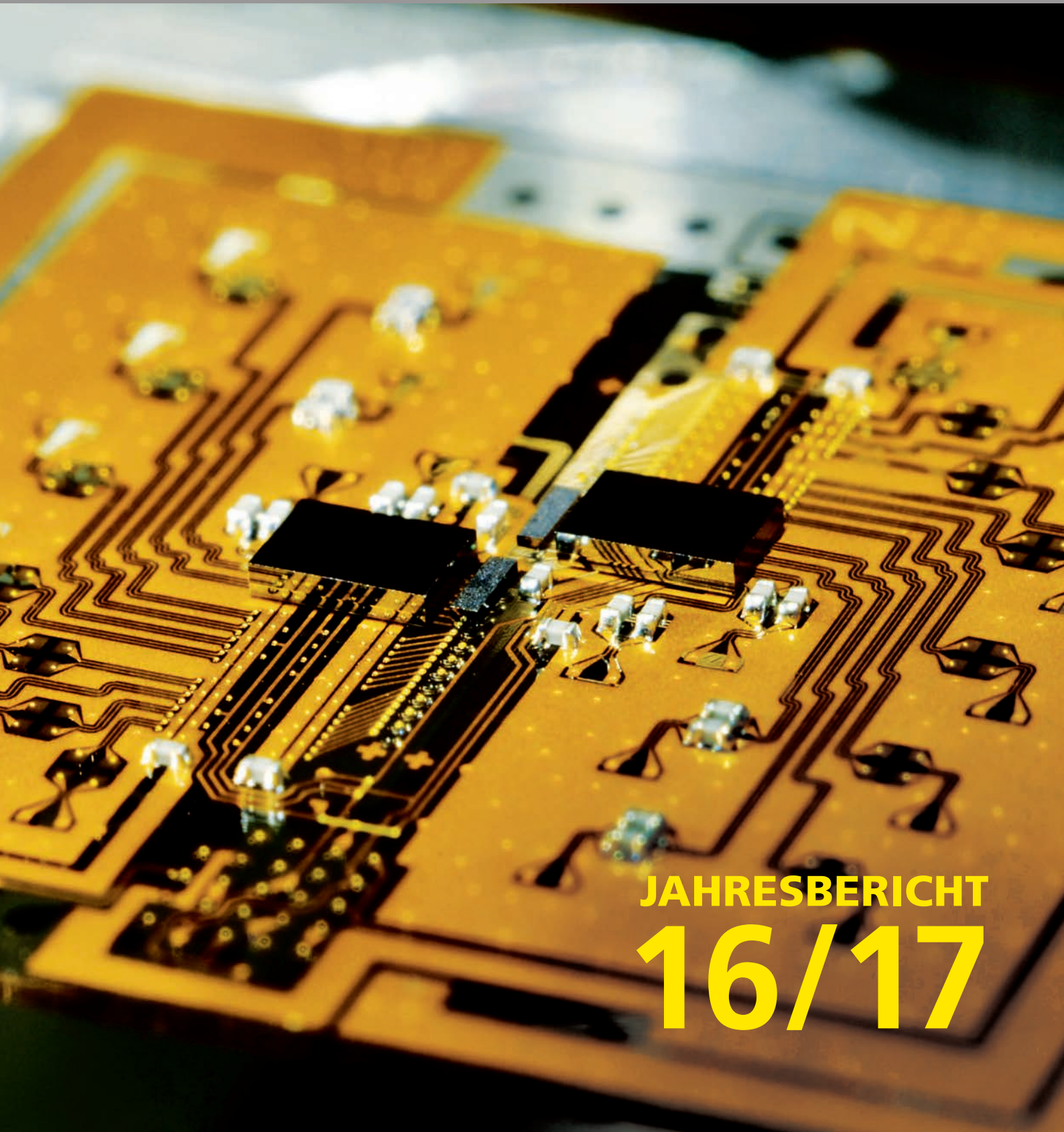




Fraunhofer

IZM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ZUVERLÄSSIGKEIT UND MIKROINTEGRATION IZM



JAHRESBERICHT

16/17

INHALT

Vorwort	Seite 4
---------	---------

FRAUNHOFER IZM

Fraunhofer – Ein starkes Netzwerk	Seite 8
Das Fraunhofer IZM – Vom Wafer zum System	Seite 9
Zusammenarbeit mit Universitäten	Seite 12
Internationale Forschungskooperationen	Seite 14
Industriekonsortium Panel Level Packaging	Seite 16

GESCHÄFTSFELDER & ZUSAMMENARBEIT

Marketing & Geschäftsfeldentwicklung	Seite 20
Modulares Entwicklungs- und Fertigungslabor »Start a Factory«	Seite 32
Ausstattung & Leistungen	Seite 34

FORSCHUNGS-CLUSTER INTEGRATION AUF SUBSTRATEBENE

Highlight 2016: Photonic Assembly: Aufbau von elektro-optischen Modulen	Seite 40
Systemintegration & Verbindungstechnologien	Seite 42

FORSCHUNGS-CLUSTER INTEGRATION AUF WAFEREBENE

Highlight 2016: 3D-Prozesstechnologie für innovative System-in-Package-Anwendungen	Seite 46
Wafer Level System Integration – All Silicon System Integration Dresden ASSID	Seite 48

FORSCHUNGS-CLUSTER MATERIALIEN & ZUVERLÄSSIGKEIT

Highlight 2016: Mit fundierten Ökobilanzen zu nachhaltigem Design	Seite 52
Environmental & Reliability Engineering	Seite 54

FORSCHUNGS-CLUSTER SYSTEMDESIGN

Highlight 2016: Autonome Sensorknoten für die Land- und Energiewirtschaft	Seite 56
RF & Smart Sensor Systems	Seite 58

VERANSTALTUNGEN

Events & Workshops	Seite 62
Veranstaltungen 2017	Seite 68
Nachwuchsförderung am Fraunhofer IZM	Seite 70

FACTS & FIGURES

Das Fraunhofer IZM in Fakten und Zahlen	Seite 74
Auszeichnungen	Seite 76
Best Paper, Editorials	Seite 80
Vorlesungen	Seite 81
Mitgliedschaften	Seite 82
Kooperation mit der Industrie	Seite 84
Publikationen	Seite 86
Patente und Erfindungen	Seite 92
Kuratorium	Seite 93
Kontaktadressen	Seite 94
Impressum	Seite 97

VORWORT

LIEBE FREUNDE UND PARTNER DES FRAUNHOFER IZM, LIEBE LESERINNEN UND LESER!

Unsere strategische Entwicklung verfolgt das Ziel, über moderne Integrationstechnologien zu hochwertigen Systemen zu gelangen - in diesem Sinne verlief auch das Jahr 2016 wieder erfolgreich. Indem wir Zuverlässigkeits- und Umweltbewertung mit einem tiefen Verständnis für Zukunftstechnologien und effiziente Fertigungsprozesse verschmelzen und mit unserem Know-how für die Entwicklung von komplexen und funktionsoptimierten Systemen kombinieren, bringen wir sie erfolgreich in die Anwendung. Das macht uns einzigartig am Standort Deutschland und mit führend in der Welt. Dabei sind systemtechnisch insbesondere integrierte Hardware-Lösungen für Sensorik, Datenverarbeitung und Datenübertragung sowie für die Energieversorgung zu erforschen und zu entwickeln. Lassen Sie mich einige Highlights des letzten Jahres hervorheben:

Im März erfolgte die Eröffnung unserer integrierten Batterieentwicklungs- und Montagelinie. Damit können nun kleinste Mikrobatterien mit höchster Präzision und hoher Leistungsdichte gefertigt werden - hier bleiben keine Kundenwünsche offen.

Seit Juni bündeln im Leistungszentrum Digitale Vernetzung die vier Berliner Fraunhofer-Institute FOKUS, HHI, IPK und IZM in der Hauptstadt ihre Kompetenzen. Mit dem Transferzentrum Hardware for Cyber Physical Systems (CPS) verantwortet das IZM dabei die Entwicklung und den Aufbau modularer Sensor-, Hochfrequenz- und photonischer Systeme, um Unternehmen bei der Digitalisierung über angepasste Systemintegration zu unterstützen.

Parallel dazu wirkt das Fraunhofer IZM-ASSID am erfolgreich tätigen Leistungszentrum Funktionsintegration für die Mikro- und Nanoelektronik in Sachsen mit, das sich ebenfalls mit der Weiterentwicklung von IC-Technologien beschäftigt. So können wir intensive Beiträge in allen o.g. Bereichen der modernen Systemintegration leisten.

Das Schulungs- und Analytikzentrum Oberpfaffenhofen ist seit dem 1. Januar 2017 Teil der Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT. Wir danken den Kolleginnen und Kollegen für die langjährige Zusammenarbeit und wünschen ihnen auf ihrem weiteren Weg viel Erfolg!

Zusammenarbeit ist für uns eine unabdingbare Quelle für eine stete Weiterentwicklung unseres Instituts! Unsere fruchtbare Vernetzung mit der Industrie sowie innerhalb der Forschungslandschaft haben wir erneut mit einer Reihe außerordentlich erfolgreicher Projekte unter Beweis gestellt. So sind unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Teil des Europäischen Flagship-Projekts Human Brain, in dem das menschliche Gehirn technisch nachgebaut und mit computerbasierten Modellen simuliert werden soll. Aufgrund unserer langjährigen Expertise im 3D-Packaging unterstützen wir hierbei die Entwicklung der Hardware-Plattform.

Mit den Partnern Osram, Daimler, Hella und Infineon gelang es uns außerdem, einen intelligenten LED-Fahrzeugscheinwerfer zu entwickeln. Dank unserer Aufbautechnologie konnten wir die Auflösung von LED-Beleuchtungssystemen um das Tausendfache erhöhen.

Ein weiteres Highlight ist unsere Beteiligung am EU-Projekt sustainablySMART, in dem die Lebenszeitverlängerung von Smartphones im Fokus steht. Dort übernehmen wir die Entwicklung nachhaltiger Technologien für die Komponentenrückgewinnung und das Produktdesign.

Ohnehin tragen wir mit unseren Projekten schon lange dazu bei, das Produkt-Recycling zu verbessern und die Kreislaufwirtschaft zu fördern. Diesem Ziel folgte auch die größte Fachtagung zu Nachhaltigkeit in der Elektronik – Electronics Goes Green –, die wir im September in Berlin organisierten, mit knapp 400 Teilnehmerinnen und Teilnehmern aus 35 Ländern.

Die erfolgreiche Beteiligung an einer Vielzahl von Förder- und Industrieprojekten führte im Jahr 2016 zu einer Steigerung des Betriebshaushalts auf 29,5 Millionen Euro, maßgeblich getragen von Industriekooperationen. Das zeigt: Wir forschen und liefern Beiträge am Puls der Zeit, anwendungsorientiert und thematisch weit gefächert. Die Grenzen zwischen Mikroelektronik, Mikrosystemtechnik und Software verschwimmen dabei zunehmend. Gerade die Fähigkeit, dennoch aktuelle Trends aufzugreifen und aktiv weiterzuentwickeln, gehört von jeher zu unseren Stärken. So setzen wir am Fraunhofer IZM für das System Packaging gezielt auf Trends im Bereich Fan-out Packaging (Wafer und Panel), einer äußerst zukunftsweisenden Fertigungstechnologie, die große Substratabmessungen nutzt und ein hohes Marktpotenzial besitzt. Wir haben ein internationales Panel Level Packaging Konsortium ins Leben gerufen, in dem diese Technologie mit vielen interessierten Industriepartnern – darunter Intel – weiterentwickelt und in einen industriellen Fertigungsprozess überführt wird.

Damit den guten Ideen nicht die Fachkräfte ausgehen, die sie umsetzen, fördert das Institut die Nachwuchsentwicklung, z.B. mit dem Berufsorientierungstag Girls' Day, dem Begabtenetzwerk Talent Take Off und unserer internationalen Summer School.

Um unser Wissen und Können noch stärker nach außen zu tragen, wurde zudem das Veranstaltungsangebot am Institut erheblich erweitert: Wir werden in diesem Jahr mit Tutorials, Lab Courses, den Technologietagen und Projektworkshops alle Interessierten aus Forschung und Entwicklung im Dialog an unseren Ergebnissen teilhaben lassen. Die entsprechenden Termine sind für das ganze Jahr in einem online verfügbaren Veranstaltungskalender abrufbar.

Dieser kleine Einblick in unser großes Ergebnis- und Leistungsspektrum mag genügen. Lassen Sie mich zum Schluss noch einen großen Dank aussprechen: Allen Projektpartnerinnen und -partnern aus Industrie und Forschung (insbesondere der TU Berlin), den Kontaktpersonen in den Ministerien von Bund und Ländern sowie den Projektträgern für die hervorragende Zusammenarbeit, das stete Vertrauen und die Bereitschaft, mit uns die technologische Zukunft zu gestalten.

Last not Least gilt mein herzlicher Dank den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für deren nimmermüden Einsatz und die ungeborene Innovationskraft; sie bilden die wesentliche Grundlage für die Erfolge des vergangenen Jahres und unsere Weiterentwicklung.

Ich wünsche Ihnen nun viele Anregungen und viel Vergnügen beim Lesen des neuen Jahresberichts.

Ihr



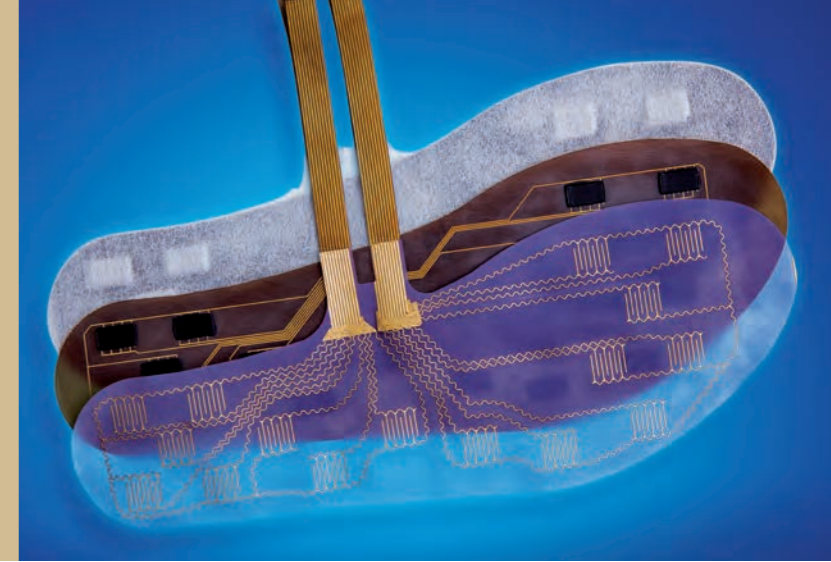
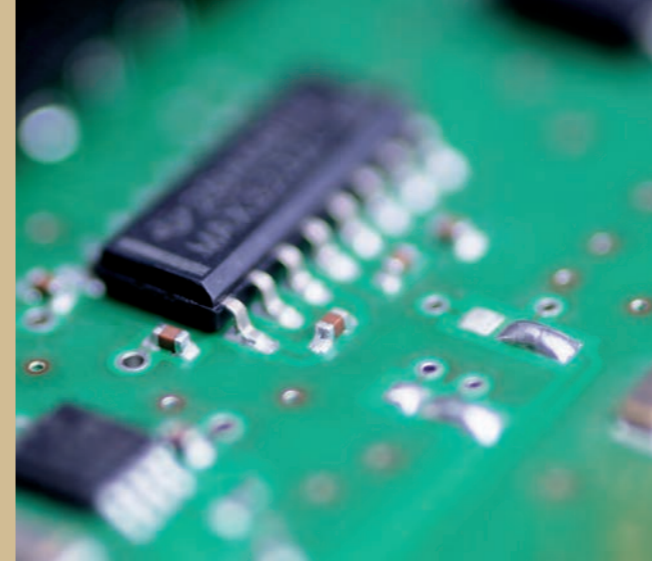
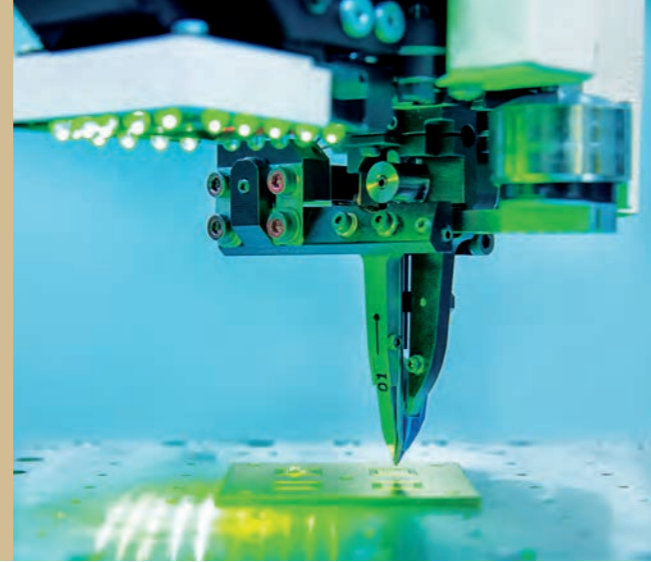
Prof. Dr.-Ing. Dr. sc. techn. Klaus-Dieter Lang



FRAUNHOFER IZM



Fraunhofer – Ein starkes Netzwerk	Seite 08
Fraunhofer IZM – Vom Wafer zum System	Seite 09
Zusammenarbeit mit Universitäten	Seite 12
Internationale Forschungsk Kooperationen	Seite 14
Industriekonsortium Panel Level Packaging	Seite 16



FRAUNHOFER – EIN STARKES NETZWERK

Fraunhofer-Gesellschaft

Das Fraunhofer IZM ist eines von 69 Fraunhofer-Instituten, die sich mit überwiegend natur- und ingenieurwissenschaftlichen Themen der angewandten Forschung verschrieben haben. Denn Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

24.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2,1 Milliarden Euro. Davon fallen rund 1,9 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, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

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. 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 wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik

Der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik – 1996 gegründet – ist der größte europäische Forschungs- und Entwicklungsdienstleister für Smart Systems. Hier werden langjährige Erfahrung und die Expertise von mehr als 3.000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus derzeit 18 Mitgliedsinstituten gebündelt. Das jährliche Budget beträgt etwa 381 Millionen Euro.

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

Leistungszentren

Ziel des Leistungszentrums »Funktionsintegration für die Mikro-/Nanoelektronik« ist es, v.a. mittelständische Firmen in Sachsen in der Sensorik und Aktorik, der Messtechnik sowie im Maschinen- und Anlagenbau durch eine schnelle Überführung von Forschungsergebnissen in innovative Produkte zu stärken. Ihm gehören die Fraunhofer-Institute ENAS, IIS, IPMS und IZM sowie die TU Dresden und Chemnitz und die HTW an.

Das Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« ist eine Kooperation der vier Berliner Fraunhofer-Institute FOKUS, HHI, IPK und IZM. Im Zentrum der Arbeit stehen Technologien und Lösungen, die der zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung aller Lebensbereiche Rechnung tragen.

FRAUNHOFER IZM – VOM WAFER ZUM SYSTEM

Das Fraunhofer IZM steht für anwendungsorientierte, industriennahe Forschung. Mit den vier Technologie-Clustern

- Integration auf Wafer Ebene
- Integration auf Substratebene
- Materialien und Zuverlässigkeit
- Systemdesign

wird die gesamte Bandbreite abgedeckt, die für die Realisierung zuverlässiger Elektronik und deren Integration in die Anwendung benötigt wird. Die am Fraunhofer IZM entwickelten Technologien und Produktlösungen lassen sich ohne weiteres industriell umsetzen. Dafür sorgen die allen Kunden gleichermaßen zur Verfügung stehende fertigungsnahe Ausstattung und das Angebot, die Technologien bei Bedarf auch persönlich vor Ort einzufahren.

Die Branchenherkunft unserer Kunden ist so vielfältig wie die Anwendungsmöglichkeiten von Elektronik. Zu unseren Kunden gehören natürlich die großen Halbleiter-Elektronikunternehmen ebenso wie die Zulieferer entsprechender Materialien, Maschinen und Anlagen. Das Fraunhofer IZM entwickelt aber in gleichem Maße auch für die Anwender von Elektronik und Mikrosystemen, etwa in der Automobilindustrie, der Medizin- und Sicherheitstechnik, oder selbst in der Beleuchtungs- und Textilindustrie. Diesen Kunden steht abteilungs- und damit technologieübergreifend ein Business Development Team als kompetenter Ansprechpartner zur Verfügung.

Das Fraunhofer IZM beobachtet intensiv die Entwicklungen in den verschiedenen Anwendungsfeldern, um so den Vorlauf für zukünftige Projekte mit der Industrie zu bereiten. Dabei kommt dem Fraunhofer IZM die enge Kooperation mit der Technischen Universität Berlin und wissenschaftlichen Einrichtungen weltweit zugute. Mit der TU Berlin besteht seit der Gründung eine fruchtbare Kooperation im Bereich der Vorlauftforschung.

Mit mehr als 360 Mitarbeitern wurde 2016 ein Umsatz von 29,5 Millionen Euro erwirtschaftet, davon 85,5 Prozent mit Vertragsforschung. Neben dem Hauptsitz nahe der Berliner Mitte ist das Fraunhofer IZM mit dem Institutsteil Fraunhofer IZM-ASSID in der Region Dresden vertreten.



DAS FRAUNHOFER IZM ALS PARTNER

Unsere Kunden profitieren von den Vorteilen der Vertragsforschung: Wir erarbeiten für sie exklusiv und zielorientiert neue Packaging-Technologien und produktorientierte Lösungen für die Integration von Elektronik und Mikrosystemtechnik in ihre Produkte. Mit dem direkten Zugriff auf ein hochqualifiziertes, interdisziplinäres Forschungsteam sowie modernste Laborausstattung erhalten unsere Kunden Ergebnissicherheit und sparen Zeit und damit Kosten.

Auftragsforschung für den Technologietransfer

Einzelaufträge stellen den klassischen Fall einer Kooperation dar. Unser Kunde will etwa eine Produktinnovation auf den Markt bringen, ein Verfahren verbessern oder einen Prozess prüfen und zertifizieren lassen. Ein Gespräch mit Fraunhofer zeigt, welche Lösungswege es gibt, welche Kooperation sich anbietet und mit welchem Aufwand zu rechnen ist. Häufig beginnt eine erfolgreiche Zusammenarbeit mit einer ersten, in der Regel kostenlosen Beratungsphase. Erst wenn der Umfang der Kooperation definiert ist und die entsprechenden Vereinbarungen getroffen wurden, stellt Fraunhofer seine Forschungs- und Entwicklungsarbeit in Rechnung. Der Auftraggeber erhält das Eigentum an den materiellen Projektergebnissen, die in seinem Auftrag entwickelt wurden. Darüber hinaus bekommt er die notwendigen Nutzungsrechte an den von Fraunhofer dabei geschaffenen Erfindungen, Schutzrechten und entstehendem Know-how.

Projektförderung

Manche Problemstellungen bedürfen vorwettbewerblicher Forschung. Hier bietet es sich an, die Lösung gemeinsam mit mehreren Partnern unter Zuhilfenahme von öffentlichen Fördergeldern zu erarbeiten. Auch externe Partner und weitere Unternehmen können hinzugezogen werden.

Ganz gleich, ob unsere Kunden bereits im Bereich des Electronic Packaging zu Hause sind oder neu in die Technologie investieren wollen – das Fraunhofer IZM unterstützt seine Kunden bei deren Fragestellungen und begleitet sie auf dem Weg von der Idee zum Produkt. In all diesen Fällen ist die Abteilung Marketing und Geschäftsfeldentwicklung (MGE) der richtige Ansprechpartner für Ihr Unternehmen. Wir leiten Sie an die entsprechende Fachabteilung weiter, nennen Ihnen Ansprechpartner oder organisieren Fachgespräche und Workshops mit unseren Experten. Dabei können Sie insbesondere von unserem umfangreichen Dienstleistungsangebot in der Aufbau- und Verbindungstechnik und der Vielzahl der am Fraunhofer IZM ständig weiterentwickelten Technologien profitieren.

Textilintegriertes Multi-Sensor-System zur Überwachung der Rückenhaltung





ZUSAMMENARBEIT MIT UNIVERSITÄTEN

Zur effektiven Umsetzung seiner Forschungsziele hat das Fraunhofer IZM strategische Netzwerke mit Universitäten im In- und Ausland geknüpft. Die folgenden Seiten geben einen Überblick der wichtigsten Kooperationen. Die enge Zusammenarbeit mit Hochschulen ist eine wichtige Säule des Fraunhofer-Erfolgsmodells. Während die Universitäten ihre Innovationsfähigkeit und Kompetenz in der Grundlagenforschung in die Kooperation einbringen, steuert Fraunhofer neben der anwendungsorientierten Forschungsarbeit eine ausgezeichnete technische Ausstattung, hohe Personalkonstanz und große Erfahrung in der Bearbeitung internationaler Projekte bei.

Kooperation mit der Technischen Universität Berlin

Seit seiner Gründung im Jahr 1993 profitiert das Fraunhofer IZM von der erfolgreichen Zusammenarbeit mit dem Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik der Technischen Universität Berlin. Hier entstand in den 90er Jahren eine der weltweit ersten wissenschaftlichen Einrichtungen auf dem Gebiet der Aufbau- und Verbindungstechnik. Mit Professor Klaus-Dieter Lang gibt es seit 2011 in guter Tradition eine gemeinsame Leitung vom Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik und dem Fraunhofer IZM. Seit dem 1. Januar 2017 besitzt IZM-Abteilungsleiter Martin Schneider-Ramelow darüber hinaus eine Professur für "Werkstoffe der Hetero-Systemintegration" an der TU Berlin. Beide Institutionen verfolgen mit der Smart System Integration das gleiche Ziel: Komponenten, die in unterschiedlichsten Technologien gefertigt sein können, auf oder in einem Trägersubstrat zu integrieren.

Hierbei übernimmt der Forschungsschwerpunkt in Kooperation mit dem Fraunhofer IZM vermehrt den Part der Grundlagenforschung zur Aufbau- und Verbindungstechnik von Sensoren, Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik. Schwerpunkte der wissenschaftlichen Arbeit sind:

- Packaging für miniaturisierte Systeme
- Stoffstromanalysen für Elektronik
- Entwurfssysteme

In der Lehre unterstützt das Fraunhofer IZM die Technische Universität Berlin durch das Angebot von zusätzlichen Lehrveranstaltungen und der Möglichkeit für Studenten, an anwendungsorientierten Forschungsprojekten mitzuarbeiten.

Fraunhofer IZM-ASSID kooperiert mit der TU Dresden

Im Rahmen der gemeinsamen Juniorprofessur »Nanomaterials for Electronics Packaging« des Fraunhofer IZM-ASSID und der TU Dresden arbeitet Junior-Professorin Iuliana Panchenko mit ihrem Team an neuen Materialien und Technologien für Fine-Pitch Interconnects in 3D/2,5D Si-Aufbauten. Die Professur ist angesiedelt am Institut für Aufbau- und Verbindungstechnik der Elektronik, IAVT. Die drei wichtigsten Forschungsrichtungen sind a) Low-Temperature Interconnects mit Cu/In Microbumps, b) Nanoporöse Interconnects auf SLID-Basis mit Cu/SnAg Microbumps sowie c) Cu-Passivierung mit selbstorganisierten Monolagen (engl. SAM) für Cu/Cu Bonden. Cu/In Microbumps (In: ca. 2-5µm) bieten eine neue Option für das Bonden unter 200°C (Schmelzpunkt In: 156°C). Dazu wurde am IAVT eine Anlage für das In-Plating erfolgreich installiert, die eine gleichmäßige Abscheidung auf kleinen Substraten ermöglicht. In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IZM-ASSID ist die Prozessintegration für die In-Abscheidung auf 300mm-Wafer geplant. Das IAVT fokussiert neben der Plating- und Bondtechnologie für kleine Substrate auch auf die Grenzflächencharakterisierung und Materialanalytik für Cu/In.

