Abbildung

■ DE 10 2004 050 351 B3; ■ US 7,465,051 B2

PATENTE

PATENTS

Vorrichtung und Verfahren zum Häusen mikromechanischer Systeme

□ DE 10 2007 001 518 A1

Vorrichtung und Verfahren zur Bildprojektion und / oder Materialbearbeitung

■ DE 503 05 392.9-08; ■ EP 1 652 377 B1

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

□ DE 10 2010 043 131 A1

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

■ US 7,977,897 B2

Waschbares Elektronik-Flachsystem mit freien Anschlusskontakten zur Integration in ein textiles Material oder Flexmaterial

■ DE 10 2007 002 323 B4

Zeilenkamera für spektrale Bilderfassung

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

VERÖFFENTLICHUNGEN

PUBLICATIONS

Bechtel, C.; Knobbe, J.; Grüger, H.; Lakner, H.

Confocal fluorescence microscope for clinical dermatologic applications

Proceedings of SPIE Vol. 8167 (2012) Paper 81670S

Bechtel, C.; Knobbe, J.; Grüger, H.; Lakner, H.

Design of an affordable fluorescence confocal scanning microscope for medical diagnostics

Proceedings of SPIE Vol. 8553 (2012) Paper 855300

Becker, H. W.

100. Geburtstag von Werner Hartmann (1912 - 1988), Begründer der Mikroelektronik im Osten Deutschlands

In: 120 Jahre VDE Bezirksverein Dresden, ISBN 978-3-00-039920-6 S.188-210

Costache, F.; Blasl, M.; Bornhorst, K.; Rieck, A.; Hartwig, H.

Integrated Electro-optical Switching with Phase-Modified Liquid Crystal Blends

OSA.Optical Info Base: Integrated Photonics Research, Silicon and Nanophotonics, 2012, Colorado

Costache, F.; Blasl, M.; Bornhorst, K.; Schenk, H.

On-chip electro-optic waveguides in isotropic liquid crystal blends for switching applications

Proceedings of SPIE Vol. 8252 (2012) 17 Folien

Deicke, F.; Fischer, W.-J.

Optical Wireless Communication – Jump on a new Experience

Future Network and Mobile Summit, 2012, Vortrag

Deicke, F.; Kraus, W.; Schwartz, J.; Wiedemann, R.

Li-Fi: A New Paradigm in Wireless Communications

In: Electronics For You 4 (2012) pp. 28-30

Despang, H. G.; Heinig, A.; Holland, H. J.; Fischer, W.-J.; Mehl, S.; Henrich, D.

AAL-Anwendungen von Smart Vital

In: 5. Deutscher AAL-Kongress, 2012, Berlin, ISBN 978-3-8007-3400-9, Poster 39

Drabe, C.; Kallweit, D.; Dreyhaupt, A.; Grahmann, J.; Schenk, H.; Davis, W.

Bi-resonant scanning mirror with piezo-resistive position sensor for WVGA laser projection systems

Proceedings of SPIE Vol. 8252 (2012) Paper 825209

Dreyhaupt, A.

Der Wahrheit entgegen – Beschreibung dynamischer Eigenschaften optischer MEMS

Vibrometer Anwenderkonferenz, 2012, Waldbronn, Vortrag, 20 S.

Faulwäßer, M.

Optische drahtlose Kommunikation – Anwendungen und Grenzen

6. RFID-Symposium, 2012, Dresden, Vortrag, 17 Folien

Grahmann, J.; Jung, D.; Kallweit, D.; Sandner, T.; Graßhoff, T.; Schenk, H.

The Development Path of Electrostatic Resonant to Electrostatic Quasistatic Driven Micro Scanning Mirrors

The 6th Smart Systems Integration conference SSI, 2012, pp. 1-9

Grahmann, J.; Wildenhain, M.; Graßhoff, T.; Gerwig, C.; Dallmann, H.-G.; Wolter, A.; Schenk, H.

Laser projector solution based on two 1D resonant scanning micromirrors assembled in a low vertical distortion scan head

Proceedings of SPIE Vol. 8252 (2012) Paper 825205

Grüger, H.

MOEMS basierte Spektrometer – Systementwicklung und Anwendungsbeispiele

6. Auswärtsseminar der AG Optische Technologien, 2012, Schilbach, Vortrag, 36 Folien

Grüger, H.; Scholles, M.

Progress in Miniaturization of a MEMS based Hybrid-Integrated NIR Spectrometer

Sensors Expo – Conference, 2012, Rosemont/IL USA, Vortrag, 47 Folien

PUBLICATIONS

Heinig, A.; Fischer, W.-J., Kunadt, A.