Obsoleszenz als Herausforderung für Nachhaltigkeit

Die Nachwuchsforschungsgruppe Obsoleszenz ist ein Verbundprojekt zwischen dem Zentrum Technik und Gesellschaft und dem Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik (beide TU Berlin) sowie dem Fraunhofer IZM. Sie wird vom BMBF im Rahmen des Themenschwerpunktes sozio-ökologische Forschung gefördert und soll zunächst die Treiber von Obsoleszenz im Bereich Elektronikproduktion identifizieren und dann Szenarien und Maßnahmen entwickeln, die lange Nutzungsdauern von Elektronikprodukten technisch, wirtschaftlich, politisch und gesellschaftlich ermöglichen.

Die Nachwuchsforschungsgruppe Obsoleszenz, ein Verbundprojekt zwischen der TU Berlin und dem Fraunhofer IZM

Eine Auswahl weiterer universitärer Forschungspartner des Fraunhofer IZM

AGH University of Science and Technology, Krakau, Polen
Imperial College London, Großbritannien
KU Leuven, Belgien
San Diego State University, Vereinigte Staaten
Technische Universität Delft, Niederlande
Technische Universität Eindhoven, Niederlande
Universität Bologna, Italien
Universität Cádiz, Spanien
Universität Tokio, Japan
Universität Twente, Niederlande
Universität Uppsala, Schweden
Universität Wien, Österreich
University College London, Großbritannien
University of New South Wales, Sydney, Australien
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Brandenburgische Technische Universität Cottbus
Christian-Albrechts-Universität, Kiel
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Humboldt Universität zu Berlin
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Technische Universität Chemnitz
Technische Universität Darmstadt
Universität der Künste Berlin
Universität Heidelberg
Universität Paderborn
Universität Potsdam
Universität Rostock

INTERNATIONALE FORSCHUNGSKOOPERATIONEN

Eine More-than-Moore-Pilotlinie (MtM) für Europa

Das Europäische Forschungsprojekt ADMONT – »Advanced Distributed Pilot Line for More-than-Moore Technologies« (EC-SEL JU) ist eine neuartige Plattform für Innovationen in allen Sektoren. ADMONT ermöglicht Systemintegration in einem modularen System, um einzelne Technologien auf Waferebene verbinden und so eine vitale Grundlage für neue Produkte bieten zu können. Im Rahmen von ADMONT soll die aktuelle Herstellungsdauer von Basiskomponenten um 75 Prozent gesenkt werden, während für die Systemkosten eine Reduzierung um 70 Prozent angestrebt wird. Im Rahmen des EU-Projekts mit 14 europäischen Partnern werden vom Fraunhofer IZM-ASSID u. a. Ansätze zur TSV-last-Integration für MEMS (CMUT) und OLED Chips entwickelt. Erste Vorversuche zur schonenden Separation (Stealth Dicing) und Die-to-Wafer-Montage von OLED-Chips wurden erfolgreich abgeschlossen. Das Projekt läuft seit Mai 2015 über einen Zeitraum von vier Jahren.

www.admont-project.eu

Human Brain Project – ein Flagship-Großprojekt der EU

Im »Human Brain Project« (HBP) arbeiten rund 250 Forscherinnen und Forscher aus 23 Ländern gemeinsam an der Vision, das menschliche Gehirn zu entschlüsseln und zu simulieren. Ein Ziel des Projektes ist die Entwicklung so genannter »Neuromorphic Computing«-Plattformen, mit denen die Grenzen der konventionellen Technologien überwunden werden sollen. Das Fraunhofer IZM erarbeitet hier Technologien, die hochdichte Verdrahtungssysteme auf und zwischen Siliziumwafern für hochkomplexe neuromorphe Rechner ermöglichen. Die langjährige Erfahrung des Instituts im Bereich 3D-Packaging-Technologien ist dafür eine wesentliche Voraussetzung.

www.humanbrainproject.eu

CarrlCool – Interposer-basierte 3D-Systemlösungen

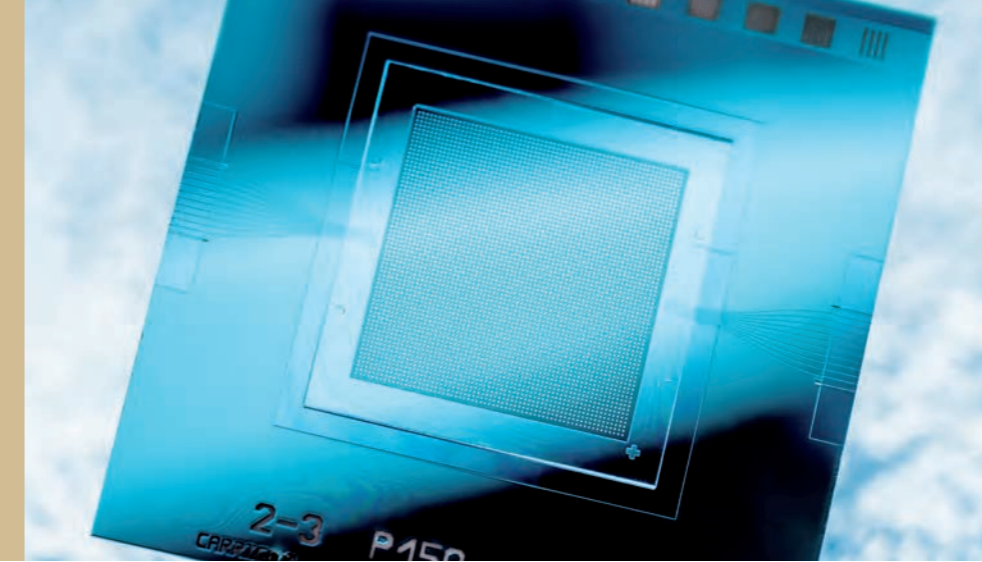
Im Rahmen des EU-Forschungsprojektes CarrlCool werden Prozesse und Technologien für die »smarte« Implementierung und stabile Herstellung von hochentwickelten More-than-Moore-Komponenten in modulare und skalierbare Interposer erarbeitet, die auch die Weiterentwicklung von System-on-Chip und System-in-Package vorantreiben. Der modulare Ansatz vereint diverse Technologien der Mikroelektronik – von der Interposer-Technologie über die Bereiche der Silizium-Photonik, CMOS-Techniken bis hin zu Energieversorgung und Leistungsinduktoren sowie Wärmeverlust-Management dank integrierter wasserbasierter Kühlungskonzepte. Das Projekt mit neun europäischen Partnern wird von der EU mit rund vier Millionen Euro gefördert und läuft noch bis Juni 2017.

www.carrlCool.eu

Green Economy: Hocheffiziente Leistungselektronik

Galliumnitrid (GaN)-Bauelemente sind geeignet, Energieverluste deutlich zu reduzieren, wie sie etwa beim Laden der Batterie von Elektroautos oder beim Einspeisen von Solarstrom ins Netz entstehen. Im ENIAC-Verbundprojekt »E2COGaN – Energieeffiziente Umrichter auf Basis von GaN-Halbleitern« untersuchen Industriepartner sowie mehrere Forschungsinstitute Materialien und Schaltungen, die als Grundlage für eine energieeffiziente und kostengünstige GaN-Leistungselektronik dienen sollen. Das Fraunhofer IZM entwickelt in diesem Projekt eine neuartige planare Einbett-Technologie in Siliziumwafer für eine äußerst kompakte Modulintegration. Der planare Aufbau der Module erlaubt eine exzellente Entwärmung durch die effektive Spreizung der Verlustleistung und kann auch für eine doppelseitige Kühlung verwendet werden. Am Projekt E2COGaN sind 22 Partner aus zehn europäischen Ländern beteiligt.

www.e2cogan.eu



European Packaging, Assembly and Test Pilot for Manufacturing of Advanced System-in-Package

Ziel des EU-Verbundprojekts EuroPAT-MASIP ist es, eine wettbewerbsfähige und zukunftsorientierte europäische Fertigungsumgebung für das Advanced Semiconductor- und Smart-System-Packaging sowie deren Test aufzubauen, um so die Position Europas bei der Herstellung von innovativen Halbleiterprodukten zu stärken. Das Projekt wurde von der europäischen Interessensvereinigung »SEMI Integrated Packaging, Assembly and Testing« (SiPAT) initiiert. Das Fraunhofer IZM fokussiert im Projekt auf hochintegriertes Fan-Out Wafer Level Packaging (FO-WLP). Es werden das RDL-first FO-WLP, konzipiert als ein ultradünnes Package und geeignet für hohen Verdrahtungsdichten und Anschlusszahlen, und das Chip-first FO-WLP mit Fokus auf die Integration von MEMS-Komponenten und Multisensorintegration betrachtet. Im Projekt sind 12 Industriepartner, 13 KMUs und drei Forschungseinrichtungen aus neun Ländern vertreten. Das Projekt läuft ab 2017 für drei Jahre.

<https://goo.gl/DUxGrz>

Langjährige Kooperation mit der Universität Utah

Seit 2005 kooperieren das Fraunhofer IZM und die Universität Utah in Projekten zur Miniaturisierung von Neuroprothesen und zu innovativen Ansätzen der Neurostimulation. Aufbauend auf zwei Projekten zum Thema »neurale Prothese« konnte die Zusammenarbeit mit weiteren Projekten zu langzeitbeständigen Neuronalimplantaten, zur optischen Stimulation (»Optogenetics«) und zur Mikrointegration von komplexen Signalprozessoren ausgebaut werden. Diese transatlantische Forschungskooperation erlaubt es dem Fraunhofer IZM auch, das Technologieportfolio US-amerikanischer Firmen im Umfeld der Neuroprothetik für kommerzielle Produkte zu stärken und die Patentverwertung zu verbessern.

CloseWEEE – Kreisläufe schließen

Im europäischen Verbundprojekt CloseWEEE kooperiert das Fraunhofer IZM für eine Projektlaufzeit von 4 Jahren mit Unternehmen der Recyclingbranche, der Kunststoffindustrie und der Elektronikindustrie. Kreisläufe für kritische Rohstoffe aus Gerätebatterien sollen besser geschlossen werden und der Wiedereinsatz von PC und ABS aus Altgeräten in Neuprodukten als durchgängige Technologie- und Prozesskette entwickelt werden. Zu den internationalen Partnern in diesem Projekt gehören u.a. Gaiker und Tecnalia aus Spanien sowie Philips. Das Fraunhofer IZM unterstützt in CloseWEEE die Entwicklung einer Informationsplattform für Recycler, leitet Empfehlungen für das Produktdesign ab und koordiniert das Gesamtprojekt.

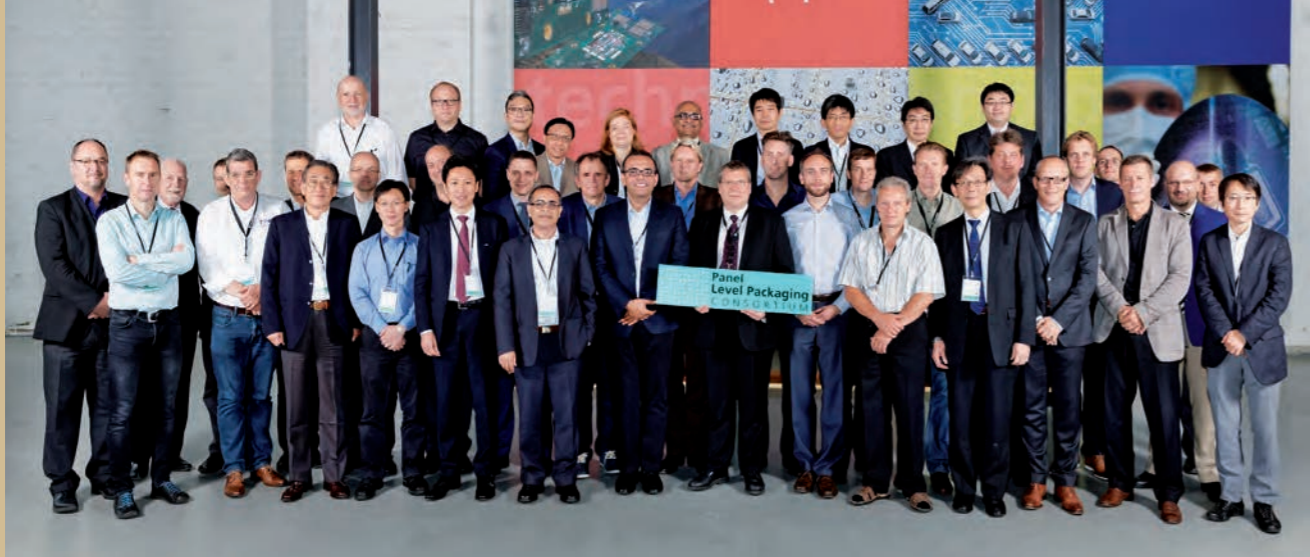
Kooperation mit der Universität Tokio

Die seit langem bestehende Kooperation mit Prof. Tadatomo Suga, der das Labor für Mikrosystemintegration und Packaging an der Universität Tokio leitet, wird weiter erfolgreich genutzt, um gemeinsam Grundlagenfragen zu identifizieren und Industrieaufträgen mit dem kombinierten Know-How beantworten zu können.

Fraunhofer IZM-ASSID ist Mitglied von DRESDEN-concept

Das Fraunhofer IZM-ASSID ist seit neuestem Mitglied des Verbunds DRESDEN-concept. Unter den insgesamt 24 Partnern aus Wissenschaft und Kultur sind damit sieben Dresdner Fraunhofer-Institute. Die Zusammenarbeit im DRESDEN-concept soll den Partnern ermöglichen, Synergien in den Bereichen Forschung, Ausbildung, Infrastruktur, Verwaltung und Transfer zu erschließen und zu nutzen.

Selbstjustage auf Silizium-Interposer mittels mechanischer Stops im Projekt CarrlCool



INDUSTRIEKONSORTIUM FÜR FERTIGUNGSTECHNOLOGIE DER ZUKUNFT

Vom Fan-out Wafer- zum Panel Level Packaging

Das Fan-out Wafer Level Packaging (FOWLP) ist einer der neuesten Packaging-Trends in der Mikroelektronik: FOWLP besitzt dabei ein hohes Miniaturisierungspotenzial sowohl im Packagevolumen als auch in der Packagedicke.

Technologische Basis von FOWLP ist ein rekonfigurierter, gemoldeter Wafer mit eingebetteten Chips und einer Dünnschicht-Umverdrahtungslage, die zusammen ein SMD-kompatibles Package ergeben.

Die Hauptvorteile des FOWLP:

- Sehr dünnes, weil substratloses Package
- Geringer thermischer Widerstand
- Gute HF-Eigenschaften aufgrund kurzer und planarer elektrischer Verbindungen zusammen mit einer bumplosen Chipverbindung anstelle von z.B. Drahtbonds oder Lötkontakten
- Deutlich geringere Induktivitäten als bei FC-BGA-Packages
- Möglichkeit zur Integration funktionaler Komponenten wie Kapazitäten, Widerstände, Spulen und Antennenstrukturen in die Umverdrahtungslage
- Aufbau von Multichippackages und Systems-in-Package

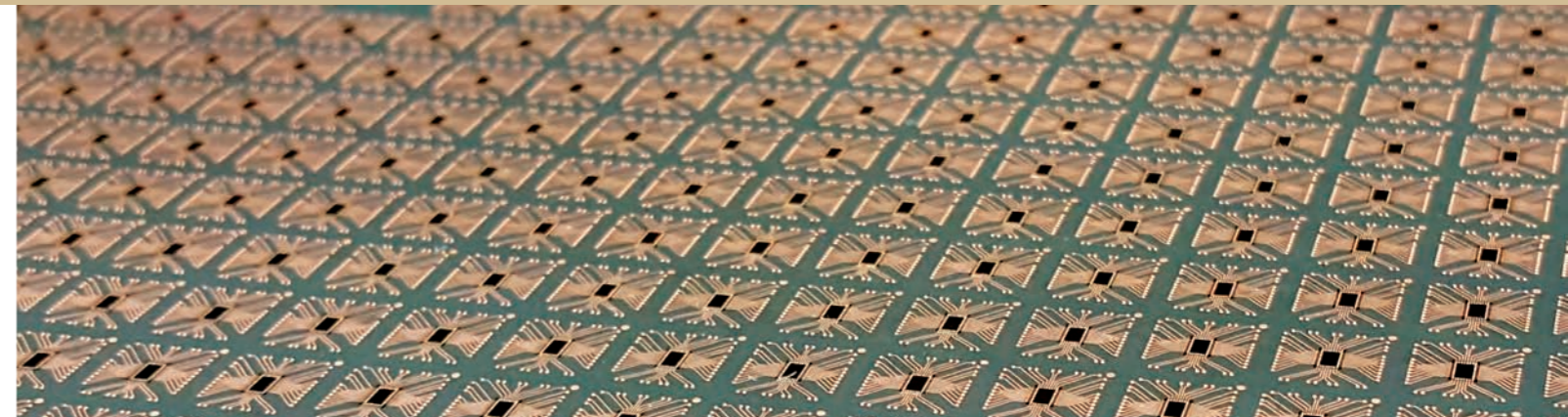
Für eine höhere Produktivität und daraus resultierende geringere Package-Kosten geht der aktuelle Trend vom Wafer hin zu Panelformaten, was zu einem Fan-out Panel Level Packaging (FOPLP) führt. Hier bewegen sich Panelgrößen im

Bereich 610x457 mm² (Standard in der Leiterplattenfertigung) oder sogar größer.

Über die intensiven Arbeiten in öffentlich geförderten Projekten sowie in direkter Industriekooperation hinaus hat das Fraunhofer IZM hierfür ein internationales Industrie-Konsortium initiiert, um das Fan-out Panel Level Packaging zusammen mit Partnern entlang der Wertschöpfungskette gemeinsam mit Endanwendern und OSATs (Outsourced Semiconductor Assembly and Test) zu einer höheren Entwicklungsreife zu treiben. Mittlerweile sechzehn namhafte Unternehmen aus den USA, Japan, Taiwan und Europa haben sich bereits angeschlossen, als Full Member, ausgestattet mit weitgehenden Mitbestimmungsmöglichkeiten, und als Supply-Chain Member, die sich aktiv um die Produktionsmaschinen und Materialanwendungen kümmern.

Zusammen mit dem Fraunhofer IZM als Entwicklungsstandort in Berlin wird so gemeinsam der Übergang zu neuen weltweiten Fertigungsstandards vorangetrieben.

Die Gründungsmitglieder des Panel Level Packaging Consortiums bei ihrem ersten Treffen in Berlin am 28. Juni 2016



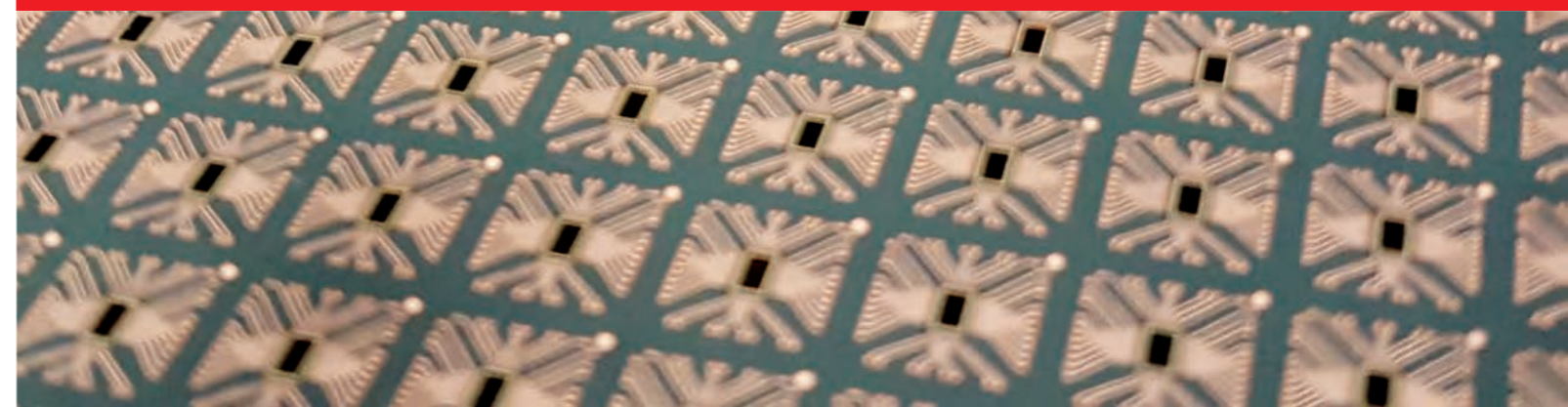
Die Mitglieder des Konsortiums

Full Member:

- ASM Pacific Technology Ltd.
- Austria Technologie & Systemtechnik AG
- Brewer Science, Inc.
- Evatec AG
- Hitachi Chemical Company, Ltd.
- Intel Corporation
- Merck KGaA
- Nanium, S.A.
- Semsysco GmbH
- Unimicron Technology Corp.

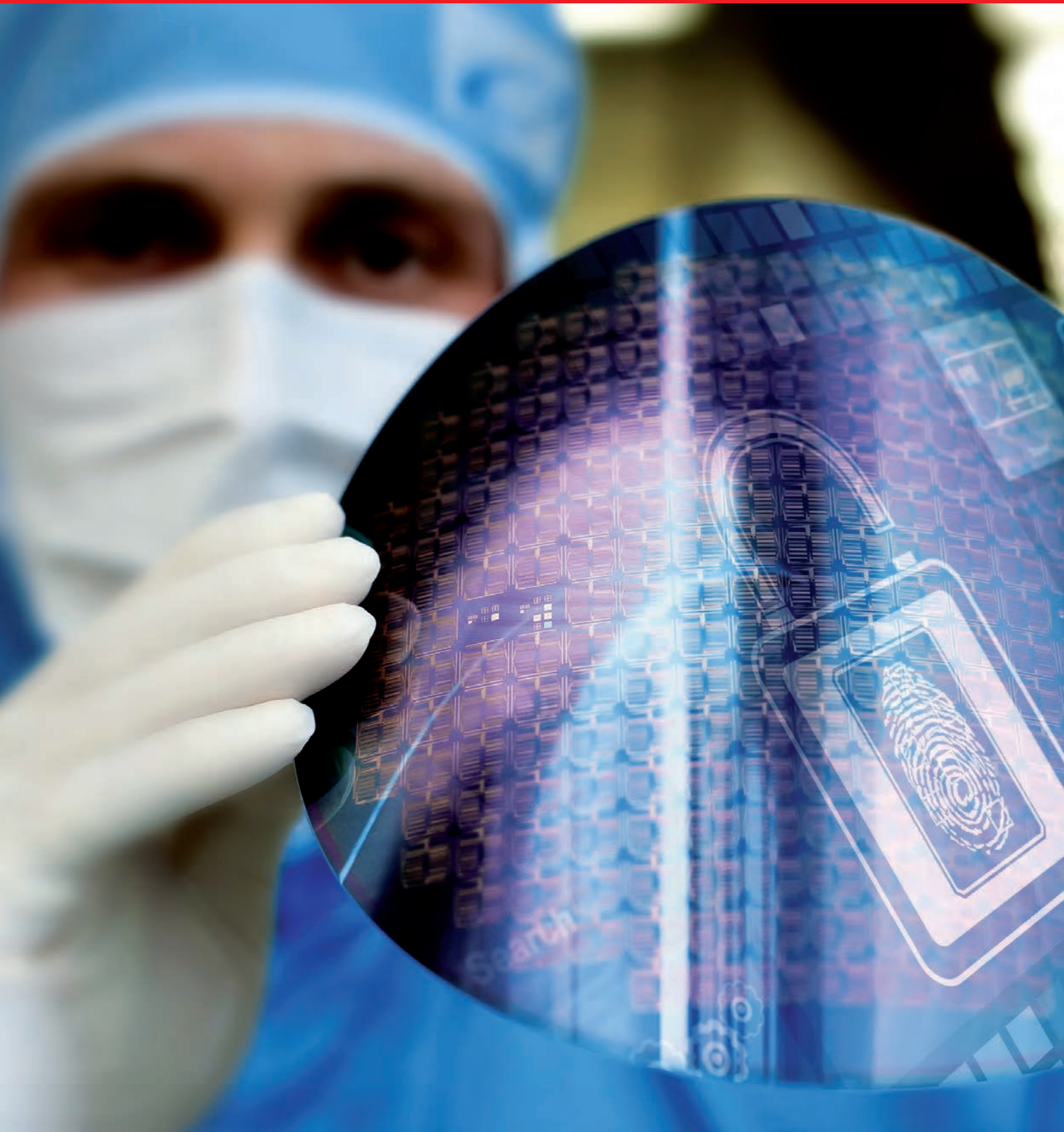
Supply Chain Member:

- Ajinomoto Group
- Atotech Deutschland GmbH
- FUJIFILM Electronic Materials U.S.A.
- Mitsui Chemicals Tohcello
- ShinEtsu Chemical
- Süss MicroTec AG



GESCHÄFTSFELDER & ZUSAMMENARBEIT

// UNSICHTBAR ABER UNVERZICHTBAR – UNSERE TECHNOLOGIEN IN DER ANWENDUNG



Marketing & Geschäftsfeldentwicklung

Für komplexe, kompetenzvereinende Projektinitiativen steht Geschäftspartnern die Abteilung »Marketing & Geschäftsfeldentwicklung« zur Verfügung, die den branchenspezifischen Bedarf in alle Fachabteilungen des Instituts hinein trägt und den innovativen Lösungsweg koordiniert. Sprechen Sie uns an, wenn Sie neue Themenfelder mit anspruchsvollen Zukunftstechnologien strategisch weiterentwickeln möchten.



Leitung:
Dirk Friebel
dirk.friebel@izm.fraunhofer.de

Das Business Development Team am Fraunhofer IZM



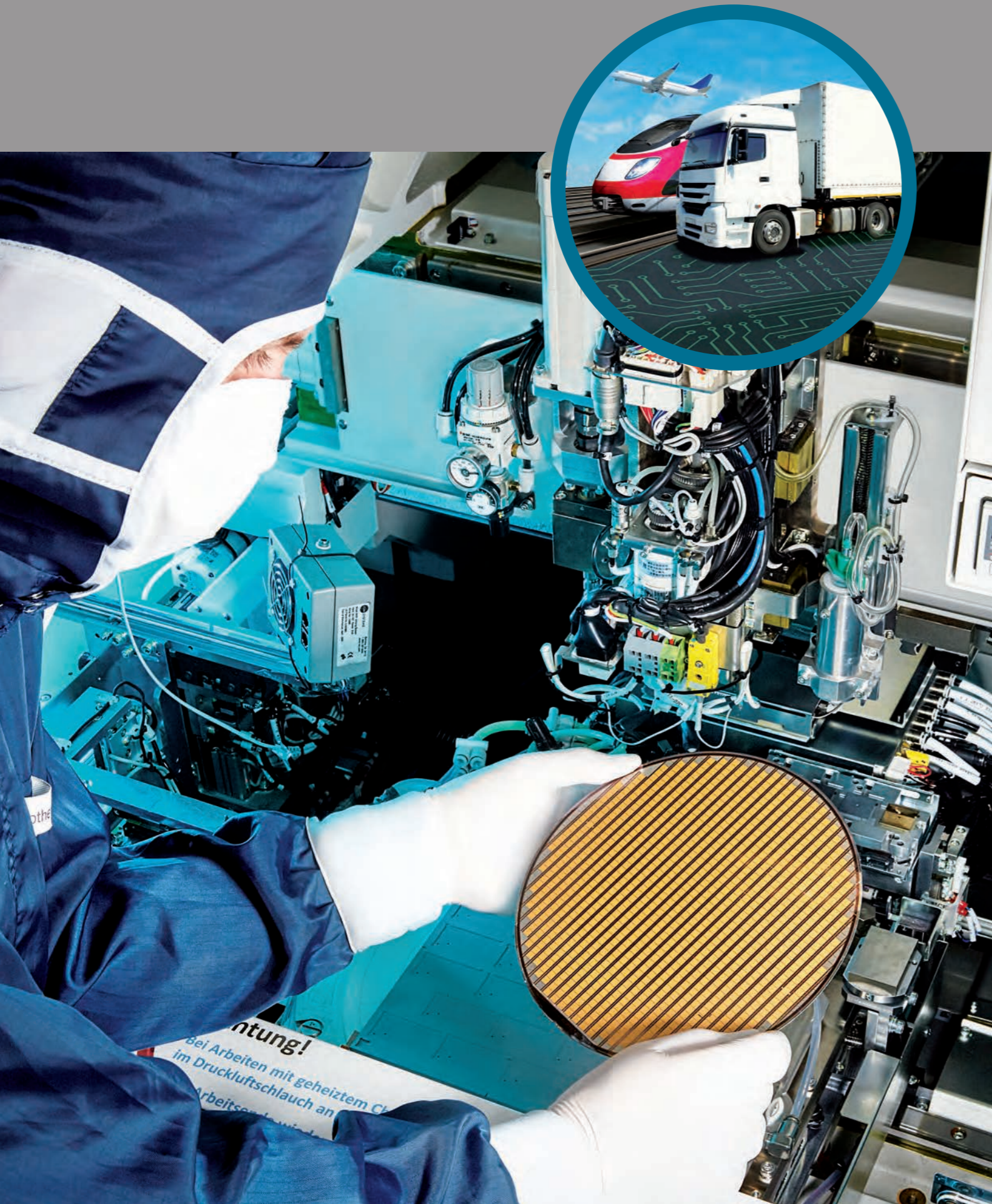
Dr. rer. nat. Michael Töpper
michael.toepper@izm.fraunhofer.de



Erik Jung
erik.jung@izm.fraunhofer.de



Dr.-Ing. Andreas Middendorf
andreas.middendorf@izm.fraunhofer.de



AUTOMOBIL- UND VERKEHRSTECHNIK

Mobilität zu bestmöglichen Bedingungen

Moderner Verkehr muss sicher, umweltfreundlich und kostenoptimiert gestaltet werden. Für innovative Verkehrsträger und Prozesse sorgen leistungsfähige, zuverlässige und bei Bedarf hochminiaturisierte elektronische Systeme auf Straße, Schiene, zu Wasser und in der Luft.