Integrated sensor Network components in textile-reinforced composites

MSE, 2012, Vortrag

Hei, M.

Effects of the openings in a compact patch antenna for an RFID-sensor-node

15th ANTEM Symposium, 2012, Toulouse, Vortrag, 4 S.

Hei, M.

Wireless RFID chip impedance measurement by using a reader and a statistically analysis

In: Smart Sys Tech 2012, ISBN 978-0-8007-3111-2, 7 S.

Hei, M.; Fischer, W.-J.

Compact Patch Antenna with Space for Integrating Sensors for an RFID-Sensor-Node

In: European Microwave Week 2012 "Space for Microwaves", ISBN: 978-2-87487-026-2, pp.420-423

Hei, M.; Fischer, W.-J.

Wireless UHF RFID chip impedance measurement by only using an RFID reader

EUCAP, 2012, Prag, pp. 3014-3016

Jung, D.; Sandner, T.; Kallweit, D.; Schenk, H.

Vertical comb drive microscanners for beam steering, linear scanning, and laser projection applications

Proceedings of SPIE Vol. 8252 (2012) Paper 82520U

Kalkouski, U.; Lukat, K.

90 nm GOX / si-elektrische Charakterisierung

VDI-ITG Fachgruppe, WLR, ZUV Simulation + Qualifikation, 2012, Vortrag, 19 Folien

Kenda, A.; Sandner, T.; Lttjohann, S.; Kraft, M.; Tortschanoff, A.; Simon, A.

Advances in performance and miniaturization of a FT-IR spectrometer system based on a large stroke MOEMS piston mirror

Proceedings of SPIE Vol. 8252 (2012) Paper 82520D

Kirchner, R.; Derix, J.; Nocke, A.; Landgraf, R.

Direct Nanoimprinting for Micro- and Nanosystems

In: Bio and Nano Packaging Techniques for Electron Devices, ISBN 978-3-642-28522-6, pp. 209-242

Kirchner, R.; Finn, A.; Landgraf, R.; Nueske, L.; Vogler, M.; Fischer, W.-J.

UV-based nanoimprint lithography: Toward direct patterning of functional polymers

Journal of photopolymer science and technology 25 (2012)No.2, pp.197-206

Kirchner, R.; Nscke, L.; Finn, A.; Lu, B.; Fischer, W.-J.

Stamp-and-Repeat UV-Imprinting of Spin-Coated Films: Pre-Exposure and Imprint Defects

Microelectronic Engineering 97 (2012) pp. 117-121

Landgraf, R.; Haugwitz, T.; Kirchner, R.; Fischer, W.-J.

Planar optical microring resonators used as biosensors: guidelines for designing polymer compared to semiconductor-based waveguides

Proceedings of SPIE Vol. 8561 (2012) Paper 85610Q

Landgraf, R.; Kirchner, R.; Finn, A.; Arndt, S.; Haugwitz, T.; Deicke, F.; Fischer, W.-J.

Polymer Microring Resonator Directly Patterned by Multilevel-Nanoimprint: Integration into a Biosensor System with a Miniaturized Microfluidic System

16th GMA/ITG-Workshop Sensoren und Messsysteme, 2012, pp. 259-267

Landgraf, R.; Kirchner, R.; Finn, A.; Deicke, F.; Fischer, W.-J.

Optical Biosensors based on Polymer Microring Resonators

2nd Napanil Industrial Day, 2012, Vortrag

PUBLICATIONS

Landgraf, R.; Kirchner, R.; Haugwitz, T.; Finn, A.; Deicke, F.; Fischer, W.-J.

Polymeroptische Mikroringresonatoren für biosensorische Anwendungen: Design und Integration.

Microsys, 2012, Berlin

Langa, S.; Utsumi, J.; Ludewig, T.; Drabe, C.

Room temperature bonding for vacuum applications: climatic and long time tests

In: Microsystem Technologies 18 (2012) 11 online 7 p.

Lapisa, M.; Zimmer, F.; Stemme, G.; Gehner, A.; Niklaus, F.

Drift-free micromirror arrays made of monocrystalline silicon for adaptive optics applications

Journal of Microelectromechanical System 21 (2012), No 4, pp. 959-970

List, M.; Friedrichs, M.; Müller, M.

Monolithic integration of MOEMS on CMOS backplanes using surface micromachining techniques

In: MME, 2012, Ilmenau, ISBN 978-3-938843-71-0, paper D20, 4 S.

Lukat, K.; Kalkouski, U.

Ansatz zur Lebensdauerbestimmung in 90 nm GOX mit RVT

VDI-ITG Fachgruppe, WLR, ZUV Simulation + Qualifikation, 2012, Vortrag, 22 Folien

Päßler, S.

Food intake activity detection using an artificial neural network

BMT, 2012, Jena, S. 665-668

Päßler, S.; Fischer, W.-J.

Evaluation of Algorithms for Chew Event Detection

Proc. Of BodyNets', 2012

Päßler, S.; Fischer, W.-J.; Kraljevski, I.

Adaptation of models for food intake sound recognition using maximum a posteriori estimation algorithm

BSN, 2012, London, ISBN 978-0-7695-4698-8, pp. 148-153

Päßler, S.; Wolff, M.; Fischer, W.-J.

Food intake monitoring: An acoustical approach to automated food intake activity detection and classification of consumed food

Physiological measurement 33 (2012). No 6, pp. 1073-1093

Pügner, T.; Knobbe, J.; Grüger, H.; Schenk, H.

Realization of a hybrid-integrated MEMS scanning grating spectrometer

Proceedings of SPIE Vol. 8374 (2012) Paper 83740W

Sandner, T.; Grasshoff, T.; Schenk, H.; Kenda, A.

Translatory MEMS actuator and their system integration for miniaturized Fourier transform spectrometers

Proceedings of SPIE Vol. 8252 (2012) Paper 82520C

Satzer, B.; Baulig, C.; Sandner, T.; Schwarzer, S.

Micromirror-based sending and detection optical assembly for time-of-flight laser scanners

Proceedings of SPIE Vol. 8439 (2012) Paper 84380Z

Scholles, M.

Photonic smart systems

Micro-Nano International Forum, 2012, Sendai/Japan, pp. 287-295

Schuster, T.; Landgraf, R.; Finn, A.; Mertig, M.

Biosensing with Optical Waveguides

In: Bio and Nano Packaging Techniques for Electron Devices, ISBN 978-3-642-28522-6, pp. 557-579

PUBLICATIONS / ACADEMIC THESES

Sinning, S.; Wullinger, I.; Schmidt, J.-U.; Friedrichs, M.; Dauderstädt, U.; Wolschke, S.; Hughes, T.; Pahner, D.; Wagner, M.

One-dimensional light modulator

Proceedings of SPIE Vol. 8252 (2012) Paper 84380H

Teng, L.; Kirchner, R.; Plötner, M.; Türke, A.; Jahn, A.; He, J.; Hagemann, F.; Fischer, W.-J.

Fabrication and characterization of sub-500 nm channel organic field effect transistor using UV nanoimprint lithography with cheap Si-mold

In: Microelectronic engineering 97 (2012) pp. 38-42

Tortschanoff, A.; Baumgart, M.; Frank, A.; Wildenhain, M.; Sandner, T.; Schenk, H.; Kenda, A.

Optical position feedback for electrostatically driven MOEMS scanners

Proceedings of SPIE Vol. 8252 (2012) Paper 82520S

Tortschanoff, A.; Holzmann, D.; Lenzhofer, M.; Sandner, T.

Closed-loop control for quasi-static MOEMS mirrors

Proceedings of SPIE Vol. 8252 (2012) Paper 82520T

Tortschanoff, A.; Sandner, T.; Kenda, A.

Design of an optical position detection unit for fast 2D-MOEMS scanners

Optical Systems Design 2012, Proceedings of SPIE Vol. 8550 (2012) Paper 85501F

Weder, A.

A simulation model for WBSN protocol design

Wireless Days (WD), 2012 IFIP, Dublin, pp. 1-3, 10.1109/WD.2012.6402821

Weder, A.; Geller, S.; Heinig, A.; Tyczynski, T.; Hufenbach, W.; Fischer, W.-J.

Integration of Piezoceramic Sensor Elements and Electronic Components in Glass Fibre Reinforced Polyurethane Composite Structures

Euroensors XXVI, 2012, Krakow, pp. 1-5.