Seit Gründung des Fraunhofer IZM vor über 20 Jahren gehören diese Applikationsfelder zu den Kernkompetenzen jeder Abteilung. Das Institut unterstützt seitdem OEM, Tier 1 und deren Zulieferer bei der rasanten Elektronifizierung des Automobils auf allen Ebenen. Sowohl für konventionelle, hybride oder elektrische Antriebstechnologien als auch für Systeme zur Gewährleistung von Sicherheit und Komfort werden zukunftssträchtige und zuverlässige Lösungen entwickelt und bedarfsweise prototypisch realisiert. Dies gilt – mit den entsprechenden Randbedingungen, insbesondere den viel niedrigeren Stückzahlen – auch für die Eisenbahntechnik.

Luftfahrtanwendungen müssen extrem zuverlässig und vorhersagbar funktionieren und dies unter besonderer Berücksichtigung des zur Verfügung stehenden Bauraums und des Gewichts. Bei Applikationen für Schiffe sind geeignete Maßnahmen gegen eindringende Feuchte, oft auch in Kombination mit dem Auftreten von Salz, zu treffen.

Die Expertinnen und Experten des Fraunhofer IZM verstehen sich in all diesen Feldern als kompetente Ansprechpartner für alle Stufen der Produktentwicklung von der ersten Idee über den Anlauf der Serie bis zur Absicherung der Verfügbarkeit in der Nutzungsphase.

Pixelierte LED-Lichtquelle für Frontscheinwerfer

Eine Aktiv-Matrix LED-Lichtquelle wurde in Zusammenarbeit zwischen Daimler AG, Hella KGaA Hueck & Co., Osram GmbH, Osram Opto Semiconductors GmbH, Infineon Technologies AG und den Fraunhofer Instituten IZM und IAF im Rahmen des BMBF-Projekt μ AFS (Förderkennzeichen 13N12512) entwickelt.

Für die Umsetzung entwickelte Osram Opto Semiconductors mit Infineon und dem Fraunhofer IZM einen neuartigen LED-Chip. Hierzu wurden am Institut LED-Arrays mit 1.024 Pixeln auf eine aktive Treiberschaltung montiert, die jeden Pixel individuell ansteuert. Diese LED-Chip Komponente ist etwa so groß wie ein Fingernagel. Die Kombination von drei solchen LED-Bauteilen ermöglicht eine Auflösung von 3.072 Pixel je Scheinwerfer. Dabei wurden zwei Technologievarianten parallel untersucht: das Thermokompressions-Bonden mit nanoporösem Goldschwamm und das Reflowlöten mit hoch zuverlässigem Gold-Zinn. Beide Montagetechniken wurden erfolgreich mit hoher Ausbeute angewandt und bewiesen ein robustes Interface für nachfolgende LED-Prozesse.

Der in einem Versuchsfahrzeug eingebaute Scheinwerfer wurde zum Abschluss des Projekts während einer Presseveranstaltung vorgeführt.

Leistungsangebot:

Neben der Leistungselektronik ist das Fraunhofer IZM in folgenden Technologiebereichen aktiv:

- Sensorik und Aktorik
- Aufbau- und Verbindungstechnik für raue Umgebungen
- Zuverlässigkeitsmanagement und -absicherung
- Robustes Design

3D Flip-Chip-Montage Chip-zu-Wafer mittels AuSn-Löten oder Thermokompression mit nanoporösem Gold für pixelierte LED-Lichtquellen



MEDIZINTECHNIK

Kleiner, feiner, leistungsstärker!

In den vergangenen Jahren wurde das Innovationspotenzial der Mikroelektronik erfolgreich in der Medizintechnik umgesetzt.

- Schmerztherapien basieren nicht mehr nur auf Medikamenten, sondern werden schonend und effektiv mit Neurostimulatoren durchgeführt
- Herzschrittmacher in der Größe einer Bohne lassen sich minimalinvasiv an den Stimulationsort setzen
- Therapien gegen Depression und Bluthochdruck nutzen feine Elektrostimulationen zur Linderung der Erkrankungen

Viele Innovationen, die das Leben der Patienten erleichtern, basieren auf fortschrittlichen Mikrointegrationstechnologien. Auch die Diagnostik profitiert erheblich davon. Der Heilungsprozess chronischer Wunden lässt sich online verfolgen, kleine Mikrokameras in der Endoskopie oder sogenannte „Pillen-Kameras“ zum Schlucken sind ebenso wie modernste 3D CT Scanner ohne Miniaturisierung der Sensorik und Elektronik nicht vorstellbar.

Das Fraunhofer IZM begleitet diese Entwicklung schon seit vielen Jahren und unterstützt die Hersteller von medizintechnischen Geräten mit seinem breiten Erfahrungsschatz in der Mikrointegration, entsprechenden Fertigungstechnologien und dem Know-how zur Umsetzung in hochzuverlässige Geräte, die den Anforderungen des Medizinproduktegesetzes entsprechen.

Im Geschäftsfeld »Medizintechnik« leistet das Institut Anwenden bei der optimalen Auswahl und Abstimmung der passenden Technologie Hilfestellung. Daneben gehören auch Zuverlässigkeitsbetrachtungen, Biokompatibilitätsbewertungen sowie die für eine Produktentwicklung notwendige Risikobetrachtung nach ISO 14971 zum Dienstleistungsspektrum des Instituts, das sich dabei auf die Kenntnisse der Prozesse, der Materialien und der applikationsabhängigen Fehlerbilder sowie der auf diesen Kompetenzen aufbauenden Simulationsmodelle stützt.

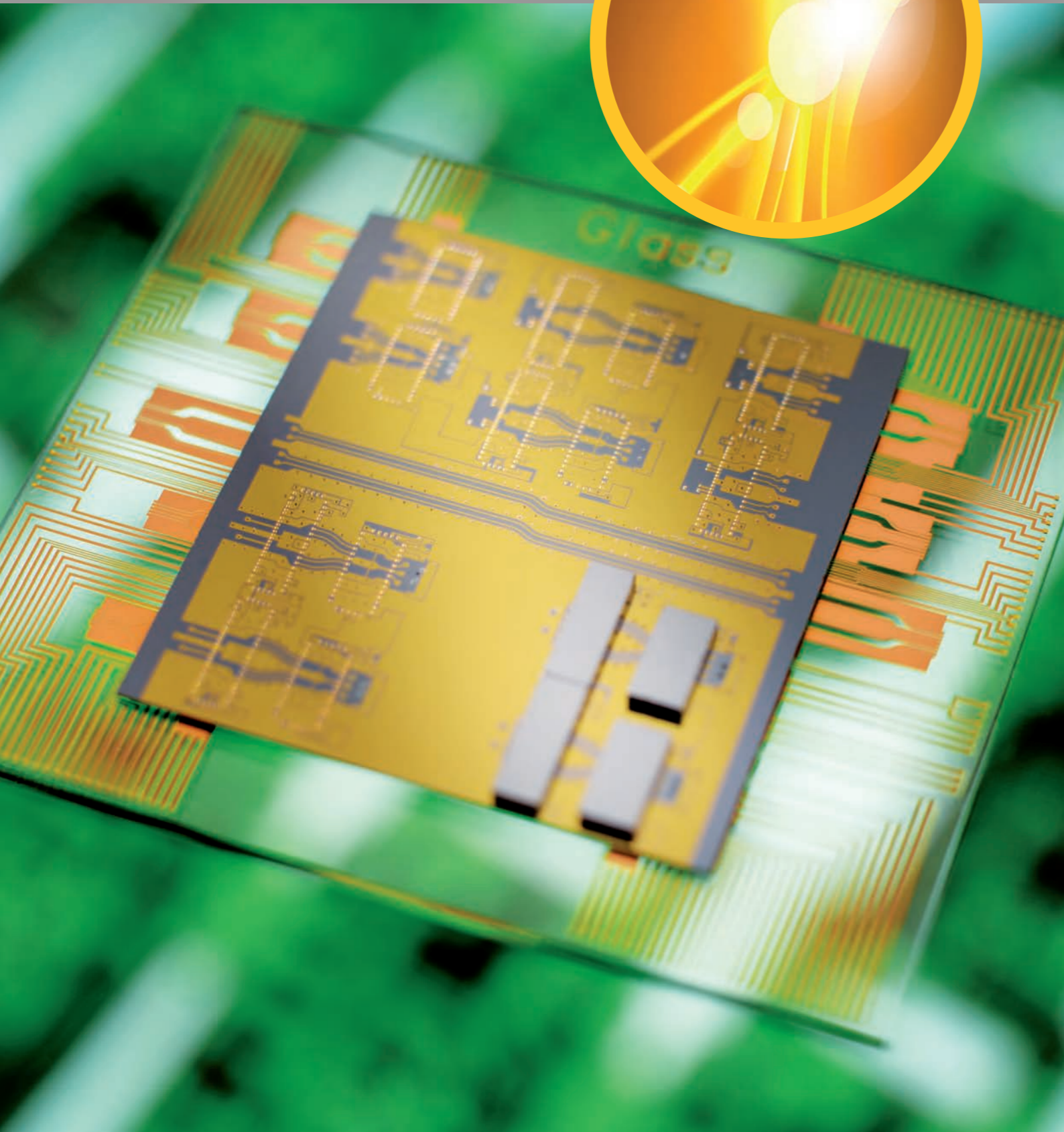
Projektbeispiele

Das Fraunhofer IZM arbeitet sowohl in öffentlichen Projekten wie auch in bi- und trilateralen Kooperationen mit medizintechnischen Partnern aus Europa und Übersee. So wird im europäischen ECSEL-Projekt InForMED die Realisierung der Chip-in-Tip-Technologie für Therapie- und Diagnosekatheter entwickelt und für den Einsatz in einer Pilotlinie vorbereitet. Die Point-of-Care-Diagnostik, die mikrofluidische Plattformen und optische Technologien einsetzt sowie nanoskalige Sensorik nutzt, bietet im HORIZON 2020 Projekt »PoC-ID« die Möglichkeit, am Patientenbett eine Routinediagnostik durchzuführen. Sensoren, die muskuläre Anstrengungen der Hand mittels textil integrierter Messaufnehmer erfassen und zur Unterstützung des Nutzers (»assistive Unterstützung«) elektronisch kontrollierte Mikropneumatiken ansteuern, werden im BMBF-Vorhaben PowerGrasp entwickelt. Ziel des Projekts ist die Unterstützung von Nutzern mit Einschränkungen in der Greifhandlung durch einen aktiven Handschuh – das IZM bringt hier seine Erfahrung in textilintegrierter Elektronik Miniaturisierung zur Ansteuerung des Systems ein. Im Projekt MOTEX wurde eine e-Textiles-basierte intelligente Kniebandage zur Unterstützung der Rehabilitation entwickelt, mit der der Kniewinkel in Echtzeit auch bei schnellen Bewegungen akkurat gemessen wird. Die Daten können direkt in einer Trainings-App visualisiert werden, die den Patienten durch Videos zur Durchführung von Reha-Übungen anleitet und motiviert.

Leistungsangebot:

- Aufbau- und Verbindungstechnik und Zuverlässigkeitsanalysen für miniaturisierte medizinische Geräte/Implantate
- Lab-on-Substrate für patientennahe Labordiagnostik
- Verbesserte Funktionalitäten für intelligente Prothesen
- Wearables für den medizinischen Einsatz
- Textil- und strukturintegrierte Elektronikfunktionalitäten zur Unterstützung des Digitalisierungsprozesses in jedem Handlungsfeld der medizinischen Diagnostik und Therapie

Kniebandage mit textilem Dehnungssensor



PHOTONIK

Photonische Systeme für erhöhte Funktionalität

Die Photonik spielt eine zentrale Rolle für moderne, effiziente Beleuchtung, ultraschnelle Datenkommunikation und -verarbeitung sowie für moderne Sensoren in den Bereichen Umwelt, Verkehr, Industrie und Medizin. Die Expertise des Fraunhofer IZM liegt im Bereich der Aufbau- und Verbindungstechniken für photonische und optoelektronische Systeme, der Miniaturisierung derartiger Systeme und der Zuverlässigkeit für verschiedene Anwendungsfelder.

Die Integration der Elektronik zur Ansteuerung und zur Signalaufbereitung und -verarbeitung führt zu einer sehr engen Integration unterschiedlicher Halbleiter-Technologien und erfordert neue Aufbau- und Verbindungstechniken zur Bedienung der elektrischen und thermischen Anforderungen als auch der Sicherung der optischen Funktionalität. Dies wird besonders deutlich bei Imaging- und Display-Anwendungen mit hohem Miniaturisierungsdruck und daraus resultierenden hohen Leistungsdichten wie es beispielsweise im Bereich adaptive Beleuchtung mit hoch auflösenden Frontscheinwerfern zum Tragen kommt.

Leistungsangebot:

- Entwicklung der Aufbau- und Verbindungstechnologien zur Systemintegration von mikroelektronischen und photonischen Komponenten, Demonstration und Prototyping
- Simulation, Design und Test (optisch, elektrisch, thermisch und mechanisch)
- Beratung, Qualifizierung, Zuverlässigkeits- und Fehleranalysen

Photonische Interconnects für Datenzentren

Die Herausforderungen in Bezug auf Kapazität, Geschwindigkeit und Kosten in Datenzentren wachsen. Für ihre Bewältigung brauchen wir die Integration photonischer Interconnects in unsere Kommunikation.

Motiviert durch Erfolge bei der Entwicklung neuer Technologien in photonischen Interconnects von unmittelbarer Reichweite und in der Datenzentren-Architekturarbeit des Fraunhofer IZM daran, diese aktuellen Ergebnisse in optischen Systemlösungen zu verbesserten holistischen photonischen Technologien zu vereinen.

Im Flaggschiff-Projekt PhoxTroT hat das Fraunhofer IZM – gemeinsam mit 20 Partnern aus Europa – erstmals photonische Lösungen für Data Centers sowie eine Signalübertragung entwickelt, die statt mehrere nur einen einzigen Lichtweg nutzt. Dadurch eignet sich diese Technologie besonders für die Übertragung extrem hoher Datenvolumen in den Data Centers.

Das Projekt L3Matrix schließt daran mit der Entwicklung einer auf Silicon Photonics basierenden Schaltmatrix und einem integrierten Laser mit mehr als 100 Modulatoren und ASICs an. Mit dieser Technologie werden die Limitierungen der Latenzzeit und der Bandbreite überwunden.

Die unabhängige Plattform für Photonik, PhoxLab, dient der nachhaltigen Sicherung der Erfolge, der Darstellung und dem Benchmarking von photonischen Komponenten und Lösungen.

Mit elektronischen und optischen Komponenten bestückter und auf Glas aufgebauter photonischer 3D-Interposer



INDUSTRIELELEKTRONIK

Industrielle Elektroniken – sicher und zuverlässig!

Am Fraunhofer IZM steht die Thematik Industrie 4.0 seit mehreren Jahren im Fokus der FuE-Aktivitäten im Geschäftsfeld Industrieelektronik. Schwerpunkte waren hier Cyber Physical Systems und autarke Funksensoren, insbesondere robuste Sensorsysteme, die in der jeweiligen Anwendung vor Ort die notwendigen Mess- und/oder Bildinformationen aufnehmen, wandeln und über Standard-Interface die Informationen nutzerspezifisch weitergeben. Industrie 4.0 bedeutet jedoch mehr als CPS-Vernetzung. »Die Zukunft umfasst intelligente Datenaufnahme, -speicherung und -verteilung durch Objekte und Menschen« (Fraunhofer IAO, Studie zu »Produktionsarbeit der Zukunft«).

Besonders wichtig ist in diesem Zusammenhang die flexible Bereitstellung der Messdaten sowohl für stationäre Steuer- und Regelprozesse und für ERP-Systeme als auch eine on-demand-Bereitstellung zu mobilen Endgeräten zum Beispiel für Kontroll-, Wartungs- und Instandhaltungszwecke. Damit tragen die IZM-Forscher dem Umstand Rechnung, dass trotz intelligenter neuer Technologien der Mensch auch in Zukunft die wichtigste Kontroll- und Entscheidungsinstanz bleiben wird.

Leistungsangebot:

- Design, Technologieentwicklung und -optimierung, Zuverlässigkeitsuntersuchungen und Technologietransfer hochintegrierter Module auf Leiterplattensubstraten, Starr-Flex und Flex sowie metallischen oder keramischen Substraten
- Aufbau- und Verbindungstechnik für Produkte der Industrieelektronik
- Integration elektronischer Komponenten (passive und aktive Bauteile) in Textilien und Verbundwerkstoffen oder durch Einbetttechnologien auch für ultradünne Systeme und Hochsicherheitsanwendungen (»unsichtbare« Elektronik)
- Antennen- und Schaltungsentwurf für die Industrieelektronik
- Design und Prototypenfertigung autarker, mehrkanaliger Funksensoren der Automatisierungstechnik

ASTROSE® – sicheres, unabhängiges Funksensornetzwerk

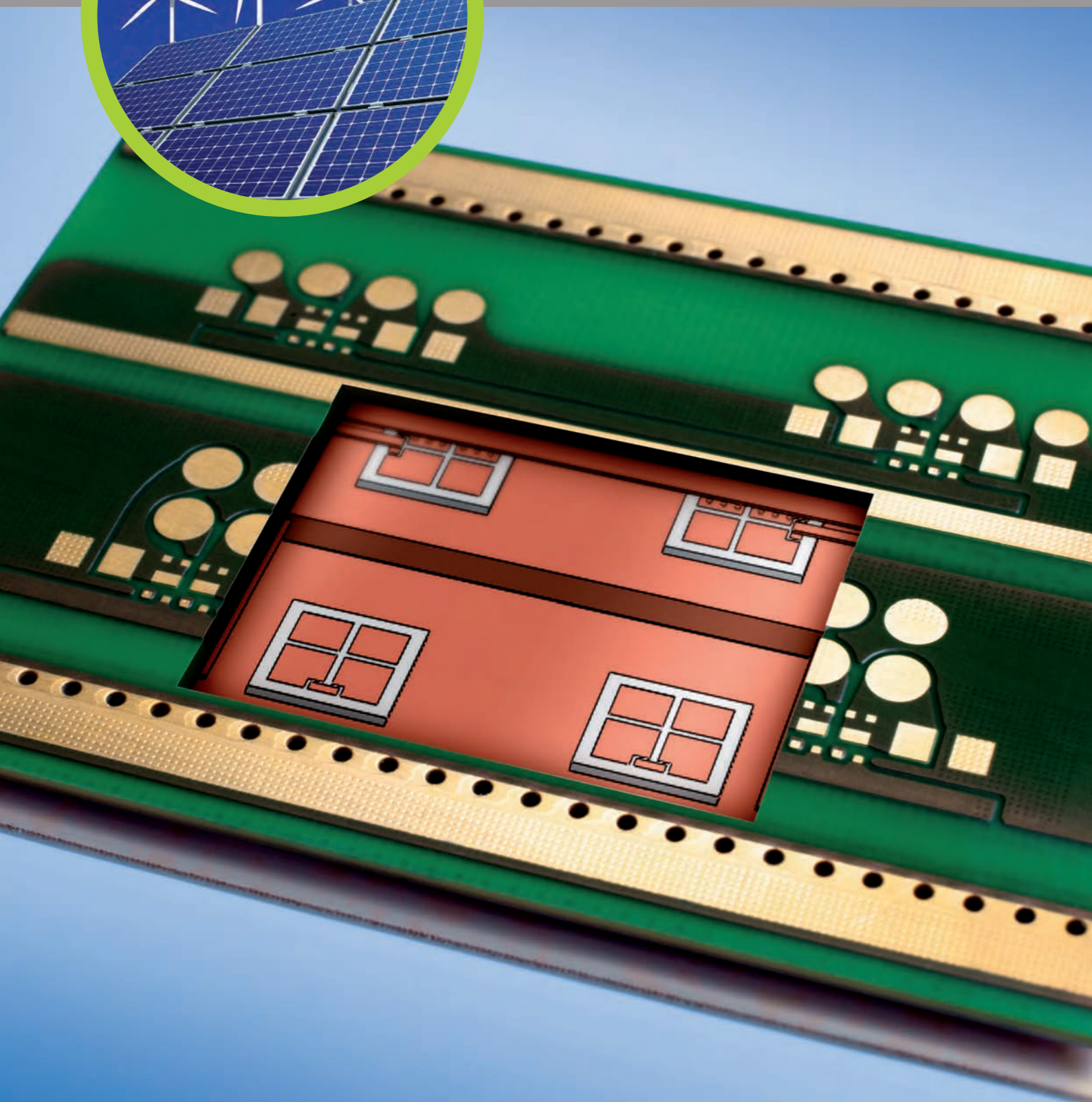
Das ASTROSE®-Funksensornetzwerk zum Monitoring von Hochspannungsfreileitungen hat in den letzten Jahren seine stabile Funktion unter den rauen Witterungsbedingungen unter Beweis gestellt, denen die Pilotanlage mit den 59 Funksensorknoten im Mittelgebirge Harz ausgesetzt ist. Gleichzeitig wird das Monitoringsystem kontinuierlich weiterentwickelt, um neue Anwendungsfunktionen bereitzustellen.

Ein wichtiger Meilenstein für die Übertragung von externen Nutzerdaten ist die Erweiterung der ASTROSE®-Funkkommunikation. Mit dieser Funkfunktionalität können Daten entlang der Hochspannungstrasse per Funk übermittelt werden, ohne dass eine Mobilfunkinfrastruktur benutzt werden muss. Per proprietärer und verschlüsselter ASTROSE®-Funkkommunikation werden Felddaten direkt in die geschlossene Infrastruktur der Trassenbetreiber eingespeist.

Als Schnittstelle zur Leittechnik fungiert der in den letzten beiden Jahren entwickelte ASTROSE®-Server, der über eine Data-Engine verfügt. Diese übernimmt die per Funk übermittelten Daten aus der Funkkette und speichert sie effizient in Datenbanken des Servers. Durch die Umsetzung einer Client-Server-Architektur können Nutzerclients die für sie relevanten Daten aus den Datenbanken abrufen und über die Infrastruktur des Netzbetreibers, zum Beispiel der Schaltleitung zur Steuerung des Stromtransportes, zur Verfügung stellen.

Aktuell wird daran gearbeitet, die ASTROSE®-Funkkommunikation für weitere externe Anwendungen, wie die Übertragung lokaler Wetterdaten, nutzbar zu machen. Parallel sind Forschungs- und Entwicklungsprojekte angedacht, die diese Technologie auch für andere, aus IT-Sicht kritische, geschlossene Infrastrukturen einzusetzen.

Energieautarkes Funksensorsystem zur Überwachung der Neigung von Hochspannungsleitungen



ENERGIE

Der Schlüssel zum Energie- und Ressourcensparen

Leistungselektronik ist die Schlüsseltechnologie zur intelligenten Energieversorgung und Steuerung verschiedenster elektrischer Verbraucher. Schaltnetzteile, elektrische Antriebe in Straßen- und Schienenfahrzeugen sowie große Industrieantriebe sollen möglichst effizient arbeiten, um die natürlichen Ressourcen zu schonen. Mithilfe der Leistungselektronik wird aus regenerativen Quellen gewonnene Energie so aufbereitet, dass sie ins bestehende Netz eingespeist werden kann.

Am Fraunhofer IZM werden Möglichkeiten erforscht, die die Leistungshalbleitermaterialien Silizium-Karbid (SiC) und Gallium-Nitrid (GaN) für verbesserte, zuverlässige, leistungselektronische Systeme eröffnen. Die Aufbau- und Verbindungstechnik muss für den erweiterten Temperaturbereich bis 250 °C ausgelegt werden. Aber auch der Einsatz von Siliziumhalbleitern beruht auf langjähriger Expertise. SiC- und GaN-Halbleiter nähern sich in ihren Eigenschaften schon sehr stark einem idealen Schalter an. Allerdings erzeugen hohe Schaltgeschwindigkeiten in Zusammenhang mit innerhalb des Packages und bei der Anbindung an die Umgebung parasitär auftretenden Induktivitäten und Kapazitäten unerwünschte Schwingungen, die störend auf den Betrieb wirken. Hier kann ein EMV-optimiertes Package-Design helfen, Verluste zu minimieren und einen störungsarmen Betrieb zu gewährleisten. Das Gleiche gilt für eine gute Anbindung an die Einbaumgebung. Am Fraunhofer IZM ist die gesamte Kompetenz vom Systemdesign bis hin zur Zuverlässigkeits- und Schadensanalytik vorhanden.

Leistungsangebot:

- Miniaturisierung und Systemintegration
- Thermisches Management
- Elektromagnetische Verträglichkeit
- Auslegung passiver Bauelemente
- Zuverlässigkeit
- Innovative Aufbau- und Verbindungstechniken
- Komplettsysteme, Prototypen

Systementwicklung für schnell schaltende Halbleiter

Durch die hohen Stromanstiegsgeschwindigkeiten von Siliziumcarbid- oder Galliumnitrid-Halbleitern können die Schaltfrequenzen einer Umrichterschaltung drastisch erhöht werden. Das kann aber aufgrund der im Modulaufbau auftretenden parasitären Induktivitäten zu erheblichen Überspannungen beim Abschalten führen. Dies kann eine zerstörende Wirkung auf den Chip sowie weitere Schwingungen, die die Schaltverluste erheblich in die Höhe treiben, zur Folge haben.

Das Fraunhofer IZM forscht im Rahmen diverser Projekte an einer ganzheitlichen Lösung: Fertigungstechnik, elektrisches, thermisches und mechanisches Layout, EMV-Fragestellungen sowie die optimale Ansteuerung der schnell schaltenden Halbleiter sind hierbei Gegenstände der Untersuchungen. Realisiert wird dies alles in Leiterplattentechnik, und je nach Leistungsklasse mit oder ohne DCB (Direct Bonded Copper).

Die Projekte »Very Fast Switching« (VFS, ECPE-gefördert), »Hochfrequenz-Hochstrom-Komponenten für den Einsatz in der Medizintechnik und Photovoltaik-Wechselrichtern der MW-Klasse« (HHK, BMBF-gefördert) sowie »Smart-Photovoltaikinverter-Box« (Smart-PVI-Box, BMBF-gefördert) beschäftigen sich in erster Linie mit der eigentlichen AVT, der Materialentwicklung und -analyse sowie mit der Untersuchung, wie leistungsfähig SiC- und GaN-Halbleiter tatsächlich sind. Es wurden bisher Schaltfrequenzen bis 250 kHz umgesetzt. Die Optimierung der Ansteuerung wurde in dem von der ECPE geförderten Projekt »Advanced Driver« untersucht. Die Ansteuerung von High- und Low-Side einer Halbbrücke funktioniert hier ohne Totzeit. Dies verhindert, dass die parasitäre Bodydiode des SiC-MOSFETs mit Ladungsträgern geflutet wird, wodurch keine Reverse-Recovery-Verluste entstehen. Die Energieversorgung des Treiberboards selbst geschieht kapazitiv. Des Weiteren wird die Verlustleistung insgesamt reduziert, indem die Energie aus der Umladung der Gates mittels eines in der Leiterplatte integrierten Trafos zurückgewonnen wird.

*Einblick in eine Leistungselektronik
in einer Leiterplatte für 90A (HHK-Projekt)*



SEMICONDUCTORS & SENSORS

3D-Integration & Sensorintegration auf Wafer Ebene

In diesem Geschäftsfeld steht die Integration und Herstellung von Sensoren im Vordergrund, wobei die 3D-Integration die Realisierung von komplexen, heterogenen System-in-Package-Lösungen ermöglicht. Die entscheidenden Vorteile, die sich aus einem 3D-Systemaufbau ergeben, sind:

- Hoher Miniaturisierungsgrad und verbesserter Formfaktor
- Leistungssteigerung und erhöhte Energieeffizienz durch höhere Signalgeschwindigkeiten sowie größere Bandbreiten in Folge deutlich geringerer Leitungslängen
- Multifunktionalität durch die heterogene Integration von Komponenten unterschiedlicher Herstellungstechnologien (Sensor, Speicher, ASIC und Transceiver)
- Systempartitionierung
- Schnellere Produktumsetzung (Time-to-Market)
- Kostenreduktion durch Parallelisierung von Aufbautechniken
- Höhere Zuverlässigkeit durch neue Sensorkonzepte

Das Fraunhofer IZM bietet seinen Kunden eine geschlossene Umsetzungskette – von der Konzeption, Prozessentwicklung, Charakterisierung bis hin zu Zuverlässigkeitsbewertung sowie Prototyping von neuen Sensoren, hermetischen Sensorpackages sowie 3D-Systemen. Dabei stehen alle notwendigen Prozesse für die Realisierung von Sensoren und Wafer-Level-Packages inklusive der Formierung von Through-Silicon-Vias (TSVs) zur Verfügung. Den unterschiedlichen Anwendungsprofilen entsprechend werden neue Sensoren sowie 3D-Systeme, u.a. Bildsensoren, Sensorknoten, eGrains, für verschiedenste Applikationsfälle aufgebaut und charakterisiert. In enger Kooperation mit Anlagen- und Materialherstellern arbeitet das Fraunhofer IZM an einer ständigen Verbesserung der Technologien.

*Sensorentwicklung am
Fraunhofer IZM*

SOI-basierte Hochtemperatur-Drucksensorik

Der Bedarf der Industrie nach Drucksensoren für den Einsatz in rauen Umgebungsbedingungen wächst stetig. Bei Motorenapplikationen (wie z.B. der Ein- und Auslassdruckmessung) stehen z.B. die hohe Einsatztemperatur, die Messdynamik und die Resistenz gegenüber den zahlreichen zu messenden Medien im Mittelpunkt. Anwendungen in der kunststoffverarbeitenden Industrie (z.B. beim reaktiven Spritzgießen, beim Extrusions- oder Düsendruck) fordern neben der hohen Betriebstemperatur insbesondere eine robuste Stahlmembran für die Messung von viskosen, abrasiven und aggressiven Medien. Bestimmte messtechnische Probleme (z.B. in den Bereichen Maschinenbau, Kfz, Kunststoffverarbeitung, Tiefbohrversuche, Verbrennungsdruckmessung) erfordern Drucksensoren mit einem Betriebstemperaturbereich von über 300°C. Die voranstehend besprochenen Si-Drucksensoren sind aufgrund der pn-Isolation der Piezowiderstände für derartige »Hochtemperatur«-Anwendungen nicht einsetzbar (max. Betriebstemperatur ca. 120°C). Es wurden daher am Fraunhofer IZM piezoresistive SOI-Silizium-Drucksensoren entwickelt, bei denen Piezowiderstände aus ein- oder polykristallinem Silizium gegenüber dem Substrat durch eine SiO₂-Schicht isoliert sind. Im ersten Fall dienen SOI-Wafer als Ausgangsmaterial. Die Herstellung dieser Wafer geschieht unter Anwendung der SIMOX (Separation by Implanted Oxygen)-Technik, dem BESOI (Bond-and-Etch-Back SOI)-Prozess oder dem SmartCut-Prozess.

Leistungsangebot:

- TSV-Formierung in CMOS-Wafern (Via-Middle, Via-Last)
- Rückseitenkontaktierung (BS-Via-Last) für Sensoren
- Silizium- und Glasinterposer
- 3D-Assembly (Die-to-Wafer, Wafer-to-Wafer)
- 3D-Integration von optischen Verbindungselementen
- Hybride 3D-Pixeldetektormodule
- Hermetisch dichte MEMS-Packages mit TSVs
- Material- und Equipmentevaluierung und Qualifizierung
- Prototypenfertigung und Pilotlinie
- Drucksensoren



MODULARES ENTWICKLUNGS- UND FERTIGUNGSLABOR »START A FACTORY«

Unter dem Namen »Start a Factory« entsteht seit dem 1. März 2017 ein neues modulares Entwicklungs- und Fertigungslabor am Fraunhofer IZM. In der historischen Fertigungshalle 16 an der Gustav-Meyer-Allee 25 - in unmittelbarer Nähe zum Präsentations- und Konferenzbereich des Fraunhofer IZM - wird sich dieser neue Laborkomplex vor allem an kleinere Unternehmen und Start-ups aus den Bereichen hochminiaturisierte Elektronik und Sensorik wenden. Das Labor besteht in seinem Kern aus zwei Komponenten: den modularen und themenbezogenen Entwicklungslaboren sowie dem Fertigungslabor für Muster und Prototypen

Anders als die bisher im Institut vorhandenen Speziallabore sollen die Entwicklungslabore räumlich in sich abgeschlossen, aber gleichzeitig für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Projektpartner gut zugänglich sein. Dies wird durch ausgebaute Überseecontainer erreicht, die in der Fertigungshalle aufgestellt werden. Hier besteht erstmals die Möglichkeit, Entwicklungsprojekte kooperativ anzugehen, wobei die Expertenteams des Fraunhofer IZM im Rahmen von »Start a Factory« nur mit den Spezialthemen befasst sind, die von dem Unternehmen nicht selbst bearbeitet werden können. Es entfällt die zeit- und personalaufwändige Übergabe des Entwicklungsstandes sowie der Ergebnisse nach Abschluss des Projekts.

Die Ausstattung der Container richtet sich dabei nach den inhaltlichen Schwerpunkten des umzusetzenden Entwicklungsprojekts. Die Grundkonfiguration orientiert sich an den Marktschwerpunkten Information und Kommunikation, photonische Systeme und Leistungselektronik. Ziel ist es, Unternehmen in diesen Branchen zu stärken und bei der Entwicklung hin zu »Leuchttürmen« mit nationaler und internationaler Strahlkraft zu unterstützen.

»Start a Factory« ist aber weit mehr als eine Struktur zur kooperativen Produktentwicklung, denn hier greifen erstmals alle Etappen von der Konkretisierung einer Idee in einem Produktkonzept über dessen Entwicklung bis zum Endprodukt ineinander.



Dabei ist besonders die enge Verzahnung der Produktentwicklung mit der Prototypenfertigung hervorzuheben. Im Kern des Labors wird eine Prototypenlinie zur Aufbautechnik installiert, die neben der Bestückung kleinster Bauteile und modernster Kontakttechnologien auch Test- und Inspektionsmethoden beinhaltet, die normalerweise unter Standardbedingungen bei derartig kleinen Serien nicht darstellbar sind. Zur Finalisierung der Produktideen werden anwendungsgangepasste Gehäuse mit 3D-Druckern modernster Bauart gefertigt.

Dies erlaubt eine extrem schnelle Umsetzung der Konzepte in Mustern und Prototypen, mit denen beispielsweise erste Feldtest durchgeführt oder Investoren überzeugt werden können. Im Anschluss an die Entwicklung der Prototypen kann ein Entwicklerteam sofort zur Fertigung der Nullserie übergehen, denn ein besonderes Augenmerk wird auf die einfache Skalierbarkeit der Entwürfe in Richtung industriekompatibler Fertigungsbedingungen gelegt, um ein Re-Design zur Anpassung an eine Großserienfertigung zu vermeiden. Hierfür werden im Rahmen der Überführung auch die technologischen und die logistischen Anforderungen der entsprechenden Fertiger und Dienstleister in Berlin berücksichtigt.

»Start a Factory« schließt für kleinere Unternehmen und Start-ups die Lücke zwischen Konzept und Serienfertigung; die Zeit von der Idee zum Markteintritt mit einer skalierbaren Lösung wird von Monaten auf Wochen verkürzt. Dieses Angebot ist die Antwort auf die Entwicklung Berlins zur Gründerhauptstadt Europas, denn nicht nur die Start-ups selbst, sondern auch sämtliche Akteure in deren Umfeld können von dem neuen Labor profitieren. Vor allem software-orientierte Start-up-Inkubatoren können ihr Angebot durch eine Partnerschaft mit »Start a Factory« erweitern und von ihnen betreute Start-ups Prototypen aufbauen und testen lassen. Technologie- und Maschinenlieferanten können den Kunden die eigenen Maschinen unter realen Fertigungsbedingungen und innerhalb eines Produktionsprozesses präsentieren. Elektronik-Fertiger haben in den Laboren die Möglichkeit, neue Produktionsprozesse auszuprobieren und nur bereits validierte Prozessparameter auf die eigene Fertigungsstrecke zu übertragen. So bereiten sie neue Prozesse vor, ohne Produktionsausfälle zu erleiden. Das Fraunhofer IZM entwickelt sich mit diesem Labor zu einem wichtigen Bestandteil der Berliner Szene der Erfinder und Gründer.

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Stephan Guttowski
stephan.guttowski@izm.fraunhofer.de
Telefon +49 30 46403-632

Ulf Oestermann
ulf.oestermann@izm.fraunhofer.de
Telefon +49 30 46403-235

FRAUNHOFER IZM AUSSTATTUNG & LEISTUNGEN



Wafer-Level-Packaging-Linie

Das Fraunhofer IZM betreibt zwei Prozesslinien in Berlin (975 m²) und Dresden (ASSID, 1.000 m², ISO 9001), die unseren Kunden eine Vielzahl von Services im Bereich Wafer-Level-Packaging bieten (z.B. CSP, Interposer, Dünnschichtsubstrate und auch System-in-Package-Lösungen von der Entwicklung bis zur Prototypenrealisierung und Kleinvolumenproduktion). Die Reinräume (Klasse 10 bis 1000) ermöglichen die Verarbeitung unterschiedlicher Wafermaterialien (z.B. Silizium, A III/B V, Keramik und Glas) und -größen (4", 6" und insbesondere 8" (200mm) sowie 12" (300mm)).

Prozessmodule

- Cu-TSV-Integration (Via-middle-, Via-last-, Backside-Via-Prozess)
- Silizium Plasmaätzen – DRIE (TSV, Kavitäten)
- Dünnschichtabscheidung (Sputter, CVD)
- Photolithographie (inkl. Photolacke, Polymere)
- High-Density Thin-Film-Multilayer (Cu-RDL)
- Wafer-Level Bumping (Cu-Pillar, SnAg, Ni, Au, In, AuSn)
- Nasschemische Prozesse (Ätzen, Reinigen)
- Waferdünnen und Vereinzeln (Blade & Stealth Dicing)
- Waferbonden – permanent
- Waferbonden – temporär (Support-Wafer, Handling dünner Wafer)
- Wafer-Level Assembly (D2W)
- AOI, Metrology

Ansprechpartner:

Oswin Ehrmann, oswin.ehrmann@izm.fraunhofer.de
Telefon +49 30 46403-124
M. Jürgen Wolf, juergen.wolf@izm.fraunhofer.de
Telefon +49 351 795572-12

Prozesslinie zur Substratfertigung

Die Linie ermöglicht die Realisierung von Substraten mit einer maximalen Größe von 610mm x 456mm und umfasst:

- Hochpräzise Bauteilbestückung
- Vakuumlaminierpresse zur Herstellung von Mehrlagenaufbauten und Einbettung von Bauelementen
- UV-Laserbohren und -Strukturieren
- Mechanisches Bohren und Fräsen
- Photolithographische Strukturierung
- Horizontale Sprühentwicklung von Feinstleiterstrukturen
- Horizontales Sprühätzen und Photolackentfernung
- Automatische und manuelle Galvanikanlagen

Die direkte Übertragung in die industrielle Fertigung ist ohne großen Aufwand möglich.

Ansprechpartner:

Lars Böttcher, lars.boettcher@izm.fraunhofer.de
Telefon +49 30 46403-643

Mikrobatterie-Linie

Das Labor ist vollständig ausgestattet für die Herstellung und Beschichtung von Batterieelektroden und zur elektrochemischen Charakterisierung von Batteriesystemen. Eine 10 Meter lange Argon-Handschuhboxlinie ermöglicht die Untersuchung von Technologien zur Herstellung und Verkapselung von Lithium-Ionen-Mikrobatterien. Möglich ist die Assemblierung der Batterien entweder auf einem gemeinsamen Substrat (bis 200 mm) oder einzeln (reel-to-reel). Weitere Handschuhboxen stehen für alternative elektrochemische Systeme sowie für ionische Flüssigkeiten zur Verfügung.

Ansprechpartner:

Dr. Robert Hahn, robert.hahn@izm.fraunhofer.de
Telefon +49 30 464 03-611

Electronics Condition Monitoring Labor (ECM)

Das ECM setzt den Fokus auf Funktionstests elektronischer Systeme bei Umgebungsbeanspruchungen, die über reine thermo-mechanische Belastungen hinausgehen. Kombinierte Testverfahren, etwa Vibration in Kombination mit Feuchte und/oder Temperatur kommen zum Einsatz. Eine genaue Zustandsbestimmung der Baugruppe während der Tests findet durch die Messung degradationsabhängiger Parameter und über die Erfassung der Beanspruchungen statt. Die so erhaltenen Daten werden mit Ausfallmodellen verglichen und zum Aufbau von Zustandsindikatoren herangezogen.

Ansprechpartner:

Michael Krüger, michael.krueger@izm.fraunhofer.de
Telefon +49 30 46403-706

Qualifikations- und Prüfzentrum für elektronische Baugruppen (QPZ)

Im Mittelpunkt des QPZ steht die anwendungsspezifische Qualifikation von neuen Lotlegierungen und Packaging-Lösungen für elektronische Baugruppen auf den unterschiedlichsten Substraten. Alle Tests werden nach DIN EN, IEC, IPC und MIL-Standards durchgeführt. Baugruppeninspektionen und Fehleranalysen nach den Prüfungen beinhalten die Untersuchung von Gefügeveränderungen, des Wachstums der intermetallischen Phasen sowie der Rissausbreitung mittels Metallografie, REM/EDX-Analyse oder Focused-Ion-Beam (FIB)-Präparation. Durch optische Fehleranalysen an elektronischen Baugruppen via Internet erhalten Unternehmen darüber hinaus bei Auffälligkeiten im Fertigungsprozess oder bei Frühausfällen schnell belastbare Aussagen zu Fehlern und deren möglichen Ursachen.

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Matthias Hutter, matthias.hutter@izm.fraunhofer.de
Telefon +49 30 46403-167

Labor für textilintegrierte Elektronik (TexLab)

Im TexLab des Fraunhofer IZM stehen neuartige Verbindungstechniken für dehnbare und textile Substrate sowie deren Entwicklung im Vordergrund. Dabei werden die Anforderungen an Funktionalität und Systemzuverlässigkeit stets durch die Anwendung bestimmt. Das umfangreiche Montage- und Analytik-Equipment schafft beste Voraussetzungen für FuE-Aktivitäten.

Ansprechpartnerin:

Christine Kallmayer, christine.kallmayer@izm.fraunhofer.de
Telefon +49 30 46403-228

Assembly Labor

Das Labor bietet modernste Anlagen für das automatische Flip-Chip- und Die-Bonden und die Bestückung auf Waferebene. Hierfür können für die 3D-Integration Komponenten von 300mm Wafern auf 300mm Wafer assembliert werden. Bevorzugte Verbindungstechniken sind das Pick & Place und Reflow-Löten, das Thermokompressions- und das Thermosonik Flip-Chip Bonden. Während für die Photonik hauptsächlich Präzisionsmontagen von 1 µm mit AuSn-Lot durchgeführt werden, liegt der Schwerpunkt für Sensoren in der Niedertemperaturverbindungstechnik basierend auf Indium oder Gold-Nanoschwamm und für die Leistungselektronik beim Einbetten in dicke Si-Interposer oder dem Transient Liquid Phase Bonding TLPB. Spezialitäten sind Membranbonder, verschiedenste Atmosphärenplasmen und mechanisches Stud-Bumping für das Einzelchip-Prototyping.

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Hermann Oppermann, hermann.oppermann@izm.fraunhofer.de, Telefon +49 30 46403-163

Weitere Labore:

- Bestückungslinie
- Die- und Drahtbondzentrum
- Labor für thermomechanische Zuverlässigkeit
- Thermal & Environmental Analysis Lab



Innovationszentrum AdaptSys

Im Innovationszentrum Heterointegrationstechnologien für applikationsadaptierte Multifunktionselektronik (AdaptSys) am Fraunhofer IZM in Berlin, das durch Mittel der EU, des Landes Berlin, des BMBF und der Fraunhofer-Gesellschaft finanziert wurde, werden hochwertige Elektroniksysteme verschiedenster Anwendungsfelder entwickelt. Zudem werden Technologien für die Systemintegration bis zum Nanometerbereich erforscht und evaluiert.

SYSTEMINTEGRATION

Substratlinie

Im Leiterplattenbereich können Vollformatsubstrate mit einer Größe von 460x610mm² für die Resist- und die Leiterplattenlaminierung vorbereitet, Lötstopplacke und Coverlays aufgebracht und nach der Belichtung entwickelt werden.

Im Sonderbereich werden hochpräzise Montagen von Modulen in verschiedenen Gasatmosphären durchgeführt. Neue Anlagen in dem 480m² großen Reinraum ermöglichen eine Oberflächenpräparation für das Assemblieren bei reduzierter Bondtemperatur.

Das Leistungsangebot umfasst darüber hinaus:

- Einbetten von passiven und aktiven Komponenten
- Verpressen von Leiterplattensubstraten
- Herstellen von feinsten Bohrungen sowohl mechanisch als auch mit dem Laser
- Qualitätssicherung und Röntgenmikroskopanalyse

Drahtbondlabor

- Verarbeitung von Au, Al und Cu-basierten Bonddrahtmaterialien im Dünn- und Dickdrahtbereich
- Montage von Leistungsmodulen mit Al/Cu- und Cu-Dickdrähten für Qualitäts- und Zuverlässigkeitsanalysen
- Montage Cu-Ball/Wedge gebondeter leadframebasierter und Au/AISi1 gebondeter Chip-on-Board (COB) Sensor-Packages

Lötlabor

- Porenfreier Aufbau großflächiger Lötverbindungen für die Leistungselektronik durch Dampfphasenvakuümlötanlage
- Flussmittelfreies Löten von Baugruppen mit Ameisensäuretechnologie in inerter Stickstoff- und Dampfphasenatmosphäre
- Hermetizitätsmessstand
- Lecksuche inkl. Probenlagerung unter Heliumdruck bis 10bar

Photonik-Labor

- Laserstrukturieren von Glaslayern mit optischen Wellenleitern für elektrooptische Boards (EOCB)
- Shack-Hartmann-Charakterisierung von Mikrolinsen und Mikrolinsenarrays
- Optische und thermische Charakterisierung von LEDs und LDs
- Erforschung und Entwicklung von Prozessen und Verfahren zum optischen Packaging mit einer Genauigkeit von bis zu 0,5µm

Labor zur Moldverkapselung

Das Labor bietet Verkapselungsverfahren, Material- und Packageanalyse sowie die Zuverlässigkeitscharakterisierung:

- Compression Molding auf Modul-, Wafer- und Panelebene
- Kompatibilität zu PCB-basierender und Dünnschicht-Verdrahtungstechnologie
- 3D-Umverdrahtung durch Through Mold Vias (TMV)
- Transfer Molding von SiPs auf Basis von Leadframe und organischen Schaltungsträgern (MAP Molding)
- Rapid Tooling, Verkapselung mit frei wählbarer Geometrie
- Transfer-Molden von großvolumigen Packages
- Prozessnahe Rheologiebestimmung von Moldcompounds
- Filmmolden zur Oberflächenfreistellung für das Sensor-packaging

Die Übertragung in die industrielle Fertigung ist durch Verwendung produktionsstauglicher Maschinen gegeben.

WERKSTOFFANALYTIK

Die Kompetenzen der Werkstoffanalytik wurden im Rahmen von AdaptSys im Mikro-Nano-Übergangsbereich deutlich erweitert. Durch einen »PicoIndenter« wird es möglich, das mikroskopische Werkstoffverhalten in-situ im REM experimentell zu bestimmen. Mit der Focused Ion Beam-Technik (FIB) werden hochauflösende Strukturanalysen im Nanometer-Bereich von 3D-Packages möglich. Ein tiefgehendes Verständnis zur Struktur-Eigenschaftskorrelation von Verbundwerkstoffen wird durch die EBSD-EDX-Mikroanalyse-Software erzielt.

Moisture Lab

- Umfassende simulationsgestützte Zuverlässigkeitsbewertung feuchteinduzierter Phänomene in mikroelektronischen Bauteilen und Systemen
- Untersuchung von Oberflächeneigenschaften und dünnen Schichten durch Rasterkraftmikroskopie insbesondere unter Einwirken von Wasser mit »NanoWizard 3« Bio-AFM von JPK
- Analysemethoden für die Sorption, Permeation und Diffusion von Wasser in Werkstoffen
- Untersuchung des Quellverhaltens und der Änderung der thermomechanischen und dielektrischen Eigenschaften durch Feuchte
- Molekulardynamische Simulationen

Langzeittest- und Zuverlässigkeitslabor

- Schnelle Temperaturwechseltests im Temperaturbereich -65°C bis 300°C
- Temperaturlagerung bis 350°C

Power-Lab

- Charakterisierung von Leistungsmodulen und leistungselektronischen Geräten
- Aktives Zykeln von Leistungsmodulen für die Lebensdauerbestimmung
- Kalorimetrisches Messen des Wirkungsgrades von hocheffizienten Geräten

DESIGN

Advanced System Engineering-Labor

- Messplatz bis 50GHz zur Gewinnmessung für Antennen und Antennensysteme
- Dielektrische Materialcharakterisierung 1 MHz bis 170 GHz
- Vermessung elektrischer Eigenschaften von digitalen Datenübertragungssystemen (bis 32 Gbit/s)
- Lokalisierung von EMV-Hotspots mit Nahfeldsonden bis 6 GHz
- Bestimmung von HF-Eigenschaften aktiver und passiver Systeme (Impedanzen bis 3 GHz / S-Parameter – Messung bis 220 GHz)

Hochfrequenz-Labor

- Elektrische und funktionale Charakterisierung von Aufbautechnologien und Elektronikmodulen für Anwendungen bis in den Millimeter-Wellen Frequenzbereich
- Free-Space-Messplatz bis 170 GHz
- Temperaturkontrollierte On-Wafer Messplätze für die Messung miniaturisierter Strukturen und Aufbauten
- Automatisierter Messplatz zur Charakterisierung integrierter Antennen bis 50 GHz

Mikroelektroniklabor

- Entwicklung und Qualifizierung mechatronischer Systeme und energieeffizienter Funksensorsysteme
- PXA für Reichweitenabschätzung, Konformitätschecks und Fehleranalysen, ermöglicht Erfassung von nur sehr kurz anliegenden Signalen (ab 162 µs)
- Leistungsfähiger 3D-Drucker (Fortus 360mc) für die Gehäuseentwicklung von Prototypen sowie für kleinere Serien (Baumaterialien ABS-M30, PC und Nylon)

Ansprechpartner AdaptSys:

Rolf Aschenbrenner, rolf.aschenbrenner@izm.fraunhofer.de
Telefon: +49 30 46403-164

FRAUNHOFER IZM KERNKOMPETENZEN



INTEGRATION AUF SUBSTRATEBENE

Seite 40

Systemintegration & Verbindungstechnologien

Seite 42

Leitung: Rolf Aschenbrenner, Prof. Martin Schneider-Ramelow



INTEGRATION AUF WAFEREBENE

Seite 46

Wafer Level System Integration –

All Silicon System Integration Dresden ASSID

Seite 48

Leitung: Oswin Ehrmann, M. Jürgen Wolf



MATERIALIEN & ZUVERLÄSSIGKEIT

Seite 52

Environmental & Reliability Engineering

Seite 54

Leitung: Dr.-Ing. Nils F. Nissen, Dr.-Ing. Olaf Wittler



SYSTEMDESIGN

Seite 56

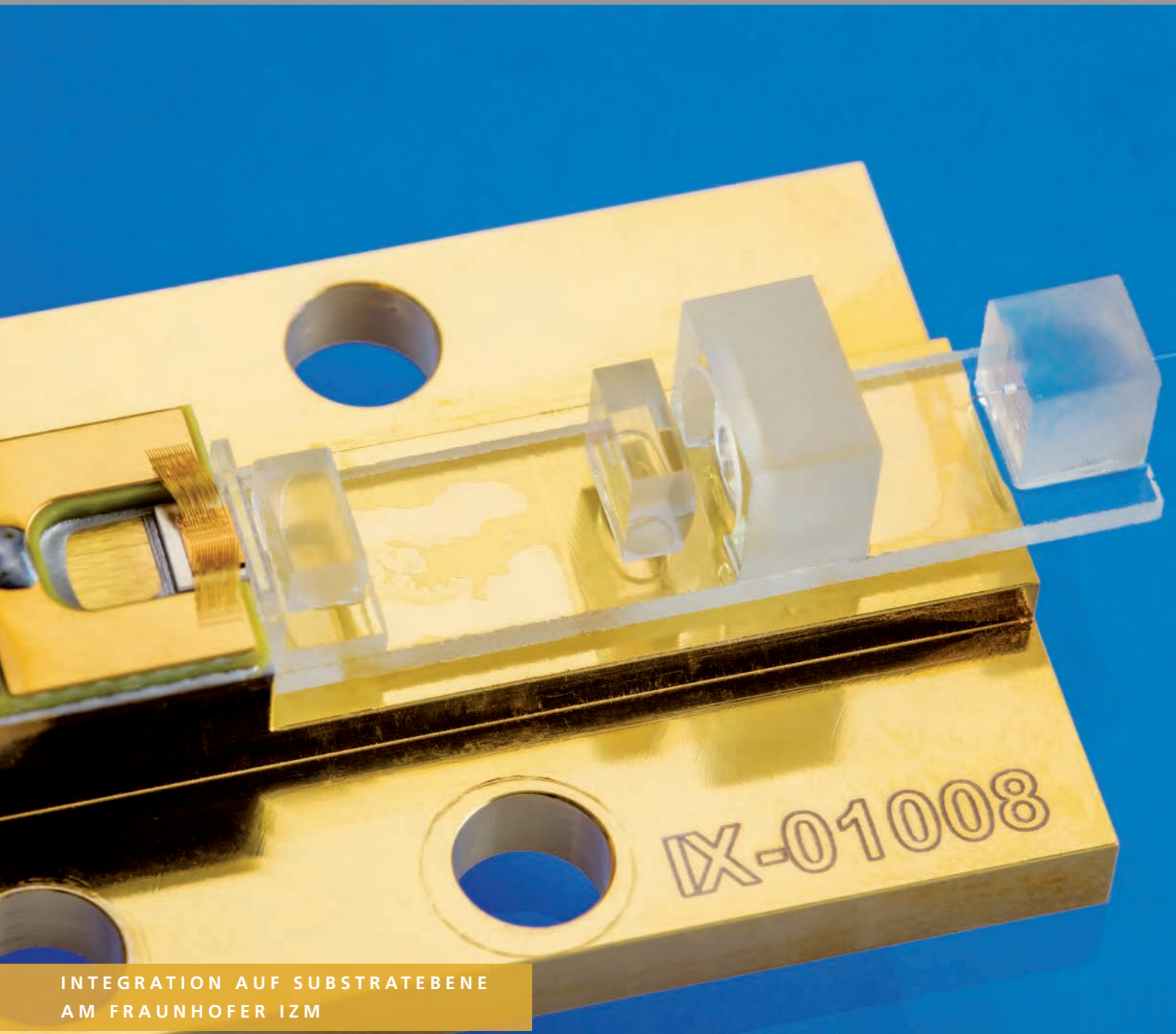
RF & Smart Sensor Systems

Seite 58

Leitung: Dr.-Ing. Ivan Ndip, Harald Pötter



FORSCHUNGS-CLUSTER INTEGRATION AUF SUBSTRATEBENE



INTEGRATION AUF SUBSTRATEBENE
AM FRAUNHOFER IZM

Das Fraunhofer IZM ist führend bei der Entwicklung von Substrattechnologien. Es verfügt über eine weltweit einzigartige Integrationslinie, die sowohl neuestes Bestückungs-equipment als auch eine vollständige Leiterplattenfertigung auf Großformat (24" x 18") vereint. Neben den bisherigen Entwicklungsmöglichkeiten wie Präzisionsbestückung, Embeddingtechnologie und höchstzuverlässigen Verkapselungsverfahren werden derzeit neuste Panel-Level-Packaging (PLP)-Technologien entwickelt. Das Panel Level Packaging bietet eine durchgängige Fertigungsmöglichkeit für System-in-Packages (SiP), Module und miniaturisierte Systeme auf großen Formaten. Das Fraunhofer IZM ist damit in der Lage, neben Technologie- und Verfahrensentwicklung die Fertigung von Prototypen, Musterserien sowie Prozesstransfer in die Industrie anzubieten.