Dissertations

Dissertationen

Jahnel, Matthias Stephan

Optimierung der Zuverlässigkeit von OLED-Beleuchtungselementen

Brandenburgische Technische Universität Cottbus; Betreuer: Prof. Harald Schenk

Jung, Denis

Neuartiges Bauteilkonzept quasistatisch-resonanter 2D-Mikroscanner für die Zielanwendung ultrakompakter Laserprojektionsdisplays

Technische Universität Dresden; Betreuer: Prof. Hubert Lakner

Schmidt, Christian

Verkapselungstechnologie mit justiertem adhäsiven Waferbonden für OLED-auf-CMOS-Anwendungen

Technische Universität Dresden; Betreuer: Prof. Hubert Lakner

Wildenhain, Michael

Untersuchungen zur Bildqualität eines Mikroscanner-basierten Laserprojektionsystems

Brandenburgische Technische Universität Cottbus; Betreuer: Prof. Harald Schenk

Zimmer, Fabian

Herstellung und Charakterisierung hocheffizienter, mikromechanischer NIR-Beugungsgitter für den Einsatz in miniaturisierten Spektrometern

Brandenburgische Technische Universität Cottbus; Betreuer: Prof. Harald Schenk

WISSENSCHAFTLICHE ARBEITEN

ACADEMIC THESES

Master Theses Masterarbeiten

Fortenbacher, Michael **Treiber- und Applikationsentwicklung für optische drahtlose High-Speed-Datenübertragung**
Hochschule Pforzheim; Betreuer: Dr. Frank Deicke

Kaiser, Bert **Stressanalyse und -optimierung in »bulk micro machining«-Systemen**
Technische Universität Chemnitz; Betreuer: Dr. Christian Drabe

Diploma Theses Diplomarbeiten

Faulwaßer, Michael **Entwicklung und Charakterisierung eines optischen Frontend-Moduls für die drahtlose Datenübertragung**
Technische Universität Dresden; Betreuer: Dr. Frank Deicke

Gräßer, Felix Magnus **Störsignaleliminierung in 24Bit-Elektrokardiogrammen unter Nutzung der Wavelet-Packet-Transformation**
Technische Universität Dresden; Betreuer: Alexander Noack

Röder, Thomas **Entwicklung eines Multi-Gigabit-Moduls für die optische drahtlose Kommunikation**
Technische Universität Dresden; Betreuer: Dr. Frank Deicke

Schroedter, Richard **Ein Beitrag zur Steuerung und Regelung für quasistatische Mikrospiegel**
Technische Universität Dresden; Betreuer: Dr. Thilo Sandner

Bachelor Theses Bachelorarbeiten

Schwarz, Eric **Erstinbetriebnahme, Optimierung und Messreihen an einem telemedizinischen System zur Erfassung von EKG- und Pulswellen**
Hochschule Lausitz; Betreuer: Dr. Andreas Heinig

ANFAHRT

HOW TO REACH US

ROAD CONNECTION

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

From Dresden city drive on B97 in direction Hoyerswerda through the center of city sector Klotzsche. Grenzstraße branches off to the left 400 m after the tram rails change from the middle of the street to the right side. Maria-Reiche-Straße branches off to the left after approximately 500 m.

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.

PUBLIC TRANSPORT

Take tram 7 from Dresden city to tram stop "Arkonastraße", turn left and cross the residential area diagonally to Grenzstraße. Follow this road for about eight minutes to the left and you will reach Maria-Reiche-Straße.

Take city railway S-Bahn line 2 to station Dresden-Grenzstraße. Reverse for ca. 400 m. Maria-Reiche-Straße branches off to the right.

STRASSENVERBINDUNG

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

Vom Zentrum Dresden die B97 in Richtung Hoyerswerda durch das Zentrum des Ortsteils Klotzsche fahren. 400 m nachdem die Straßenbahngleise von der Straßenmitte auf die rechte Seite wechseln, zweigt die Grenzstraße links von der B97 ab. Die Maria-Reiche-Straße zweigt nach etwa 500 m links ab.