HIGHLIGHT 2016

Photonic Assembly: Aufbau von elektro-optischen Modulen

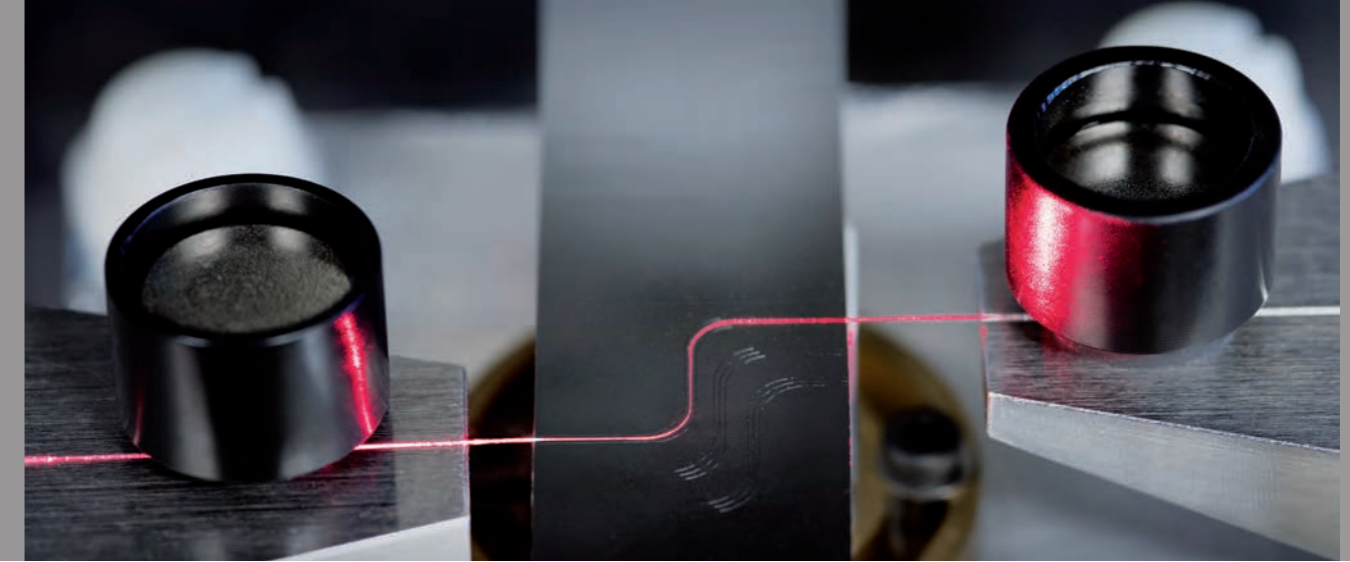
In der Arbeitsgruppe Optical Interconnection Technology wurde in enger Zusammenarbeit mit den Industriepartnern Eagleyard und FISBA Photonics das öffentlich geförderte ProFIT-Entwicklungsprojekt MEMo erfolgreich abgeschlossen. Gegenstand des Projektes war die Entwicklung eines neuartigen automatisierten Montagekonzepts zur Kopplung eines Multi-Emitter-Laserchip-Moduls an eine optische Faser mit einem Kerndurchmesser von weniger als 100 μm , z.B. für medizinische Anwendungen bei 1.470 nm Wellenlänge und bis typisch 10 W optischer Leistung.

Die Hauptaufgabe des Fraunhofer IZM bestand in der Entwicklung der Aufbau- und Justageprozesse der für eine Laser-Strahlformung und effiziente Faserkopplung benötigten speziellen Mikro-Optiken auf der optischen Bank im Lasermodul. Die Prozesse wurden auf einem hierfür weiterentwickelten industriellen Active-Alignment-Automaten durchgeführt, so dass eine sehr gute Verwertbarkeit der Ergebnisse gegeben ist. Active Alignment bedeutet hier zum einen, dass bei dem Aufbau des Lasermoduls der Laserchip mit voller Leistung betrieben wird. Zum anderen wird bei der sequentiellen Montage der für die Strahlformung benötigten insgesamt vier Mikro-Optiken der aktuelle Justage-Stand auf einer hochauflösenden Infrarot-Kamera verfolgt und in präzise und schnelle Steuersignale für einen Feinstell-Aktor umgesetzt. Dieser Aktor kann die jeweils gehaltene Optik mit sechs Freiheitsgraden im Raum verfahren und verdrehen, mit für die optische Justage im Modul benötigten Genauigkeiten von sub-Mikrometer bzw. einigen Winkelsekunden.

Außerdem wurde im Projekt das Aufbaukonzept entwickelt, sowohl die zu bestückende mikro-optische Bank als auch die anlagenseitigen Greifer an den Feinstell-Aktoren aus gestapeltem Dünnglas anzufertigen, welches durch die am Fraunhofer IZM verfügbare Laser-Strukturierung hochgenau und schnell anpassbar ist. Weitere komplexe optische Aufbauten, die das Dünnglas-Aufbaukonzept nutzen, befinden sich in Planung, auch sollen durch strukturierte Metallisierungen (opto-)elektronische Komponenten direkt eingebettet werden.

Kontakt:
Dr. Gunnar Böttger,
gunnar.boettger@izm.
fraunhofer.de

Mikrooptische Bank aus Metall
und Glas zur Faserkopplung eines
Multi-Emitter-Laser-Chips



SYSTEMINTEGRATION & VERBINDUNGSTECHNOLOGIEN

Die Abteilung

Das Leistungsspektrum der Abteilung mit ihren rund 150 Mitarbeitern reicht von der Beratung über Prozessentwicklungen bis hin zu technologischen Systemlösungen. Die Wissenschaftler befassen sich schwerpunktmäßig mit der Entwicklung von Prozessen und Materialien für Verbindungstechniken auf Board-, Modul- und Package-Ebene sowie mit der Integration elektrischer, optischer und leistungselektronischer Komponenten und Systeme.

Fokus ist die Verbindungs- und Verkapselungstechnik für das elektronische und photonische Packaging, z. B.:

- Neue Lote, Klebstoffe, Drähte und Bumps
- Bumpingtechniken (stromloses Ni/(Pd)/Au, Schablonendruck, mechanisches Stud- oder Ball-Bumping)
- SMD-, CSP-, BGA- und Mikrooptik-Montage
- Flip-Chip-Techniken (Löten, Sintern, Kleben, Thermo-kompression- und Thermosonic-Bonden)
- Die Attach (Löten, Sintern und Kleben)
- Draht- und Bändchenbonden (Ball/Wedge, Wedge/Wedge, Dickdraht und Bändchen)
- Flip Chip Underfilling und Chip-on-Board Glob Topping
- Transfer und Compression Molding auf Leadframe, Leiterplatte, Wafer und Panel
- Potting und Schutzlackierungen, Hotmelt-Verkapselung
- Einbetten von Chips
- Faserkopplung und optische Verbindung zu planaren Wellenleitern, Faserlinsen und Laserfügen
- Herstellung optischer Wellenleiter
- Dünnglas- und Silizium-Photonik-Packaging
- Automatisierung von Mikrooptikmontage

Trends

Die Abteilung löst die Herausforderung des »Electronic and Photonic Packaging« durch die Kombination von Systementwicklung und Aufbautechnologien.

Folgende Ziele werden verfolgt:

- Design- und Aufbautechnik für multifunktionale Verdrahtungsträger
- Heterogener Aufbau für System-in-Packages (SiPs) wie MEMS, ICs, Opto, HF, Passive, auch als 3D-SiPs mit eingebetteten Komponenten und Power-ICs
- Evaluierung neuer Oberflächenschichten für kostengünstige Aufbau- und Verbindungstechnik
- Hoch- und Niedertemperatur-Verbindungstechnologien
- Dehnbare elektronische Systeme auf PU-Basis
- Entwicklung von Jetprozessen für hochviskose Medien, z. B. Die Attach und Glob Top
- Miniaturisierte Elektronik und Faseroptik für moderne Diagnostik- und Therapieverfahren in der Medizintechnik
- Integration ultradünner Chips in Sicherheitskarten
- Alternative Löt- und Sintertechnologien für Power-Module
- Multifunktionale (elektrisch, optisch, fluidisch) Substrate und Packages auf Basis von Dünnglasfolien
- LED-Module und Weißlichtkonversion
- Multifunktionale optische Sensorsysteme
- Systementwurf für Silizium- und Mikrowellen-Photonik
- Panel Level Packaging Technologien basierend auf PCB- und Molding-Prozessen
- Hochauflösende 3D-Packageanalyse mittels Röntgen-CT

AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE

PhoxTroT

Große Rechenzentren und Supercomputer sollen bald wesentlich kosten- und energieeffizienter und zugleich noch leistungsfähiger arbeiten. Dieses ehrgeizige Ziel verfolgten Fraunhofer-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler mit 20 Partnerteams aus Wirtschaft und Forschung in dem EU-Projekt »PhoxTroT«. Der Schlüssel dazu ist die optische Datenübertragung. In den letzten vier Jahren erforschten die Projektpartner neue Synergien zwischen bestehenden Ansätzen und entwickelten neue Technologien und Strategien.

Riesige Data Center wie die von Cloudanbietern sind äußerst energiehungrig: 260 Millionen Watt verbrauchen zum Beispiel die durchschnittlichen Serverfarmen kontinuierlich, um Datenberge zu bearbeiten, die mehrere Petabytes umfassen. Damit ließe sich eine Großstadt mit 200.000 Haushalten versorgen. Entsprechend hoch ist der Druck, Energie einzusparen. Diese Tatsache hat die EU bewogen, unter Leitung des Fraunhofer IZM in Berlin das Projekt PhoxTroT ins Leben zu rufen. Dessen Ziel ist es, den Energieverbrauch um mindestens 50 Prozent zu senken und gleichzeitig die Kapazität optischer Datenverbindungen von einem auf zwei Terabit pro Sekunde (Tb/s) zu erhöhen. Somit ließen sich auch die Kosten spürbar reduzieren.

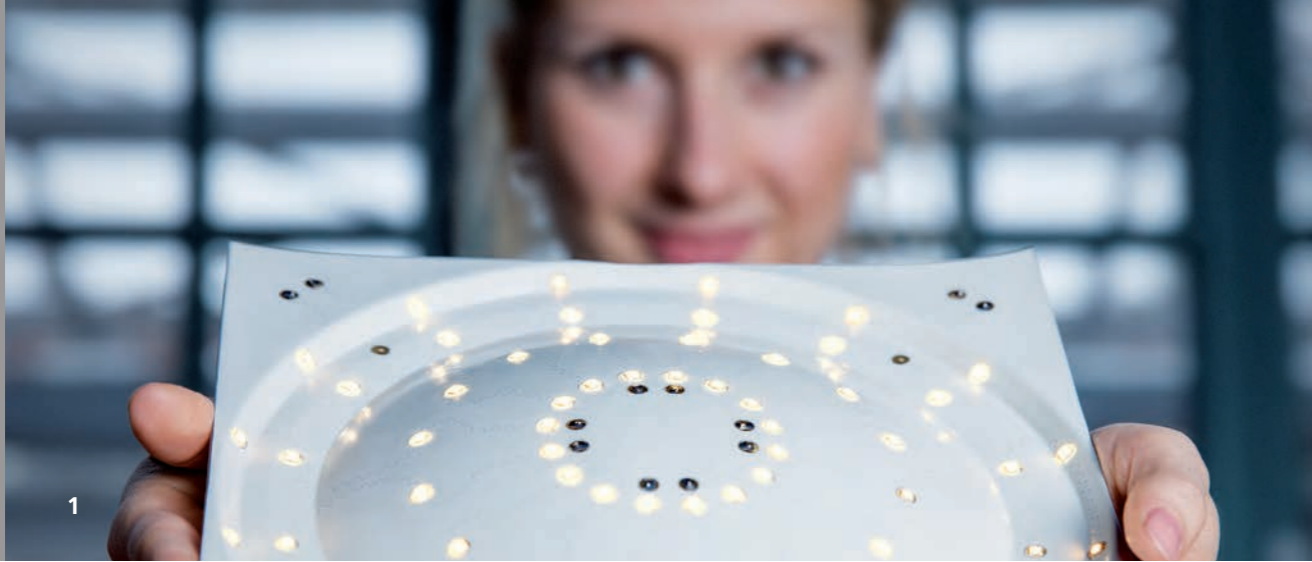
Und Licht soll den Weg dorthin weisen: Denn eine Datenübertragung per Licht braucht nur einen Bruchteil der Energie von herkömmlichen Methoden. Ansätze für die photonische Übertragung gibt es bereits und die verfügbaren Technologien sind für sich genommen auch gut erforscht. Doch es fehlt noch der rote Faden. Das Revolutionäre am PhoxTroT-Projekt ist, dass die Synergien zwischen den einzelnen Komponenten erforscht und nach dem Prinzip »Mix and Match« in einem neuen Forschungskonzept miteinander verbunden werden.

Am Ende des Projekts sollen neue Technologien eine Antwort auf die bisher noch ungelöste Frage geben: Wie lässt sich eine durchgehende Datenverbindung per Licht auch in unterschiedlichen Ebenen der Data Center umsetzen? Dazu entwickeln die Projektpartner drei Demonstratoren für unterschiedliche Hierarchieebenen: An ihnen wurden die optischen Übertragungen innerhalb einer Leiterplatte (on board), zwischen Leiterplatten (board to board) und von einem Serverschrank zum nächsten (rack to rack) verwirklicht und untersucht. Die Kombination dieser Schnittstellen ermöglicht in greifbarer Zukunft das Überbrücken längerer Strecken. In einem weiteren Schritt entwickelten die Projektpartner Single-Mode-Lösungen, die optische Chips auf einer Leiterplatte integrieren. Dabei erfolgt die Signalübertragung über einen Lichtweg, und

Laserlichtleitung durch einen auf Si strukturierten Polymerwellenleiter

*Leitung:
Rolf Aschenbrenner
rolf.aschenbrenner@
izm.fraunhofer.de
Telefon +49 30 46403 -164*

*Prof. Martin Schneider-Ramelow
martin.schneider-ramelow@
izm.fraunhofer.de
Telefon + 49 30 46403 -172*



1

nicht wie bisher über mehrere. Daher eignet sich diese Technologie besonders für die Übertragung extrem hoher Datenraten über lange Distanzen.

Conformable Electronics: neue Technologien für innovative Produkte

Am Fraunhofer IZM wird ein Spektrum an Technologien unter dem Begriff »Conformable Electronics« gebündelt und als strategische »Toolbox« für innovative Produkte weiterentwickelt. Die Anwendungen reichen von medizinischen Pflastern und intelligenten Textilien bis hin zu Innenverkleidungen im Automobilbereich und Bedienblenden von Haushaltsgeräten. Das technologische Prinzip besteht darin, ein elektronisches System mittels etablierter Technologien (Leiterplattentechnologie, automatische Bestückung) als Flachbaugruppe auf einem »dehnbaren« Schaltungsträger aufzubringen und anschließend zu verformen.

Die dehnbaren Leiterplatten auf der Basis von Polyurethan erlauben Dehnungen um bis zu 100 Prozent der ursprünglichen Länge und mehr! Bei wiederholten Dehn- und Entspannungszyklen treten schnell Ermüdungsbrüche auf: bei zyklischer Dehnung um wenige Prozent der Ursprungslänge sind mehrere zehntausend Auslenkungen möglich, bei Dehnungen im zweistelligen Prozentbereich einige hundert Dehnzyklen.

Mit Polyurethan als thermoplastischem Matrixmaterial liegt auch eine einmalige Heißverformung des elektronischen Systems nahe. Die Polyurethanfolie allein bietet allerdings keine ausreichende Stabilität, um die eingeprägte Form beizubehalten. Aus diesem Grund wird die dehnbare Leiter-

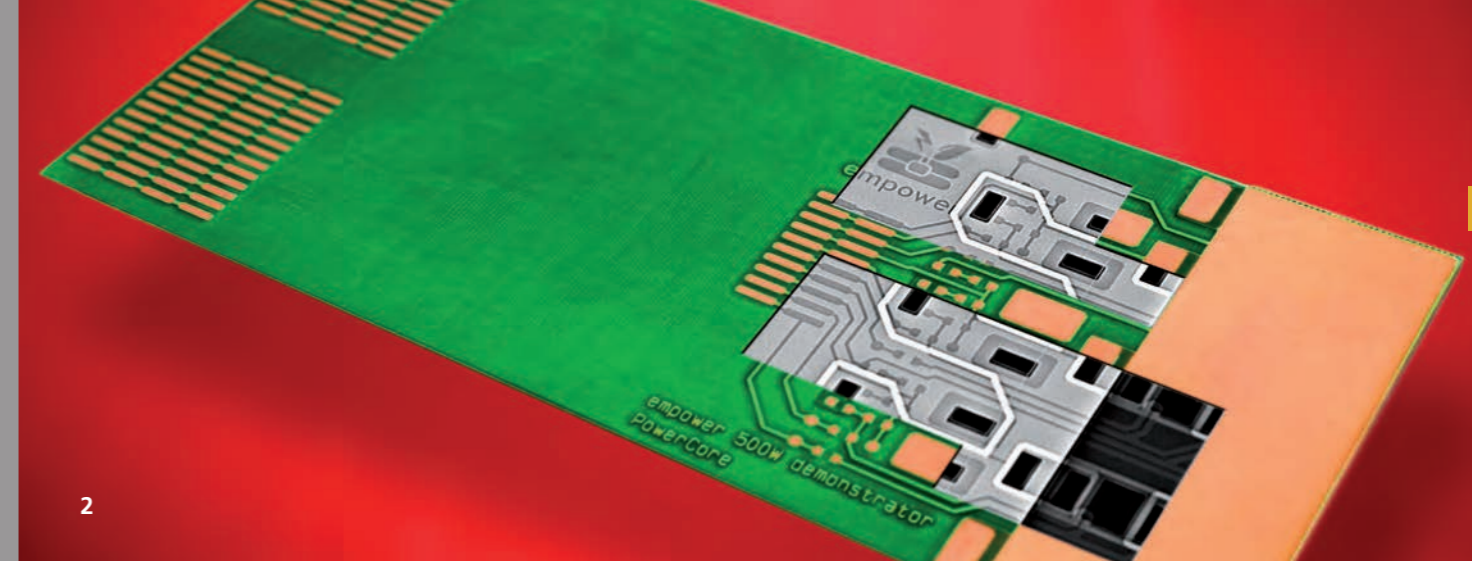
platte auf eine stabilisierende Platte aus Polycarbonat (ebenefalls thermoplastisch) laminiert und beides gemeinsam verformt. Ein in dieser Weise verarbeitetes System ist in Abbildung 1 zu sehen.

»Conformable Electronics« bündelt in einem Baukasten solche Technologien, die die Herstellung dehnbarer, textiler oder heißverformbarer Elektronik ermöglichen. Die unterschiedlichen, auf Verformung ausgelegten Ansätze können bestens miteinander kombiniert werden: dehnbare Schaltungsträger und textile Elektronik lassen sich zu robusten hybriden Systemen verarbeiten, die eine Vielfalt von Anwendungsszenarien für innovative und nicht zuletzt kostengünstige Produktkonzepte eröffnen.

Modulare Leistungselektronik

Die Miniaturisierung und das Packaging von Leistungselektronik durch die Einbettung der Halbleiter in die Aufbauten einer Leiterplatte haben in den vergangenen Jahren eine beachtliche Entwicklung durchlaufen. Neben der Kommerzialisierung und ersten Produkteinführungen werden jedoch weiterhin unterschiedliche weitergehende Konzepte und ihre wissenschaftlichen und technologischen Grundlagen entwickelt und erprobt.

Die Modulare Leistungselektronik ist eine Strategie zur kompakten Integration der unterschiedlichen Bestandteile komplexer Leistungsmodulen. Neben den Leistungsschaltern bestehen diese aus Treibern und Controllern für die Gate-Steuerung, sowie Mess- und Auswertelogik bis hin zu Kühlern, um die Verlustwärme abzuführen. Die Anforderungen hinsichtlich thermischer Belastung, Spannungsfestigkeit und



2

Stromtragfähigkeiten sind je nach Systemkomponente unterschiedlich und lassen sich mit verschiedenen technik- und kostenoptimierten Embedding-Varianten getrennt voneinander aufbauen. Embedded-Module entstehen als Ergebnis von Leiterplattenprozessen; es sind flache Bauteile mit ober- und unterseitigen elektrischen Kontakten. Dadurch eignen sie sich zum flächigen Bestücken oder zum Stapeln mit nachfolgendem Laminieren und gegebenenfalls zur Verarbeitung in weiteren Leiterplattenprozessen.

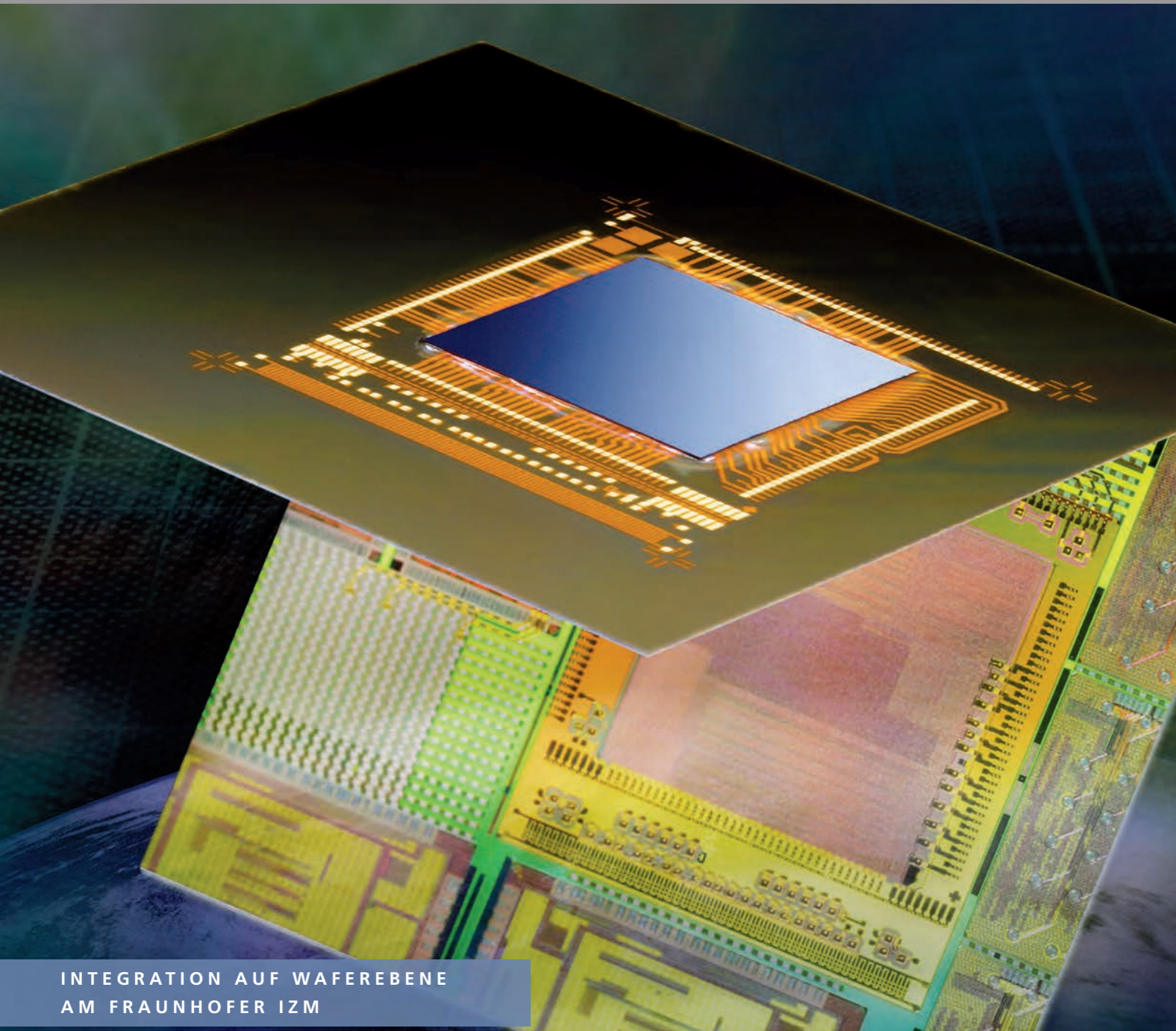
Kern der Systemintegration für die modulare Leistungselektronik ist eine Prozesskombination aus dem Niederdrucksintern basierend auf Silbernanopartikeln und dem Laminieren thermisch hochleitfähiger Aufbauten der Leiterplatte. Damit werden beim Sintern thermisch und elektrisch hochleitfähige Verbindungen zwischen den Embedded-Modulen hergestellt und durch das Laminieren der Aufbauten ein mechanisch robuster, elektrisch isolierender Verbund realisiert, der die elektrischen Kontakte dicht umschließt.

Modulare Leistungselektronik ist nicht nur kompakt und effizient herstellbar. Die Module lassen sich auch flexibel konfigurieren, bzw. hinsichtlich der Leistungsklasse skalieren, indem lediglich die Anzahl der parallelen Schalter und Treiberstufen an die jeweiligen Anwendungsbedingungen angepasst wird.

1 3D-Leuchte: Aufbau der Leiterbahnen und LED-Montage erfolgte auf ebenen (2D) thermoplastischen Trägerplatten, die mittels Thermoformung zur Kugelkappe umgeformt wurde

2 Eingebettetes Modul für die Leistungselektronik (500 W). Das Modul enthält Leistungs-MOSFETs und Kupferstrukturen zur Wärmespreizung

FORSCHUNGS-CLUSTER INTEGRATION AUF WAFEREBENE



INTEGRATION AUF WAFEREBENE AM FRAUNHOFER IZM

Mit dem Ansatz des Wafer Level Packaging lassen sich bei heterogenen Aufbauten die höchsten Integrationsdichten erreichen. Alle Prozessschritte werden auf Waferebene, jedoch nach Abschluss der eigentlichen Front-End-Prozesse, durchgeführt. Entwickelt werden Packages, deren laterale Größe mit den Chipabmessungen nahezu identisch ist. Auch werden auf dem Wafer weitere aktive oder passive Komponenten in Zwischenschichten integriert. Noch höhere Integrationsdichten lassen sich bei der 3D-Integration mit der Siliziumdurchkontaktierung (TSV) oder durch die Verwendung von Silizium-Interposern und TSVs erreichen.

HIGHLIGHT 2016

3D-Prozesstechnologie für innovative System-in-Package (3D-SiP)-Anwendungen

Die Integrationsdichte elektronischer Komponenten ist ein Schlüsselement in der Produktentwicklung. Die notwendige Reduktion der Strukturgrößen ist jedoch durch technische Grenzen und steigende Kosten limitiert. Das dreidimensionale Stacking von Chips, kombiniert mit der Prozessierung auf Waferebene, erlaubt eine funktionale Erweiterung und Erhöhung der Komplexität von elektronischen Systemen auf kleinstem Raum.

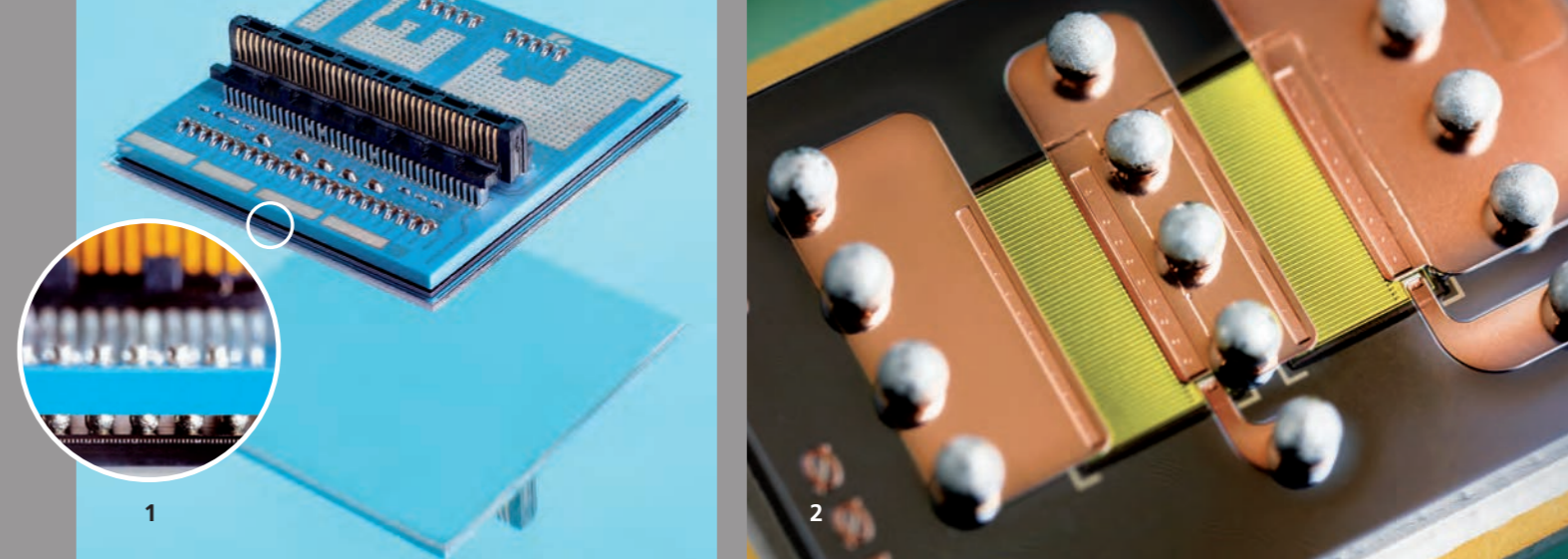
Ziel des EU-Verbundprojekts Master_3D war die Etablierung einer integrierten Plattform (Anlagen, Materialien, Prozesse) für die Realisierung dreidimensionaler innovativer System-in-Package (3D-SiP)-Lösungen. Damit wurden Methoden und Technologien für höchste Kontaktdichten, dünne Siliziumintegration sowie neue Analytik- und Testverfahren mit der Zielsetzung entwickelt, die konventionelle Aufbau- und Verbindungstechnik auf Waferebene und in die dritte Dimension zu erweitern, insbesondere unter Berücksichtigung von Zuverlässigkeit, Leistungsfähigkeit und Prozessmonitoring. Der Institutsteil IZM-ASSID hat im Projekt wesentliche Ergebnisse bei der Entwicklung und Performanceverbesserung von für die 3D-Integration technologisch wichtigen Einzelprozessen erreicht. In Zusammenarbeit mit den Industriepartnern wurden an Anwendungsbeispielen kritische Prozessschritte bezüglich der Produkthanforderung analysiert und bewertet, Samples mit relevanten 3D-Strukturen für die Prozesstool- und Analysetoolhersteller geschaffen und die Neuerungen gemeinsam evaluiert und validiert.

Auf der Technologielinie des IZM-ASSID wurden die Ergebnisse aus dem Projekt in applikationsgetriebenen 3D-Demonstratoren für die Projektpartner NXP und Infineon angewendet. So stellt der NXP-Demonstrator eine Sicherheitsschaltung mit NFC-Interface (Near Field Communication) dar, in dem mittels 3D-Integration ein zusätzliches Sicherheits-Feature integriert und damit das Sicherheits-Level erhöht wurde.

Ein erweitertes Verständnis der Interaktion von Einzelprozessen und deren Auswirkungen auf die elektrische Leistungsfähigkeit konnte mit zahlreichen, teils neu entwickelten dedizierten 3D-Teststrukturen erreicht werden, die zum Teil in Interaktion mit den aktiven Komponenten des NXP-CMOS-Wafers agieren. In Kombination mit der Etablierung eines neuen Testablaufs konnten so für jedes 3D-Prozessmodul elektrische Daten gesammelt und Prozesseinflüsse auf das jeweilige Prozessmodul korreliert werden. Weiterhin wurde ein neues Konzept zur Integration von TSVs als Transistor-Gate in MOS-Transistoren initial erfolgreich getestet (vertikaler N- und P-MOS-Transistor).

Kontakt:
M. Jürgen Wolf
juergen.wolf@
izm.fraunhofer.de

Security-Demonstrator
mit 3D-integriertem
Security-Controller mit
Nah-Feld-Kommunikations-
Chip (NXP). Auf der
Oberseite sind die zusätz-
lichen neu entwickelten
und validierten 3D-
Teststrukturen sichtbar,
welche ein erweitertes
3D-Prozessmonitoring
erlauben.



WAFER LEVEL SYSTEM INTEGRATION – ALL SILICON SYSTEM INTEGRATION ASSID

Die Abteilung

Die FuE-Arbeiten der Abteilung »Wafer Level System Integration« mit ihren Mitarbeitern an den Standorten am Fraunhofer IZM in Berlin und am »ASSID – All Silicon System Integration Dresden« fokussieren auf Technologien der Wafer-Level-Systemintegration und Packaging. Die Prozesslinien erlauben eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Prozessierung von 200-300mm Wafern und zeichnen sich durch eine hohe Anpassungsfähigkeit und Kompatibilität der Einzelprozesse aus. Die Prozesslinie am Fraunhofer IZM-ASSID ist insbesondere auf eine fertigungsnahe und industriekompatible Entwicklung und Prozessierung (ISO 9001) ausgelegt.

Der Fokus der wissenschaftlichen Arbeiten liegt auf:

- Heterogene Wafer-Level-Systemintegration
- 3D-Wafer-Level System-in-Package (WL SiP, CSP)
- Cu-TSV Interposer
- High-Density Multi-layer Redistribution
- Ultra-Fine Pitch Micro-Bumping
- Pre-Assembly (Thinning, Singulation)
- Die-to-Wafer (D2W)-Assembly
- 3D-Wafer-Level-Stacking
- Silizium-Sensoren

Das Serviceangebot für Industriekunden umfasst die Bereiche Prozessentwicklung, Materialevaluierung und -qualifizierung, Prototyping, Low-Volume-Manufacturing sowie Prozesstransfer. Die neu entwickelten Technologien werden kundenspezifisch an die individuellen Anforderungen angepasst.

Trends

Für die Entwicklung von Mikrosystemen ist die Verknüpfung von Technologien für die More-Moore- und More-than-Moore-Umsetzung von zentraler Bedeutung. Hierbei müssen kosteneffiziente Lösungen für das Gesamtsystem entwickelt und realisiert werden. Von zunehmender Bedeutung ist hierbei die gemeinsame Betrachtung von Design, Technologie und Zuverlässigkeit. Dies stellt eine besondere technische Herausforderung an die heterogene Integration von Komponenten in einem multifunktionalen, miniaturisierten, zuverlässigen Wafer-Level System-in-Package unter gleichzeitiger Berücksichtigung einer Kostenoptimierung.

Entsprechend sind die Forschungs- und Entwicklungsziele ausgerichtet auf:

- Evaluierung und Einsatz von neuen Materialien z.B. Polymere (< 200 °C Curing)
- Entwicklung von angepassten und neuen Fine-Pitch Interconnect-Strukturen (μ -Bumps, Cu-Pillar, Cu-Cu) auf Chip-/ Substratebene
- Entwicklung neuer Interconnect-Strukturen und Technologien (Low Temperature, Low Force) für sehr dünne Chips und Waferstacks
- BEoL-kompatible TSV-Integration (Via-middle, BS-Via, Via-last) für 3D-Systeme
- Heterogene Integration auf Basis von Interposern (Silizium, Glas)
- Angepasste Pre-Assembly-Technologien (Wafer Thinning/ Dicing) und Thin-Wafer-Handlingsprozesse
- Entwicklung von hochzuverlässigen 3D-Assemblierungstechnologien (D2W, W2W)

AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE

3D-Hybrid-Pixel-Detektormodule basierend auf UFXC32k-Auslese-Chips mit TSVs

Das Fraunhofer IZM und die AGH Universität für Wissenschaft und Technologie Krakau haben in einem gemeinsamen Projekt 3D-Pixel-Detektormodulen realisiert. Die Module basieren auf UFXC32k (Ultra Fast X-Ray Chip mit 32k-Kanälen) Auslese-Chips (ROCs), die mit Through-Silicon-Vias (TSVs) prozessiert wurden. Die ROCs haben 32.768 IOs und eine Gesamtgröße von 2 cm². Es wurde ein typisches Via-Last-Integrationsschema angewendet, um 100 μ m tiefe, kupfergefüllte TSVs in den 200 mm-ROC-Wafer einzubringen. Auf der Vorderseite der ROC-Wafer wurde ein Microbumping-Prozess durchgeführt, um das folgende Flip-Chip-Bonding der Wafer auf die entsprechenden Silizium-Sensorchips zu ermöglichen. Die ROC-Rückseite ist mit BGA-Pads versehen, so dass die Sensorchips mit den assemblierten ROCs direkt mit der Rückseite auf LTCC-Boards gebondet werden können, welche die Schaltkreisumgebung und die Schnittstellen zur nächsten Systemebene bereitstellen. Die vertikale Signalverarbeitung durch die TSVs in den ROCs macht Drahtbond-Verbindungen von den Seiten der ROCs überflüssig. Das ermöglicht eine dichtere Montage der ROCs in größeren Feldern mit minimierten Abständen.

Planare Einbett-Technologie für GaN-Leistungselektronik-Bauteile (Si-Bed)

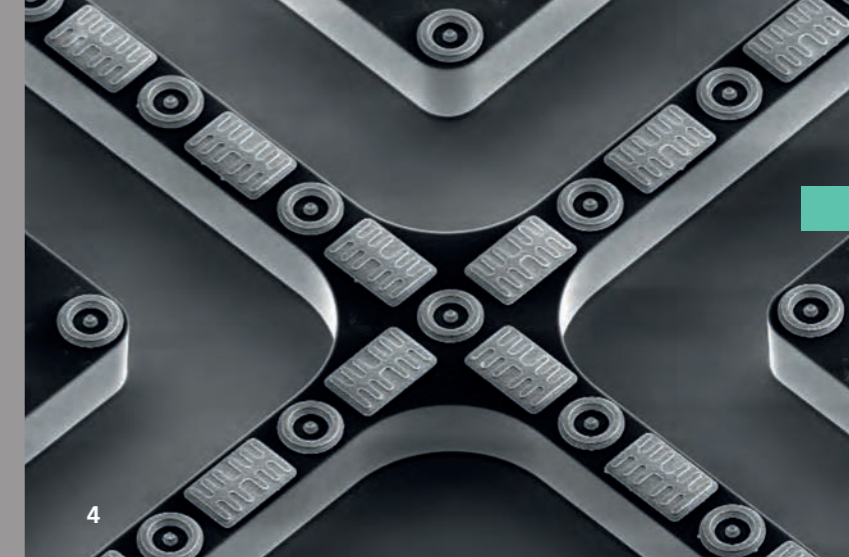
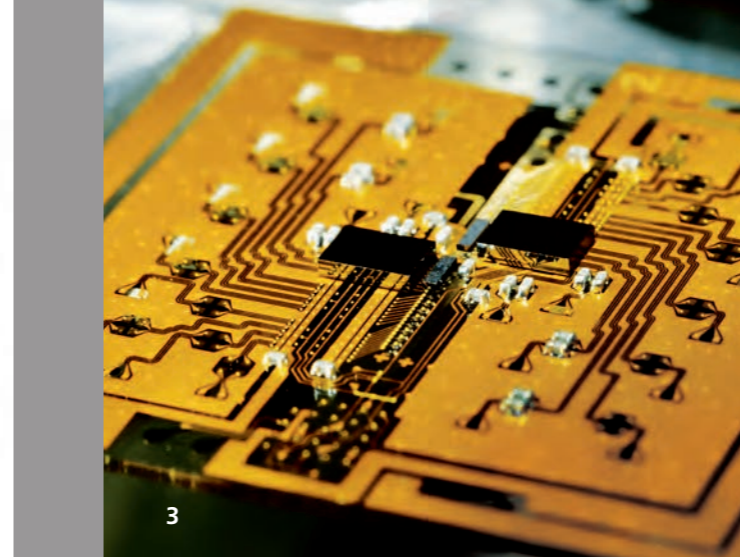
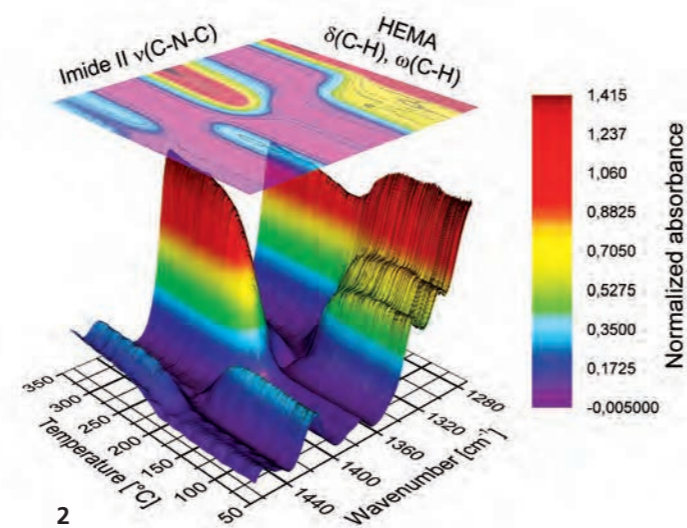
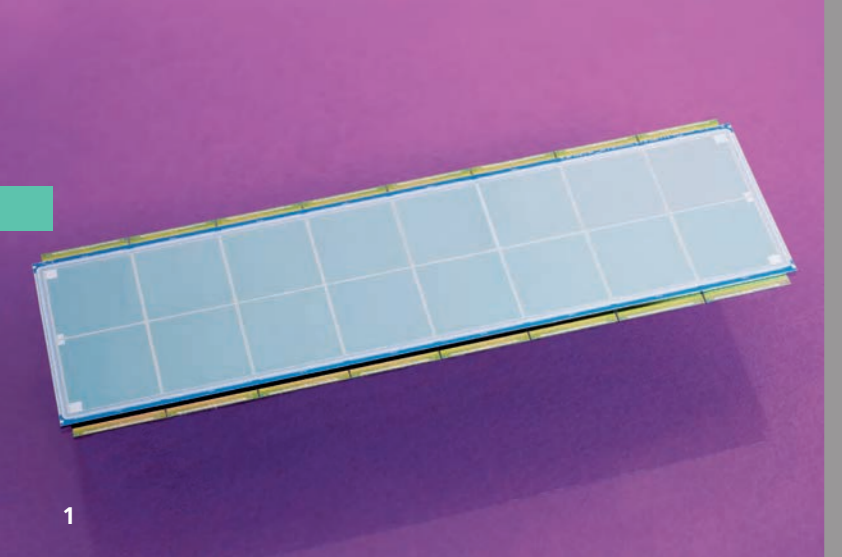
Gallium-Nitrid (GaN)-Leistungshalbleiter sind eine Schlüsselkomponente für die Energieversorgung und Elektromobilität, vor allem für die fortschreitende Miniaturisierung und Performance-Steigerung. Für eine erfolgreiche miniaturisierte Integration muss das Package für erweiterte Einsatztemperaturen inkl. effizienter Abfuhr der Verlustwärme ausgelegt sein und parasitär auftretende Induktivitäten und Kapazitäten, meist induziert von Drahtbonds in herkömmlichen Packaging-Lösungen, mindern. Im Projekt E2CoGaN entwickelt das Fraunhofer IZM einen Wafer-Level-Prozess für das Packaging von GaN-Leistungselektronik-Bauteilen und nutzt dafür eine neuartige planare Einbett-Technologie. Das Ziel ist u.a. die Herstellung von GaN-basierten Halbrückenschaltungen für die Weiterentwicklung von leistungselektronischen Umrichtern höchster Effizienz. Dafür werden ungehäuste GaN-Front-End-Leistungshalbleiter (HEMT-Chips) in mit geätzten Kavitäten strukturierten 200 mm-Si-Wafern assembliert und eingebettet. Der planare Voll-Silizium-Ansatz ermöglicht die robuste thermische Ankoppelung des Moduls an einen Spreizer und Kühler mittels Sintern, was einen geringen thermischen Widerstand des Packages gewährleistet. Die Frontkontakte des Moduls werden mittels gängiger Wafer-Back-End-Technologien und BGA-Lötkegeln hergestellt. Dieser Lösungsansatz ergibt ein kompaktes, leistungsfähiges Modul, dessen Ausführung als BGA-Bauelement mit den üblichen Komponentenmontage-techniken auf Leiterplatten kompatibel ist.

1 3D-Hybrid Pixel-Detektor-modul basierend auf einem Sensor mit zwei ROCs

2 Mit Silizium-Embedding-Technologie hergestellte GaN-basierte Halbrücke

Leitung:
Oswin Ehrmann
oswin.ehrmann@
izm.fraunhofer.de
Telefon +49 30 46403 -124

M. Jürgen Wolf
juergen.wolf@
izm.fraunhofer.de
Telefon +49 351 795572 -12



Silizium-Pixel-Detektormodule für das CMS-Detektor-Upgrade am LHC - CERN

Seit der Entdeckung des Higgs-Teilchens und der Verleihung des Physik-Nobelpreises im Jahr 2013 forscht das CERN nach neuen Partikeln bei noch größerer Kollisionsenergie und Intensität der Protonenstrahlen im Large Hadron Collider (LHC). Um den gestiegenen Anforderungen bezüglich Rekonstruktionsgenauigkeit und Datenraten gerecht zu werden, wird der CMS-Detektor nun erneuert. Das bedeutet den kompletten Austausch des aktuellen Pixel-Detektors durch einen neuen, größeren Detektor. Hierfür hat das Fraunhofer IZM mehr als 300 Kameramodule für den innersten Teil des CMS-Detektors (Silizium-Pixel-Detektor) aufgebaut. Diese Grundbausteine des Detektors bestehen jeweils aus einem Silizium-Sensorchip (66 x 18 mm²) und 16 elektronischen Auslesechips, die mittels Flip-Chip-Technik auf den Sensor gebondet werden. Jedes Modul besitzt 66.560 Pixel, und jeder der Pixel (150x100µm²) auf dem Sensor ist durch einen 30µm-Lotbump mit der Auslezelle verbunden. Für eine hohe Ausbeute bei der Herstellung wurden zusätzliche Schritte zur Qualitätssicherung implementiert: Neben den etablierten optischen Inspektionsmethoden erfolgen eine hundertprozentige 2D- und 3D-Lotbumpinspektion auf den Auslesechip-Wafern, elektrische Funktionstests der Chips nach dem Sägen des Wafers beim Partner INFN und eine elektrische Sensorqualifizierung vor der Modulmontage.

In-situ-Charakterisierung des Aushärtungsprozesses von Dünnschichtpolymeren im Microelectronic Packaging

Zur Charakterisierung der chemischen Veränderungen während des thermischen Aushärtungsprozesses von Dünnschichtpolymeren wurde eine In-situ-Analysemethode entwickelt und angewendet. Die Methode erlaubt die Bestimmung des Umsatzgrades von Dünnschichtpolymeren in Abhängigkeit von Temperatur, Zeit und vorangegangenen prozessspezifischen Bedingungen (z.B. Lithographie). Basierend auf den experimentellen Daten wurde ein kinetisches Modell entwickelt, welches für die Charakterisierung des Aushärtungsprozesses von Dünnschichtpolymeren im festen Zustand geeignet ist. Das Modell ermöglicht ein besseres Verständnis der Prozessführung für verschiedene Polymere wie PI, PBO oder BCB und erlaubt eine Optimierung der gesamten Prozesskette. Dadurch können Anwendungen mit Temperaturlimitierung im Bereich des Wafer Level Packaging und der 3D-Integration gezielt adressiert werden. Die Arbeiten erfolgten in Kooperation mit dem Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V. (IPF).

Prozessentwicklung für das direkte Oxid-Oxid und Cu-Cu-Bonding (DBI)

Die Technologie »Hybrid Wafer-Bonding« wurde in einer Kooperation zwischen XPERI (Invensas) und dem IZM-ASSID für 300 mm-Wafer entwickelt. DBI ist eine Weiterführung der ZiBond-Technology der Firma Ziptronix, welche elektrische Verbindungen mit einem Pitch von wenigen Mikrometern und 1,5 Millionen Verbindungen pro cm² ermöglicht. ZiBond® ist eine homogene (z.B. Oxid zu Oxid) Niedrigtemperatur-Direktbonding-Technologie, die feste Verbindungen zwischen Wafern oder Chips mit gleichem oder auch unterschiedlichem thermischen Ausdehnungskoeffi-

zienten (CTE) ermöglicht. Durchgeführt auf leading-edge Prozesstools mit hochentwickelten CMP-Materialien, erzielt der Prozess dem neuesten Stand der Technik entsprechende Planarisierungsergebnisse. Für die elektrischen Verbindungen mittels Bonding von 300 mm-Wafern wurde ein Testchip-Design des Fraunhofer IZM-ASSID verwendet: zwei halbe Chips mit jeweils zwei benachbarten Daisy-Chains und 6.656 Interconnects pro Chain. Es konnte eine Ausbeute von > 95 Prozent nachgewiesen werden. Zu den Vorteilen der DBI-Technologie zählen die Realisierung von Fine-pitch-3D-Interconnects im Bereich von < 10µm bis 1µm oder weniger, eine hohe Bandbreite zur potenziellen Erhöhung der I/O sowie eine höhere Leistung durch verbesserte elektrische und thermische Eigenschaften. Darüber hinaus kann eine bessere Ausbeute durch eine minimierte Wölbung während der Montage erzielt sowie eine Kostenreduktion aufgrund eines kürzeren und vereinfachten Herstellungsprozesses erreicht werden.

Glas-Silizium-basierte Transceiver

Im Projekt HyPOT entwickelt das Fraunhofer IZM zusammen mit den Projektpartnern eine Hybridintegration eines Glas-Silizium-basierten Interposers für die Datenkommunikation bei einer Wellenlänge von 850 nm. Ein Glasinterposer mit elektrischen Glasdurchführungen (Through-Glass-Vias, TGVs) dient als Träger für die Siliziumkomponenten wie VCSELs, Photodiodenarray und Treiber-ICs. Die Herstellung des Glasinterposers erfolgt auf Wafer Ebene, was die Umsetzung einer hochdichten Verdrahtung und TGVs mit einem Durchmesser von 50µm in 300µm dickem Glas ermöglicht. Glas als Substratmaterial eignet sich aufgrund seiner geringen Verluste gut für das HF-Routing, um Datenraten von bis zu 28 Gbit/s/Kanal umzusetzen. Elektrooptische Elemente wie Photodioden und VCSELs werden mittels Flip-Chip-Verfahren auf das Glassubstrat montiert, in welchem der Pfad für die optischen Signale verläuft und Fresnel-Linsen zur Strahlformung individuell konzipiert und monolithisch eingebettet sind. Der Flip-Chip-Ansatz ermöglicht zudem eine verbesserte Kühlung der Komponenten von der nicht aktiven Rückseite.

Interposer mit Flüssigkeitskühlung

Die Betriebstemperatur ist ein limitierender Faktor für die Rechenleistung von Prozessoren. Um dennoch eine zunehmende Rechenleistung zu ermöglichen, bedarf es einer effektiveren Kühlung und eines innovativen Energiemanagements. Im Rahmen des Projektes CarrICool arbeitete das IZM-ASSID an einer flüssigkeitsbasierten Kühlung durch die neuartige Integration von horizontalen und vertikalen Mikrofluidkanälen. Die Mikrokanäle sind wasserdicht in den elektrisch voll funktionalen Cu-TSV- Interposer-Stack integriert. So kann der Hochleistungsprozessor erstmalig auch von der Unterseite effektiv gekühlt werden. Zusammen mit einer auf der Oberseite des Prozessors integrierten mikrofluidischen Kälteplatte ermöglicht diese doppelseitige Kühlkonfiguration die Abführung von 672 W Wärme von einer 4 cm² kleinen Prozessorfläche bei einer Kühlmittel-Temperaturerhöhung von nur 60 °C. Im Vergleich zu der Leistung einer Haushaltskochplatte entspricht dies auf der gleichen Fläche der 40-fachen Heizleistung.

1 Pixel-Detektormodul für das CMS-Detektor-Upgrade am LHC/CERN

2 Polyimidbildung in dünnen Filmen gemessen mit temperaturabhängiger in-situ FT-IR-Spektroskopie

3 Glasinterposer-basierter 4-Kanal-Mid-Board-Optical Transceiver

4 REM-Aufnahme einer Interposershälfte mit Gräben im Silizium, die nach dem Bonden beider Hälften einen Mikrokanal für die Flüssigkühlung bilden

FORSCHUNGS-CLUSTER MATERIALIEN & ZUVERLÄSSIGKEIT



MATERIALIEN & ZUVERLÄSSIGKEIT AM FRAUNHOFER IZM

Zuverlässigkeit und Umweltverträglichkeit sind Eigenschaften, deren Bedeutung bei der Entwicklung elektronischer Baugruppen und Systeme in den letzten Jahren stark zugenommen hat. Das Fraunhofer IZM kombiniert schon seit der Gründung Forschung auf dem Gebiet der Zuverlässigkeit elektronischer Baugruppen sowie deren Umwelteigenschaften mit der Entwicklung neuer Technologien. So werden auf der Grundlage von Modellen zum Materialverhalten und zur mechanischen Zuverlässigkeit Bewertungen von Materialien bis hin zu Systemen durchgeführt. Dabei kommen neben Simulationsverfahren auch laseroptische, röntgenographische und werkstoffkundliche Untersuchungen einzeln und in Kombination zur Anwendung.

HIGHLIGHT 2016

Mit fundierten Ökobilanzen zu nachhaltigen Designentscheidungen

Langlebige Elektronikgeräte können einen wichtigen Beitrag zu einer nachhaltigen Gesellschaft leisten. Das Fraunhofer IZM unterstützt Hersteller bei der Entwicklung und Umweltoptimierung entsprechender Produktkonzepte. Dank einer umfassenden Ökobilanz des modularen Fairphone 2 konnte aufgezeigt werden, mit welchen Umweltauswirkungen die Produktion eines Smartphones verbunden ist und wie ein modularer Ansatz zu einer verbesserten Ökobilanz führen kann.

Der CO₂-Fußabdruck als Maßzahl für den Beitrag zum Klimawandel des Fairphone 2 über eine Lebensdauer von drei Jahren beträgt etwa 44 kg CO₂-Äquivalente. Davon werden 80 Prozent bereits in der Herstellungsphase verursacht. Den wesentlichen Anteil liefern die aufwändig gefertigten Halbleiterbauelemente und die Leiterplattenherstellung. Auch die Modularisierung des Smartphones verursacht zunächst weitere Umweltlasten, insbesondere für Board-zu-Board-Stecker und Modulgehäuse.