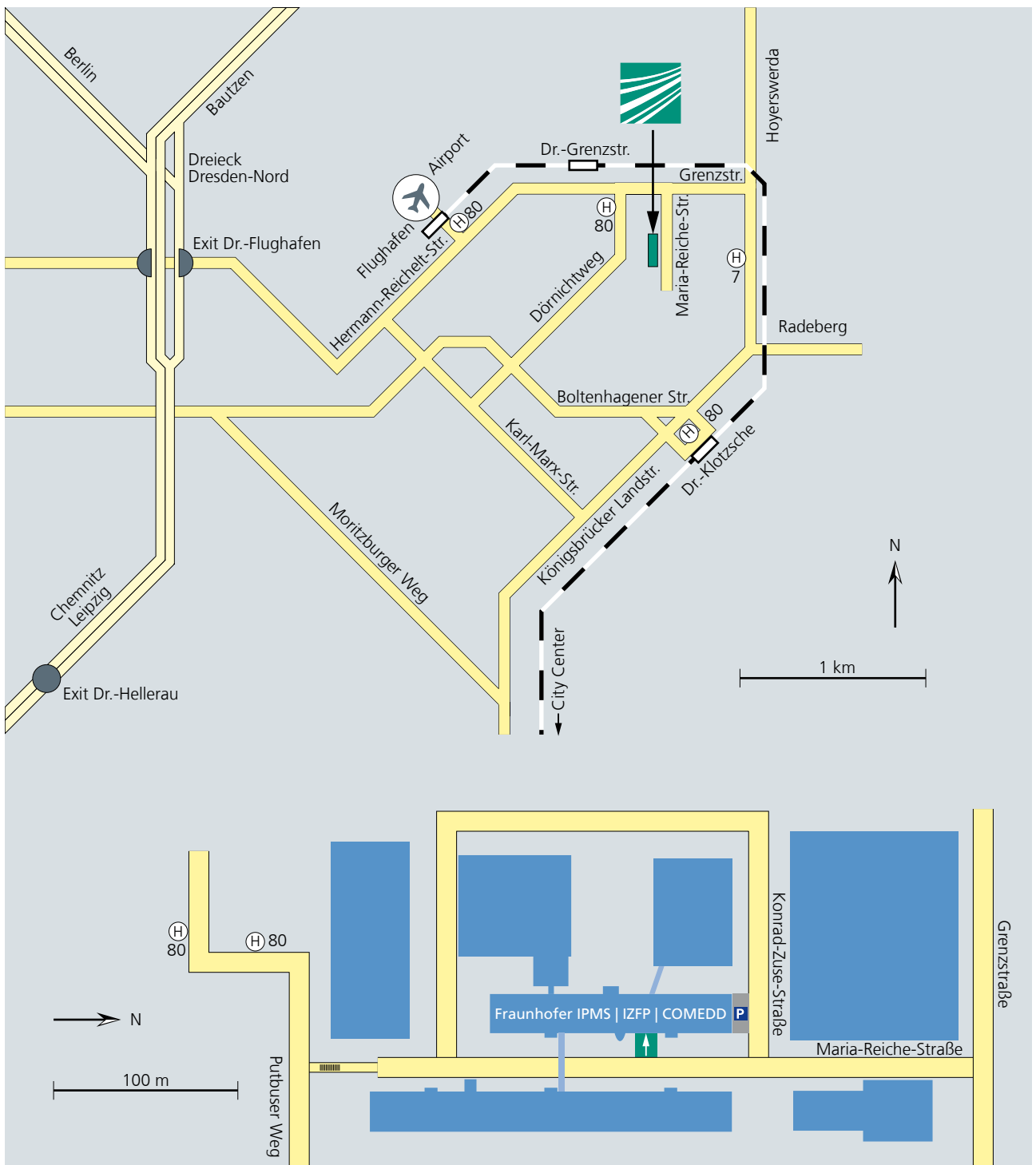
FLUGVERBINDUNG

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.

NAHVERKEHR

Die Straßenbahn 7 vom Stadtzentrum bis Haltestelle »Arkonastraße« benutzen. Dann schräg nach links durch das Wohngebiet zur Grenzstraße gehen und dieser links folgen. Die Maria-Reiche-Straße erreichen Sie nach etwa acht Minuten Fußweg.

Fahren Sie mit der S-Bahn Linie 2 bis Dresden-Grenzstraße. Diese ca. 400 m zurückgehen. Die Maria-Reiche-Straße zweigt hier rechts ab.





WEITERE INFORMATIONEN

MORE INFORMATION

DR. MICHAEL SCHOLLES

Tel. +49 351 / 8823 - 201

Fax +49 351 / 8823 - 266

info@ipms.fraunhofer.de

SOCIAL MEDIA



www.facebook.com/FraunhoferIPMS



www.twitter.com/FraunhoferIPMS



www.xing.com/companies/fraunhoferipms

IMPRESSUM

EDITORIAL NOTES

© Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS,
Dresden 2013

RECHTE

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck nur mit Genehmigung
der Institutsleitung.

GESTALTUNG

Fraunhofer IPMS

ÜBERSETZUNG

Fraunhofer IPMS; Tara Kneitz, Dresden

DRUCK

MAXROI Graphics GmbH, Görlitz

FOTOS

Fraunhofer-Gesellschaft;
Jürgen Lösel/VISUM;
Sven Döring/FOCUS

© Fraunhofer Institute for Photonic Microsystems IPMS,
Dresden 2013

COPYRIGHTS

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

LAYOUT

Fraunhofer IPMS

TRANSLATION

Fraunhofer IPMS; Tara Kneitz, Dresden

PRINT

MAXROI Graphics GmbH, Görlitz

PHOTOS

Fraunhofer-Gesellschaft;
Jürgen Lösel/VISUM;
Sven Döring/FOCUS