Die zusätzliche Leiterplattenfläche für die hinzukommenden Steckverbinder macht sich ebenfalls in der Ökobilanz bemerkbar. Andererseits werden diese Umweltauswirkungen mehr als ausgeglichen, wenn die Nutzer das Gerät im Schadensfall deutlich einfacher und kostengünstig durch den Austausch einzelner Module selber reparieren und somit in Verwendung halten können. Display und Batterie tragen gegenüber den Elektronikbaugruppen vergleichsweise weniger zum Treibhauspotenzial bei, sind jedoch häufig die lebensdauerbegrenzenden Komponenten. Daher sollten die Batterie bei nachlassender Kapazität und das Display im Schadensfall einfach austauschbar sein, um die elektronischen Baugruppen möglichst lange verwenden zu können. Modularisierung bietet zudem die Möglichkeit, ein Smartphone aufzurüsten, so dass es mit den Bedürfnissen der Nutzer »mitwächst«, statt durch ein neues Gerät ersetzt zu werden. Damit steigen jedoch auch die Anforderungen an Langzeitkompatibilität und Zuverlässigkeit.

In jedem Fall helfen die Erkenntnisse aus einer fundierten Ökobilanz dabei, Designentscheidungen zu treffen, Produkt- und Geschäftsstrategien anzupassen und Prioritäten für eine ökologische Optimierung einzelner Herstellungsprozesse abzuleiten.

Kontakt:
Karsten Schischke
karsten.schischke@
izm.fraunhofer.de

*Wie kann man die
Ökobilanz von Smart-
phones verbessern?*

ENVIRONMENTAL & RELIABILITY ENGINEERING

Die Abteilung

Die Berücksichtigung von Zuverlässigkeits- und Umweltaforderungen in der Entwicklung ist mittlerweile ein anerkanntes Qualitätsmerkmal, das auch jenseits der Erfüllung gesetzlicher Forderungen stattfindet. Die Abteilung »Environmental and Reliability Engineering« unterstützt technische Entwicklungen auf dem Weg zur Marktreife durch Umwelt- und Zuverlässigkeitsuntersuchungen von der Nanocharakterisierung bis zur Bewertung und Optimierung auf Systemebene.

Es werden sowohl disziplinübergreifende Ansätze weiterentwickelt als auch konkrete Industrieanfragen bearbeitet:

- Systemzuverlässigkeit von der AVT bis zur Produktebene
- Design for Reliability und Lebensdauersimulationen
- Materialcharakterisierung und Modellierung
- Thermisches Design, Thermal-Interface-Charakterisierung
- Kombinierte und beschleunigte Belastungstests
- Alterungs- und Ausfallanalysen, Probenpräparation und Analytik
- Testbarkeit und Online-Überwachung u. a. bei beschleunigter Alterung
- Methoden und Vorgehensweisen für Zustandsüberwachung von Elektronik
- Zuverlässigkeitsmanagement in der Entwicklung
- Eco-Reliability mikroelektronischer Konzepte
- Carbon Footprint, Green IT, Einsatz nachwachsender Rohstoffe
- EcoDesign, Lebenszyklusmodellierung
- Umweltgesetzgebung (u. a. RoHS, WEEE, EuP/ErP)

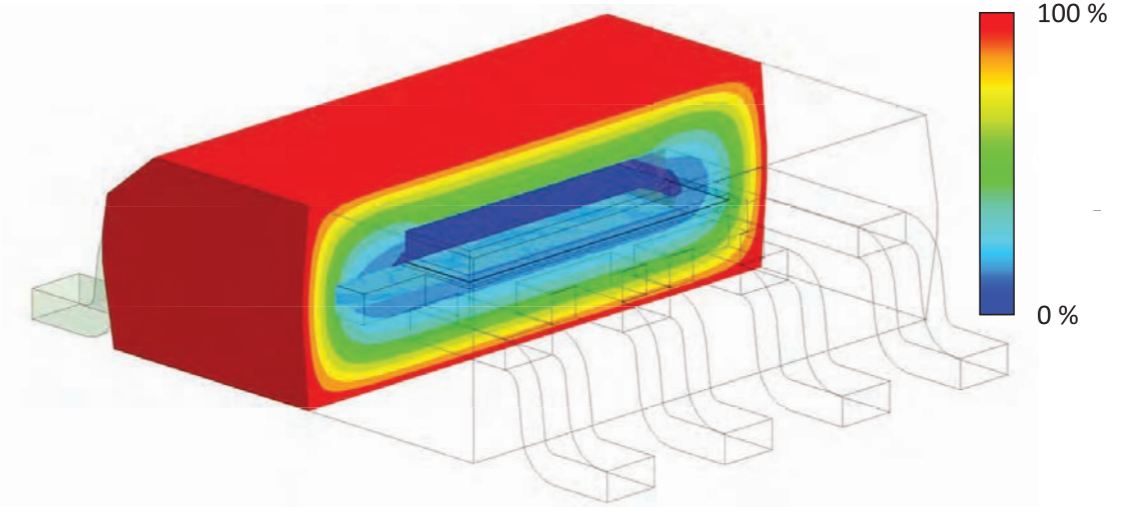
Trends

In der Vergangenheit waren Umweltschutzmaßnahmen fokussiert auf die Vermeidung von Umweltgiften und auf die Erhöhung der Energieeffizienz der produzierten Güter. Ein Großteil der Energie und der Materialien werden aber bereits durch die Herstellung selbst gebunden. Dementsprechend richtet sich die globale Zielstellung nun auf die Energie- und auf die Materialeffizienz, die durch eine »Circular Economy« erreicht werden sollen. Die Europäische Kommission hat dazu 2015 ein umfassendes Maßnahmenpaket formuliert. Auch in den Unternehmen wird dieses Thema derzeit vermehrt diskutiert. Es geht darum, dass Produkte bezüglich ihres Lebenszyklus geplant und optimiert werden sollen. Folgende, vielfältig auszugestaltende Bereiche gewinnen dabei an Bedeutung:

- Recycling
- Aufbereitung
- Wartungs- und Reparaturfähigkeit
- Modularisierung
- Langlebigkeit

Das Fraunhofer IZM bindet diese Aspekte der Nachhaltigkeit und Langlebigkeit in Zusammenarbeit mit seinen Partnern in laufenden und geplanten Forschungsprojekten verstärkt ein und berücksichtigt sie – einzeln oder kombiniert – in der Effizienzbewertung, bei der technologischen Umsetzung bis zur systembezogenen Zuverlässigkeitsabsicherung. Dabei finden sich vorwiegend folgende Anwendungsfelder:

- Mobile Endgeräte
- IKT und Netzwerktechnik
- Autonome Sensorik
- Leistungselektronik
- Photonik und Beleuchtung



AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE

Umweltwirkung und Langlebigkeit von mobilen Endgeräten

Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Smartphones sind nicht nur wichtige Aspekte für die Kundenzufriedenheit, sondern haben auch direkte Folgen auf die sich ergebende Umweltwirkung der Geräte. Nicht nur für die Hersteller gewinnt das Thema an Bedeutung, sondern auch für die Netzbetreiber, die einen großen Teil dieser Geräte umsetzen. Für die Deutsche Telekom untersuchte das Fraunhofer IZM daher die typische Nutzungsdauer von Smartphones und empfahl geeignete Maßnahmen zur Verlängerung der Nutzungsdauer beim Kunden sowie zur Weiterentwicklung von Hardwaretests zur Absicherung der Robustheit der Geräte.

Prozessnahe Mikro-Werkstoffcharakterisierung für die Lebensdauersimulation

Die korrekte Berücksichtigung der mechanischen Werkstoffeigenschaften bildet eine wichtige Grundlage für Modelle zur Absicherung der thermo-mechanischen Zuverlässigkeit. Gerade für dünne Metallschichten stellt dies eine besondere Herausforderung dar. Zum einen variieren die Eigenschaften je nach Prozessbedingung. Zum anderen sind diese Eigenschaften für Mikrostrukturen auch auf einer vergleichbaren Größenskala zu charakterisieren. Ein am Fraunhofer IZM entwickeltes Verfahren leitet diese Daten aus dem Nanoindruckversuch mit Hilfe eines Simulationsmodells ab. 2016 wurden hier weitreichende Fortschritte erzielt, die es ermöglichen, das Verfahren an Durchkontaktierungen von Leiterplatten anzuwenden.

Vorgehensweise zur Lösung von Feuchte- und Korrosionsproblemen

Mikroelektronische Systeme und Sensoren werden in immer extremeren Umgebungsbedingungen eingesetzt. Bei der gleichzeitigen Miniaturisierung nimmt so das Risiko für Ausfälle durch elektrochemische Degradationsmechanismen zu. Damit steigen die Anforderungen an die Integrationstechnologien zunehmend. Das Package muss vor Außeneinflüssen wie Feuchte und Salze geeignet schützen, damit die elektrochemischen Prozesse im Inneren verlangsamt und Degradationseffekte im Nutzungszeitraum nicht relevant werden. Eine im vergangenen Jahr entwickelte ganzheitliche Vorgehensweise kombiniert Simulationen, Optimierungsalgorithmen und elektrochemische Messungen; so können derartige Fragestellungen applikationsspezifisch beantwortet werden.

Berechnung der Feuchteverteilung innerhalb eines Packages zur Bewertung des Risikos elektrochemischer Degradation

*Leitung:
Dr.-Ing. Nils F. Nissen
nils.nissen@izm.fraunhofer.de
Telefon +49 30 46403 -132*

*Dr.-Ing. Olaf Wittler
olaf.wittler@izm.fraunhofer.de
Telefon +49 30 46403 -240*

FORSCHUNGS-CLUSTER SYSTEMDESIGN



SYSTEMDESIGN
AM FRAUNHOFER IZM

Packaging- und Systemintegrationstechnologien sind die fundamentalen Bausteine aller modernen mikroelektronischen Systeme. Sie bestimmen u.a. deren physikalische und elektrische Funktionalitäten sowie deren Zuverlässigkeit. Aufgrund der Verwendung in rauen Umgebungsbedingungen, der Anwendung neuer Sensorprinzipien und steigenden Taktfrequenzen bzw. Datenraten müssen die Packaging- und Systemintegrationstechnologien weiterentwickelt und bezüglich ihrer elektrischen, thermischen und thermo-mechanischen Eigenschaften genauer charakterisiert und optimiert werden. Genau hier, in der Kombination von exzellenter Technologieentwicklung, ausgefeiltem elektrischem Design und elektrischen, thermischen und thermo-mechanischen Modellierungs-, Simulations- und Analysetechniken, liegt die Stärke des Fraunhofer IZM.

HIGHLIGHT 2016

Autonome Sensorknoten für die Land- und Energiewirtschaft

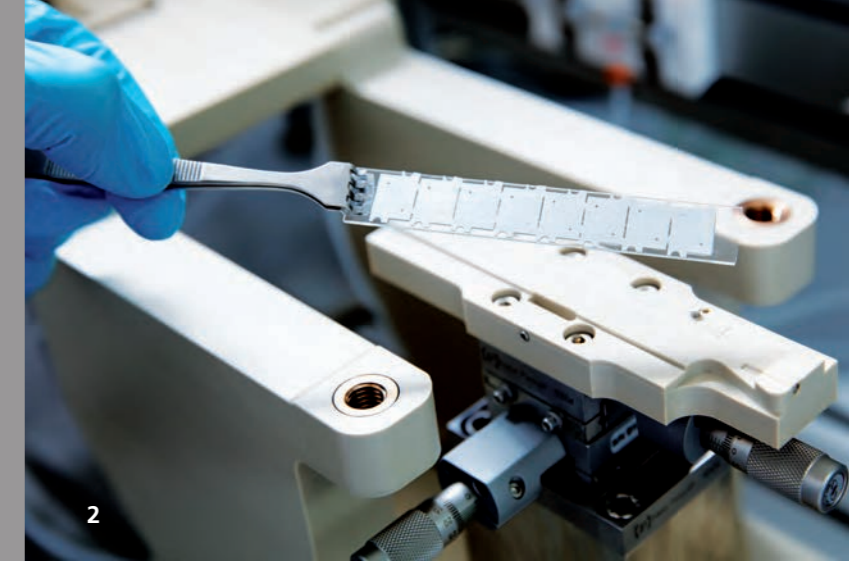
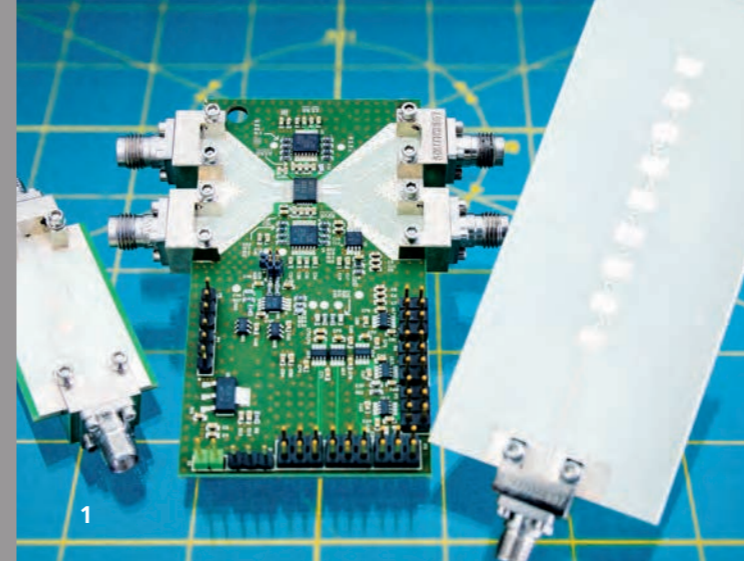
Je besser der Silierprozess gelingt, umso effizienter ist die Produktion von Biogas. Bislang fehlte es an einer geeigneten Sensorik, um den gesamten Prozess vom Auffahren des Silos bis hin zur Entnahme des Silagegutes überwachen zu können. Mit der vom Fraunhofer IZM und Partnern aus Wissenschaft (Julius-Kühn-Institut (JKI), Braunschweig) und Industrie (Esys GmbH, Berlin) entwickelten Multisensorik ist es erstmals möglich, kritische Parameter wie etwa die Verdichtung zu überwachen. Störgrößen im Laufe des Silierprozesses und nach der Entnahme können frühzeitig erkannt und beseitigt werden, bevor es zu einer Verminderung der Silagequalität kommt. Die Verwendung eines im Erntedaten-Management gängigen Software-Standards sorgt zudem dafür, dass die Sensordaten später in bereits etablierte landwirtschaftliche Softwarelösungen integriert und damit unmittelbar in die Praxis übertragen werden können.

Gemeinsam mit den Partnern JKI und Esys wurden auf der Basis von Vorversuchen geeignete Sensoren für die Messung von pH-Wert, Temperatur und Dichte festgelegt, eine energieminierte Signalaufbereitung konzipiert und der Entwurf für die Gehäuse entwickelt. Das Kommunikationskonzept sieht eine drahtlose Anbindung der Sensorknoten (169 MHz) an eine mobilfunkgestützte Internet-Bridge vor, welche die Daten an einen Webserver mit Datenbank weiterleitet. Die Ergebnisse sind über eine Web-API abrufbar. Eine Android-App für den mobilen Einsatz, z.B. für den Fahrer, dient der geografisch bezogenen Online-Darstellung der Messwerte. Für die Kalibrierung der Sensorik wurde vom JKI ein Modellsilo entwickelt und aufgefahren.

Eine besondere Herausforderung stellte die Entwicklung des Dichtesensors dar. Da die Sensorknoten die Dichte im laufenden Prozess messen sollen, sind klassische Prinzipien wie Wägung eines definierten Volumens nicht geeignet. Das Messprinzip muss zudem miniaturisierbar sein. Aus diesem Grund wurde der Mikrowellenstreufeldresonator als Messprinzip ausgewählt. Um die Kosten für den Sensor möglichst gering zu halten, wurde für den Sensor eine Frequenz von 2,4GHz gewählt, da hierfür kostengünstige Transceiverchips auf dem Markt erhältlich sind. Der Resonator wurde zunächst simuliert, im Rapid-Prototyping-Verfahren hergestellt und anschließend unter realen Bedingungen mit Erfolg getestet. Beim pH-Sensor wurde auf handelsübliche Sensoren zurückgegriffen, welche an das Gehäusekonzept angepasst wurden. Nach den ersten erfolgreichen Sensortests steht in diesem Jahr der Praxistest im realen Betrieb eines Silierzyklusses an.

Kontakt:
Christian Tschoban
christian.tschoban@
izm.fraunhofer.de

Sensorsystem zur Überwachung des Silierprozesses in der Biogasproduktion



RF & SMART SENSOR SYSTEMS

Die Abteilung

Die Abteilung »RF & Smart Sensor Systems« steht für die technologieorientierte Systemkompetenz des Fraunhofer IZM. Exemplarisch sind autonome Mikrosysteme zu nennen, deren Entwicklung vom eGrain über den autarken Sensorknoten bis hin zu »Cyber Physical Systems« im »Internet der Dinge« maßgeblich mitgeprägt wurden. Die Schwerpunkte der Arbeiten liegen bei:

- HF-Design und -Charakterisierung von Materialien, Packages und Komponenten
- HF-Systemintegration und Modulwurf unter Berücksichtigung von Signal- und Power-Integrität
- Entwurf und Realisierung autarker drahtloser Sensorsysteme
- Entwicklung von Mikrobatterien, Energieversorgung und -management
- Entwurf und Realisierung von Werkzeugen für den optimierten Entwurf von Mikrosystemen und Server-Client-Software-Architekturen

Die Arbeiten zur Realisierung anspruchsvoller Systeme für Kommunikations-, Radar- und Sensoranwendungen bauen auf dem Technologie-Know-how des Fraunhofer IZM auf und sind gekennzeichnet durch eine systematische, wissenschaftliche Vorgehensweise (M3-Ansatz), eine umfangreiche messtechnische Ausstattung sowie praktische Erfahrungen mit Modellierungswerkzeugen. Optimale Ergebnisse können in sehr kurzer Zeit, d. h. ohne teure und zeitaufwendige Iterationsschritte, erzielt werden.

Trends

Das »Internet der Dinge«, Industrie 4.0, Cyber Physical Systems – diese Schlagworte bestimmen weiterhin unsere Arbeiten. Die Machine-to-Machine-Kommunikation mit der sicheren Remote-Übermittlung von Daten nimmt an Bedeutung zu. Bei den Sensoren sind autarke Funksensorsysteme mit auf Energieeffizienz getrimmten Betriebssystemen und einer wirksamen Datenvorverarbeitung und -reduktion gefragt. Geschlossene Datenketten vom Sensor bis hinein in die IT-Infrastruktur sind für die Anwender wichtig.

Echtzeitfähigkeit, Robustheit, Sicherheit und hohe Datenraten sind wichtige Kriterien für die drahtlose Vernetzung. 5G-Mobilfunknetze und Kommunikationssysteme mit 60 GHz bieten hier Lösungen. Zusätzliche Funktionalitäten werden von steuerbaren Antennen erwartet. Ein Ansatz, der auch in der Radarsensorik genutzt werden kann. Hier wie auch bei den Funkschnittstellen liegt in der Kombination unterschiedlich frequenter Schnittstellen ein erhebliches Innovationspotential.

Die Bedeutung der Systemkonzeptionierung nimmt weiter zu, was eine stärkere Verzahnung des Schaltungsdesigns mit der Technologieentwicklung notwendig macht. Ein Hardware-Software-Codesign wird ebenso unabdingbar wie neue Konzepte zur Energieversorgung der autark operierenden Sensorknoten.

AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE

Miniaturisierte, kostengünstige Radarmodule

In einem Projektcluster wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer FOKUS und verschiedenen kleineren und mittleren Unternehmen mehrere kostengünstige Radarmodule entwickelt, deren Anwendungen auf das »Internet der Dinge« hinielen. Dabei lagen die Schwerpunkte auf dem RF-Frontend, dessen Integration sowie der passiven Steuerung von Detektionsbereichen. Ein optimierter Technologiemix aus Schaltung, Feed-Netzwerk sowie Aufbau- und Verbindungstechnologie gewährleistet kleine, kostenoptimierte und leistungsstarke Module. So reichen die in den Projekten eingesetzten Aufbautechnologien von der klassischen Leiterplatte über die Flex-Technologie bis hin zur Dünnschicht-Pi-Einbettungstechnologie.

Autarker Sensor für zustandsabhängige Wartung von Schienenfahrzeugen

Die gemeinsam mit den Partnern Bombardier, GfM, IMC, Deutzer Kohle, Lust Hybrid und der TU Berlin entwickelten robusten, wartungsfreien Funksensoren erlauben es, den Zustand der Radlager von Schienenfahrzeugen laufend zu überprüfen und rechtzeitig einen Instandhaltungsbedarf zu signalisieren. Die Daten eines Beschleunigungssensors werden einer Tiefendiagnose unterzogen und einmal täglich per Funk an einen zentralen Server übertragen. Ein induktiver Harvester versorgt den Sensor mit Energie, unterstützt von einem effizienten Energiemanagement und einer energieminierten Auslegung.

Druckbarer Batterieseparator für Lithium-Ionen-Mikrobatterien

In sehr kleinen Mikrobatterien sind druckbare Separatoren notwendig. Mittels Mikrodispensieren wurde ein auftragbarer (druckbarer) Separator entwickelt, der aus SiO₂-Nanofasern und einem Polymerbinder besteht. Die ionische Leitfähigkeit der 30 µm dicken Separatorschicht ist vergleichbar mit der herkömmlicher Separatoren. Bei einem Strom von 2C kann noch über 80 Prozent der Nominalkapazität entnommen werden. Die Zyklisierbarkeit ist identisch mit den Vergleichszellen. Es wurden Mikrobatterien mit einer Aktivfläche von 6 x 8 mm² hergestellt, die eine Kapazität von 0.8 mAh besitzen.

Thermische Online-Analyse

Erstmals wurde ein EDA-Tool für den Layout-Prozess einer Leiterplatte bereitgestellt, das während der interaktiven Platzierung der Bauteile simultan eine »Thermische Map« berechnet und visualisiert. Dies geschieht auf Basis der Verlustleistung der Bauteile. Die dafür notwendigen mathematischen Modelle wurden mit der IZM-Abteilung ERE erarbeitet. Mit diesem Add-On-Tool können frühzeitig thermische Probleme erkannt und damit Re-Design-Zyklen vermieden werden.

1 GHz-Radarsystem mit Richtantennen und einer Winkelauflösung von $\pm 4^\circ$

2 Herstellung einer Lithium-Ionen Mikrobatterie

Leitung:
Dr.-Ing. Ivan Ndip
ivan.ndip@
izm.fraunhofer.de
Telefon +49 30 46403 -679

Harald Pötter
harald.poetter@
izm.fraunhofer.de
Telefon +49 30 46403 -742

FRAUNHOFER IZM VERANSTALTUNGEN



Events und Workshops

Seite 62

Veranstaltungen 2017

Seite 68

Nachwuchsförderung am Fraunhofer IZM

Seite 70



EVENTS & WORKSHOPS

Eröffnung der Prototypenlinie für Mikrobatterien

Für viele Anwendungen, etwa aus dem Bereich Medizintechnik, sind die gegenwärtig am Markt verfügbaren Knopfzellen und Akkus zu groß oder nur schwer in Neuentwicklungen zu integrieren. Mit dem Ziel, künftig kleine und kleinste Sensoren autark mit Strom versorgen zu können, wurde eine Prototypenlinie zur Produktion von Mikrobatterien am Fraunhofer IZM in Berlin eröffnet. Der Schirmherr des Projekts, Dr. Robert Hahn, und Institutsleiter Prof. Klaus-Dieter Lang durchschnitten im Beisein von Gästen und Presse am 15. März 2016 das Band zur Inbetriebnahme der mehr als zehn Meter messenden Linie zur Batterieentwicklung und Montage, die in Zukunft gemeinsam von Fraunhofer IZM und TU Berlin genutzt wird. Ein Präzisionssiebdrucker, eine Substrat-Bond-Einrichtung und eine mikrofluidische Elektrolytfülleinrichtung machen die Herstellung kleinster, kundenspezifischer Mikrobatterien mit höchster Präzision möglich.

Als erste Produktintegration kommen bereits heute Mikrobatterien, die am Fraunhofer IZM entwickelt wurden, in einem durch das BMBF geförderten Hörgerät zur Anwendung, das direkt auf dem Trommelfell sitzt und mittels Infrarot-Ohrstöpseln aufgeladen wird. Darüber hinaus befinden sich flexible Mikrobatterien in der Entwicklung, die sich besonders gut zur Integration in tragbare Elektronik eignen. Auch Neuentwicklungen bei Chipkarten werden durch Prototypen aus der Mikrobatterielinie vorangetrieben.

Nachwuchstalente am Fraunhofer IZM

Am 30. März konnte das Fraunhofer IZM zum wiederholten Mal den Talent Take Off im Haus begrüßen. Diese Veranstaltung, organisiert von der Fraunhofer-Gesellschaft in Zusammenarbeit mit FemTec, bietet Schülern der 10. bis 13. Klasse aus ganz Deutschland die Möglichkeit, hinter die Kulissen wissenschaftlicher Einrichtungen zu schauen.

Nach einer Einführung zur Arbeit des Instituts konnten die Teilnehmer ihre Kreativität unter Beweis stellen. In dem Spiel »Die Eierflugmaschine« mussten die Schülerinnen und Schüler ein Konzept entwickeln, wie ein Ei aus einer Höhe von 4 Metern auf den Boden fallen kann, ohne zu zerbrechen – Packaging mal anders! Die Testphase verlief sehr erfolgreich. Und während die Ergebnisse des Wettkampfs ausgezählt wurden, gab es für die Teilnehmer Führungen durch verschiedene Labore und den Reinraum des Instituts.

Zum Abschluss der Veranstaltung wurden die erfolgreichsten »Eierwerfer« geehrt, und in einer Diskussionsrunde konnten sich die Nachwuchstalente bei IZM-Mitarbeitern über Studiums- und Ausbildungsoptionen im Bereich der Mikroelektronik informieren.

Fraunhofer ganz sportlich!

Beim Berliner Firmenlauf bewiesen die Berlin-Brandenburger Fraunhofer-Institute wieder gemeinsam einen langen Atem. 130 Läuferinnen und Läufer von Fokus, IPK und IZM traten am 27. Mai gemeinsam an. Unter dem Motto „...laufend am Forschen“ legten 48 IZM-Läufer und zwei Skater die 5,5 Kilometer lange Strecke zurück. Arsen de Mont hatte die schnellste Sohle und überschritt die Ziellinie nach nur 00:20:40 Minuten, gefolgt von Christian Ehrhardt mit

1 Die neue Mikrobatterielinie am Fraunhofer IZM in Betrieb

2 Talent Take-off am Fraunhofer IZM: Ein Ei hat den Sturz aus 4 Metern Höhe offenbar überlebt - das spricht für gutes Packaging!





1



2



3

00:21:03 Minuten. Nach dem sportlichen Großereignis schloss sich der gemütliche Teil an. In einem Festzelt konnten sich bei Grillfleisch und Bier die Füße erholen und der Teamerfolg wurde gefeiert.

Smarter World Tour: der IoT-Truck am Fraunhofer IZM

Das bayrische Unternehmen EBV Elektronik, langjähriger Partner der Fraunhofer-Gesellschaft, brachte am 15. Juni 2016 den »IoT-Truck« des niederländischen Halbleiterherstellers NXP an das Fraunhofer IZM in Berlin. In dem außen wie innen äußerst futuristisch anmutenden Fahrzeug werden über 150 IoT-Lösungen für Smart Home, Smart Living, Smart City und weitere Anwendungsbereiche präsentiert. Im Rahmen eines »Discovery Workshops« stand an diesem Tag auch in den Hallen des Fraunhofer IZM alles im Zeichen des »Internet of Things«: In einem weitgefächerten Vortragsprogramm durch Referentinnen und Referenten des Fraunhofer IZM, von EBV Elektronik und NXP sowie weiterer Elektrotechnikunternehmen konnten sich über 70 angemeldete Gäste über die aktuellen Trends rund um das IoT informieren und in den Pausen zusammen mit Schaulustigen, Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie Studierenden immer wieder im Truck die Anwendungsmöglichkeiten des Internet of Things hautnah erleben.

2nd Summer School on Optical Interconnects

Vom 1. bis 4. August 2016 lud die University of St. Andrews in Schottland, UK, zur »Summer School on Optical Interconnects« ein. Hier konnten sich Studierende in einer einzigartigen Atmosphäre über optische Verbindungen in allen hierarchischen Ebenen von Datenzentren austauschen. Neben Seagate Technology war auch das Fraunhofer IZM an der Organisation beteiligt und konnte sich nach Abschluss der Veranstaltung über mehr als 60 Teilnehmende freuen. Vier Tage lang konnten Doktoranden, junge Ingenieurinnen und Ingenieure und angehende Forscher in 8 Sessions an 26 Vorlesungen internationaler Fachleute teilnehmen. So waren neben dem Fraunhofer IZM Lehrende von Seagate, Huawei, IBM, der Universität von Cambridge und der TU Eindhoven vertreten.

Alle vier Jahre wieder: Electronics Goes Green

Vom 07. bis 9. September fand in Berlin die weltweit größte Konferenz zur Nachhaltigkeit in der Elektronik statt. Mehr als 160 Vorträge und Workshops brachten Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen, Umweltexperten und Technologen zusammen, um unter anderem über Grüne Elektronik, ihr Recycling und die zu schließende Kreislaufwirtschaft zu diskutieren. Die Kreislaufwirtschaft – auch Circular Economy genannt – war mit rund der Hälfte der Beiträge ein zentrales Thema der Konferenz. Neben der Fortführung und Verbesserung von Elektronikrecycling und dem weltweiten Management der Abfallströme ging es hier in mehreren Sessions um neue Geschäftsmodelle und bessere Reparaturmöglichkeiten für Elektronik.

Die Electronics Goes Green gilt als Trendbarometer und stellt die Weichen für neue Projekte und Kooperationen. Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen am Fraunhofer IZM brachten in zahlreichen Sessions ihre Expertise ein, stellten ihre Forschungsergebnisse vor und moderierten die Gesprächsrunden. Die Electronics Goes Green wird alle vier Jahre vom Fraunhofer IZM in Kooperation mit der TU Berlin organisiert und ist als Wegmarke längst nicht mehr wegzudenken.

Seminar »Polymere in der Mikroelektronik«: von der Adhäsion zur Zuverlässigkeit bei der Alterung

In mikroelektronischen Applikationen wird eine Vielzahl an unterschiedlichen Werkstoffen eingesetzt. Insbesondere Polymere, gefüllt wie ungefüllt, weisen Eigenschaftsprofile auf, die ein hohes Versagensrisiko mit sich bringen. Am 13. Oktober 2016 trafen sich am Fraunhofer IZM in Weßling-Oberpfaffenhofen rund 20 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus dem Bereich der Aufbau- und Verbindungstechnik in der Leistungselektronik zu einem Workshop über Fragen der Polymeralterung. In zahlreichen Vorträgen beschäftigten sich die Referentinnen und Referenten des Fraunhofer IZM Berlin und Oberpfaffenhofen mit den Grundlagen zur Polymer-Haftung, mit Fragen nach der Zuverlässigkeit bei extremer Feuchte-Beanspruchung oder mit der Abhängigkeit von Zeit und Temperatur. Auch die Möglichkeiten

Auswahl von Veranstaltungen unter Beteiligung des Fraunhofer IZM 2016

European 3D TSV Summit	Januar 2016, Grenoble
EIPC-Workshop: Metallization & Surface Finishes	Februar 2016, Berlin
Eröffnung der Mikrobatterie-Linie	März 2016, Berlin
IoT-Workshop im Rahmen der »Smarter World Tour«	Juni 2016, Berlin
Symposium: Manufacturing Technologies for Fan-out Panel Level Packaging	Juni 2016, Berlin
2. Summer School in Optical Interconnects	August 2016, St. Andrews
Electronics Goes Green 2016	September 2016, Berlin
OpTecBB Summerschool »Intelligente Systeme für autonomes Fahren«	September 2016, Berlin
4. Optical Interconnect in Data Centers Symposium	September 2016, Düsseldorf
Abschlussworkshop MATFLEXEND	September 2016, Wien
Workshop Polymere in der Mikroelektronik - von der Adhäsion zur Zuverlässigkeit bei der Alterung	Oktober 2016, Oberpfaffenhofen
Ausstellung und Workshop Neue Sensorsysteme für zukünftige UAV-Anwendungen	Oktober 2016, Berlin
»ANTICIPATING THE FUTURE«-Symposium	November 2016, Berlin
Workshop COB-SMT-Mischmontage, Leitfaden für die Praxis	Dezember 2016, Oberpfaffenhofen
Podiumsdiskussion »Think different – Umkehr der Pyramide zur Pflege und Betreuung von Demenzpatienten«	Dezember 2016, Berlin

1-2 Laufend erfolgreich - IZM-Kollegen beim Berliner Firmenlauf

3 Auf seiner Smarter World Tour macht der IoT-Truck Station am Fraunhofer IZM



und Grenzen der Simulation in diesem Bereich der Fertigungstechnologie wurden behandelt. Neben der Vermittlung von Kenntnissen zur Auswahl der Materialkombination von Polymeren im Anwendungsbereich Mikroelektronik gab es zudem ausreichend Raum zur Diskussion und die Möglichkeit zur Besichtigung des Standorts Weßling-Oberpfaffenhofen.

Drone Berlin 2016 – Workshop »Neue Sensorsysteme für zukünftige UAV-Anwendungen«

Vom 14. bis 15. Oktober 2016 bot der Berliner Adlershof convent. unter Beteiligung des Fraunhofer IZM mit Ausstellung und Workshop zum Thema »Neue Sensorsysteme für zukünftige UAV Anwendungen« einen Treffpunkt für Experten auf dem Gebiet der unbemannten Fluggeräte. Es wurden die Zukunftsperspektiven der unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten diskutiert. IZM-Kollegen demonstrierten die innovative miniaturisierte Sensorik des Instituts sowie neue Energieversorgungs- und Betriebskonzepte und Fusionsmethoden der Sensordaten.

Workshop »COB-SMT-Mischmontage: Leitfaden für die Praxis«

Die COB-Technologie (Chip-On-Board) zur Montage ungehäuster Chips, sogenannter Bare-Dies, erfolgt nahezu immer in Kombination mit der SMD-Montage (Surface-Mount Device) passiver Komponenten.

Am 17. November 2016 fand ein Workshop am IZM-Standort in Weßling-Oberpfaffenhofen statt, der alle relevanten Bereiche dieser Art der Mischmontage zum Thema hatte. Praxisorientierte Vorträge von Prof. Martin Schneider-Ramelow, Dr. Frank Ansorge und Karl-Friedrich Becker – beschäftigten sich mit den entscheidenden Aspekten; von den PCB-Oberflächen über den Die Attach bis hin zum Drahtbonds und der Verkapselung. Darüber hinaus wurden werkstoffkundliche Hintergründe sowie qualitätssichernde Maßnahmen und Analysemethoden beleuchtet. Die mehr als 30 Teilnehmerinnen

und Teilnehmer nutzten die Gelegenheit zum Gedankenaustausch zwischen den Vorträgen. Die Veranstaltung erwies sich als voller Erfolg, so dass für das Jahr 2017 eine Neuauflage des Workshops geplant ist – denn die COB-SMT-Mischmontage und das Know-how über die unterschiedlichen Problemfelder in diesem Bereich werden auch in Zukunft relevante Bestandteile erfolgreicher Elektronikfertigung bleiben.

AMA-Seminar zum Thema »Autarke Funksensoren«

Auch 2016 fand wieder das Weiterbildungsseminar zum Thema »Autarke Funksensoren« statt, welches das Fraunhofer IZM gemeinsam mit dem Fachverband für Sensorik und Messtechnik (AMA) veranstaltet. Ausgehend von der Frage »Was sind autarke Funksensoren und wo liegen interessante Einsatzfelder?« wurden aktuelle Trends und Anwendungen im Bereich der drahtlosen Sensornetze präsentiert.

4. Optical Interconnect in Data Centers Symposium

Das 4. Optical Interconnect in Data Centers Symposium bot im Rahmen der European Conference on Optical Communication (ECOC) ein weiteres Veranstaltungs-Highlight. Im Mittelpunkt standen leistungsstarke, kostengünstige und energieeffiziente optische Verbindungen in allen hierarchischen Ebenen von Datenzentren. Der Fokus der optischen Verbindungen in Datenzentren war auf on-board, board-to-board und rack-to-rack-Technologien gesetzt. Dazu sprachen Referentinnen und Referenten u.a. von Facebook, IBM, Huawei, Furukawa oder auch UCL. Mehr als 150 Gäste aus aller Welt konnten dies in vier Sessions verfolgen und während einer Round-Table-Diskussion ihre Eindrücke austauschen. Am PhoxTroT-Stand gab es außerdem die Möglichkeit, das Team um Tolga Tekin anzusprechen.



Messeauftritte des Fraunhofer IZM

Mit rund einem Dutzend Messeauftritten im In- und Ausland war 2016 wieder ein sehr aktives Messejahr für das Fraunhofer IZM. Gleich zwei Mal wurden aktuelle IZM-Entwicklungen in den USA präsentiert. Im Februar auf der Photonics West in San Francisco standen aktuelle Trends im Bereich der optischen Verbindungstechniken im Fokus, bei der ECTC im Juni drehte sich alles um den am Institut entwickelten Panel Level Packaging-Prozess.

Das Fraunhofer IZM auf der SMT in Nürnberg

Auch auf der IZM-Hausmesse in Nürnberg war ein am Fraunhofer IZM gefertigtes Panel im Format 610x457 mm² das Highlight am Stand. Neben dem Institutsstand und dem Gemeinschaftsstand Optoelektronik organisierte das Fraunhofer IZM bereits zum siebten Mal den Auftritt der Fertigungslinie »Future Packaging«, der in diesem Jahr unter dem Motto »Wir leben im Netz« stand. Mit 17 beteiligten Maschinenherstellern in der Linie und 18 Mitausstellern gab es in diesem Jahr einen neuen Teilnehmerrekord zu verzeichnen.

1 Verleihung des Green Electronics Council Catalyst Award auf der Electronics Goes Green 2016

2 Christine Kallmayer vom Fraunhofer IZM beim Pressegespräch auf der Compamed in Düsseldorf

Auswahl der Messeaktivitäten des Fraunhofer IZM 2016	
SPIE Photonics West	Februar 2016, San Francisco, USA
Smart Systems Integration	März 2016, München
SMT Hybrid Packaging	April 2016, Nürnberg
Sensor + Test	Mai 2016, Nürnberg
PCIM Europe	Mai 2016, Nürnberg
ECTC	Mai - Juni 2016, Las Vegas, USA
micro photonics	Oktober 2016, Berlin
DRONE	Oktober 2016, Berlin
SEMICON Europa	Oktober 2016, Grenoble, Frankreich
electronica	November 2016, München
Compamed	November 2016, Düsseldorf



VERANSTALTUNGEN 2017

Workshops am Fraunhofer IZM

Im Rahmen des Leistungszentrums Digitale Vernetzung bietet das Fraunhofer IZM mit dem Transferzentrum Hardware for Cyber Physical Systems (CPS) ab 2017 ein erweitertes Workshop-Programm in den folgenden Formaten:

TUTORIAL

In unseren Tutorials erwerben Sie fundiertes Wissen zu unterschiedlichen Themen der Aufbau- und Verbindungstechnik elektronischer Systeme.

LAB COURSE

In kleinen Gruppen von bis zu 12 Teilnehmern erleben Sie die neuesten technischen Entwicklungen hautnah im Labor und lernen, die Maschinen selbst zu bedienen.

INDUSTRIE-ARBEITSKREIS

In diesen Arbeitskreisen unter Leitung des Fraunhofer IZM werden Herausforderungen aus der industriellen Anwendung und Forschung mit Partnern aus der Industrie diskutiert.

TECHNOLOGIETAG

Die eintägigen Veranstaltungen bieten Ihnen die Gelegenheit, sich über Kernkompetenzen und Kooperationen unseres Instituts zu informieren.

KUNDENINDIVIDUELLE VERANSTALTUNGEN

Buchen Sie ein auf Ihre Bedürfnisse angepasstes Training direkt in Ihrer Firma oder am Fraunhofer IZM. Die genauen Inhalte legen Sie gemeinsam mit uns fest.

Sprechen Sie uns an:

Dr.-Ing. Stephan Guttowski
stephan.guttowski@izm.fraunhofer.de

Systemdesign

03.04. - 04.04., 06.11. - 07.11.2017

EMV-gerechtes Design leistungselektronischer Systeme (Lab Course)

www.izm.fraunhofer.de/lc_9

28.04.2017

Grundlagen der Charakterisierung dielektrischer Materialien (Tutorial)

www.izm.fraunhofer.de/t_4

03.05. - 04.05.2017

EMC in Power Electronics (Tutorial)

www.izm.fraunhofer.de/t_8

10.05.2017

Zuverlässigkeit und Test robuster Funksensorsysteme (Tutorial)

www.izm.fraunhofer.de/t_7

19.09.2017

Umgebungserfassende Radarsensorik (Tutorial)

www.izm.fraunhofer.de/t_2

20.09.2017

Umgebungserfassende Radarsensorik (Lab Course)

www.izm.fraunhofer.de/lc_3

28.11.2017

Autarke Funksensoren (Tutorial)

www.izm.fraunhofer.de/t_6

Integrationstechnologien

24.02.2017

Kolloquium »Silizium-Mikrosensoren« (Technologietag)

www.izm.fraunhofer.de/tt_10

15.03. - 17.03., 28.06. - 30.06., 06.12. - 08.12.2017

Kompaktseminar Drahtbondtechnologie (Tutorial)

www.izm.fraunhofer.de/t_17

22.03. - 24.03.2017, 03. - 05.07.2017

Bare-Die-Verarbeitung und -Montage in Flip-Chip- und Die-Attach-Technologie (Lab Course)

www.izm.fraunhofer.de/lc_20

20.04. - 21.04., 21. - 22.09. 2017

Leiterplattenoberflächen: Schichtabscheidung und deren Wechselwirkung mit Kontaktierverfahren (Lab Course)

www.izm.fraunhofer.de/lc_19

04.05.2017

Conformable Electronics (Tutorial)

www.izm.fraunhofer.de/t_13

31.05.2017

Packaging of Modular Power Electronics

www.izm.fraunhofer.de/t_16

06.09. - 08.09.2017

Chip-on-Board-Technologie (Lab Course)

www.izm.fraunhofer.de/lc_18

13.09.2017

Maßgeschneiderte siliziumbasierte Sensoren (Tutorial)

www.izm.fraunhofer.de/t_12

21.09.2017

»Vom Package zur Anwendung« (Kudentag)

22.09.2017

Eröffnung »Start-a-Factory«: Die modularen Entwicklungs- und Fertigungslabore am IZM

siehe Seite 30-31

29.09.2017

Low-Cost Packaging-Plattform für photonische Komponenten (Tutorial)

www.izm.fraunhofer.de/t_14

November 2017

Strukturintegrierte Elektronik (Technologietag)

www.izm.fraunhofer.de/tt_15

Materialien & Zuverlässigkeit

15.02., 15.05., 11.10.2017

Systemzuverlässigkeit von Aufbau- und Verbindungstechnologien (Industrie-Arbeitskreis)

www.izm.fraunhofer.de/ia_22

08.03., 01.06.2017

Umweltmanagement in der Elektronikindustrie (Industrie-Arbeitskreis)

www.izm.fraunhofer.de/ia_23

12.10. - 13.10.2017

Zuverlässigkeitsmanagement (Tutorial)

www.izm.fraunhofer.de/t_21

NACHWUCHSFÖRDERUNG AM FRAUNHOFER IZM

Die Zukunft unserer Branche fußt auf dem naturwissenschaftlichen Nachwuchs. Das Fraunhofer IZM fördert diesen seit 20 Jahren und profitiert schon lange selbst davon. Für die Rekrutierung der schlauesten Köpfe setzt das Institut die duale Berufsausbildung. Aber auch andere Möglichkeiten wie Praktika erlauben einen Einblick in die Ausbildungs- und Studiemöglichkeiten für naturwissenschaftliche (MINT-)Berufe. Auffällig und besonders erfreulich sind das zunehmende Interesse sowie die äußerst erfolgreiche Beteiligung junger Frauen.

Berufsorientierung für Schüler

Im Rahmen eines Projekttages Schule & Berufsorientierung besuchten uns im Januar acht Schülerinnen und Schüler des Leistungskurses Physik am Oberstufenzentrum Lise Meitner. Welche Berufe genau kann man am Fraunhofer IZM erlernen und wie sind die Zukunftsperspektiven? Das waren die Fragen, die den Jugendlichen vor allem unter den Nägeln brannten. Stefan Ast, einer der Ausbildungsbeauftragten des Fraunhofer IZM, stellte den Beruf des Mikrotechnologen vor und beantwortete alle Fragen geduldig. Bei einem anschließenden Rundgang durch den Reinraum und verschiedene Labore konnten sich die Jugendlichen gleich ein Bild von den Arbeitsbereichen eines Mikrotechnologen machen - live und in Farbe.

Mädchen voran - Girls' Day am Fraunhofer IZM

Der Girls' Day ist schon seit vielen Jahren eine liebgewordene Tradition am Fraunhofer IZM und die beteiligten Kolleginnen und Kollegen freuen sich im Vorfeld auf ihre neugierigen jungen Gäste. Nach einer kurzen Einführung gab es für die Mädchen Einblicke in alle Bereiche des Instituts. Vom Metallgraphielabor bis hin zum Reinraum konnten sie den IZM-Technologinnen und -Technologen bei der Arbeit zusehen und auch selber aktiv werden. So konnten die Mädchen ein eigenes Teelicht löten, elektronische Bauteile bearbeiten und analy-

sieren oder auch untersuchen, wie gut Smartphones und Tablets für die Recycling-Aufarbeitung geeignet sind. Es war ein spannender Tag, der allen Beteiligten viel Spaß gemacht hat.

»Intelligente Sensorsysteme für autonomes Fahren«

Die sechstägige Summer School wird von OpTecBB unter Beteiligung verschiedener Firmen und Institute aus Berlin und Brandenburg organisiert. An einem Veranstaltungstag waren die Teilnehmerinnen und Teilnehmer, hauptsächlich Studierende der Ingenieur- und Naturwissenschaften ab dem vierten Fachsemester, am Fraunhofer IZM zu Gast.

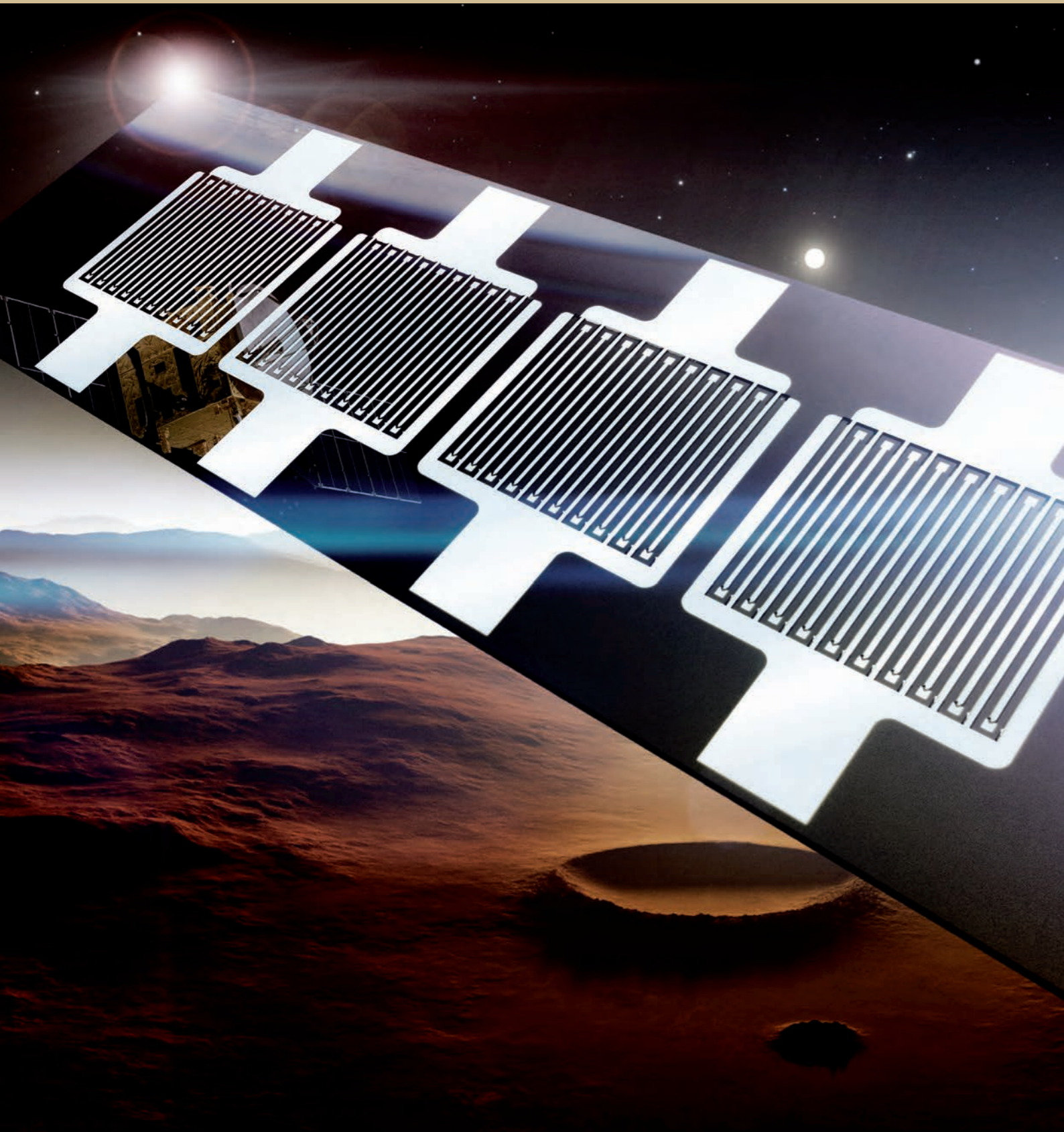
Ausbildungserfolge am Fraunhofer IZM

Zwar gab es 2016 ausnahmsweise keine Auszeichnung als »Bester Auszubildener« zu vermelden, aber ein besonders erfolgreiches Jahr war es dennoch. Zum ersten Mal konnten 2016 vier – so viele wie noch nie vorher – am Fraunhofer IZM ausgebildete Mikrotechnologen nach erfolgreichem Abschluss der Ausbildung am Institut als technische Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter übernommen werden.

*Selber Hand anlegen beim
Girls' Day am Fraunhofer IZM*



FRAUNHOFER IZM FACTS & FIGURES



Das Fraunhofer IZM in Fakten und Zahlen	Seite 74
Auszeichnungen	Seite 76
Dissertationen, Editorials, Best Paper	Seite 80
Vorlesungen	Seite 81
Mitgliedschaften	Seite 82
Kooperationen mit der Industrie	Seite 84
Publikationen	Seite 86
Patente und Erfindungen	Seite 92
Kuratorium	Seite 93
Kontaktadressen	Seite 94
Impressum	Seite 97



DAS FRAUNHOFER IZM IN FAKTEN UND ZAHLEN

Finanzielle Situation

Das Jahr 2016 verlief für das Fraunhofer IZM durch den erfolgreichen Start von mehreren großen Firmenkooperationen sehr zufriedenstellend. Es gelang, die Erträge von deutschen und internationalen Industrieunternehmen sowie Wirtschaftsverbänden auf 14,4 Millionen Euro zu erhöhen, was einem Anstieg um 29,7 Prozent entspricht. Das Fraunhofer IZM konnte so 48,8 Prozent seiner Kosten durch Projekte aus der Wirtschaft finanzieren.

Auf dieser Basis wurde der Umsatz des Fraunhofer IZM im Jahr 2016 um weitere 4,8 Prozent auf eine Summe von 29,5 Millionen Euro gesteigert. Der Bereich der öffentlich geförderten Projekte blieb gegenüber dem Vorjahr mit einem Projektvolumen von 10,8 Millionen Euro stabil.

Das Fraunhofer IZM deckte im Jahr 2016 seinen Betriebshaushalt somit zu 85,5 Prozent durch eingeworbene externe Erträge. Insgesamt konnten 25,2 Millionen Euro für die Finanzierung der laufenden Projekte eingebracht werden.

Geräteinvestitionen

Für laufende Ersatz- und Erneuerungsinvestitionen wurden im Jahr 2016 Eigenmittel in Höhe von 1,3 Millionen Euro aufgewandt.

Diese Mittel wurden eingesetzt, um die Geräteausstattung des Fraunhofer IZM mit gezielten Einzelmaßnahmen in großem Umfang zu verbessern und die Effizienz vorhandener Anlagen zu erhöhen.

Weitere 0,6 Millionen Euro flossen in verschiedene kleinere Baumaßnahmen. Hierbei wurden Detailverbesserungen und Anpassungen vorgenommen, um die Leistungsfähigkeit des Fraunhofer IZM zu erhöhen und neue Anforderungen der Arbeitssicherheit umzusetzen.

Personalentwicklung

Durch den wirtschaftlichen Erfolg konnten am Fraunhofer IZM auch im Jahr 2016 zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen werden. Der Personalbestand stieg von 227 auf 235 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an den Standorten Berlin, Dresden/Moritzburg und Oberpfaffenhofen. Der Standort Oberpfaffenhofen wurde zum 1. Januar 2017 in die Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT überführt.

Zusätzlich bietet das Institut Studentinnen und Studenten die Möglichkeit, ihr Studium mit praktischer wissenschaftlicher Arbeit in den Büros und Laboren des Fraunhofer IZM zu verbinden. Zum Jahresende 2016 wurden 132 Praktikanten, Diplomanden und studentische Hilfskräfte am Fraunhofer IZM betreut.

Wie in den vergangenen Jahren sorgt das Fraunhofer IZM auch weiterhin für die Bereitstellung von Ausbildungsplätzen. Im Jahr 2016 wurden insgesamt 10 Auszubildende als Mikrotechnologen, Kauffrau für Bürokommunikation und Kauffrau/Kaufmann für Büromanagement ausgebildet.

Das Fraunhofer IZM 2016

Umsatz	29,5 Millionen Euro
Externe Erträge	25,2 Millionen Euro (entspricht 85,5 Prozent)
Standorte	Berlin, Dresden und Oberpfaffenhofen
Mitarbeitende	377 (davon 132 Studierende, Diplomanden, Praktikanten und 10 Azubis)



AUSZEICHNUNGEN

Elektronik für hohe Temperaturen gerüstet

Ob in Solar- und Windkraftanlagen oder in Hybrid-Autos: Dort, wo es elektrische Antriebe braucht, die Gleichstrom in Wechselstrom wandeln, wird es heiß. Mehr als 175 Grad muss die Leistungselektronik in den Wechselrichtern aushalten – und ebenso die Verbindungstechnologie, die die einzelnen Komponenten in den Modulen zusammenhält. Als Fachmann für metallische Verbindungen verschreibt sich Dr. Matthias Hutter seit knapp 20 Jahren am Fraunhofer IZM der Suche nach neuen Verbindungen, um Elektronik für den Einsatz bei hohen Temperaturen zu rüsten. Zu den Technologien, die der studierte Werkstoffwissenschaftler maßgeblich vorantreibt, gehören das Lötten von elektronischen Baugruppen und die dazugehörige Schadensanalyse, das Transient Liquid Phase Soldering sowie das Silbersintern. Eine spezielle Zinn-Kupfer-Verbindung, die den Schmelzpunkt in Powermodulen auf über 400 Grad erhöht. Wird die maximale Temperatur nicht ausgereizt, vervielfältigt sich dafür die Lebensdauer und damit die Zuverlässigkeit des Moduls. Im Jahr 2010 mündet der technologische Durchbruch Hutters in eine Patentanmeldung – nicht die einzige im Laufe seiner Karriere. Das Transient Liquid Phase Soldering findet besonders in der Automobilindustrie Beachtung, da es als Alternative für bleihaltige Lote dienen könnte. Dafür wurde der Gruppenleiter am 16. Dezember mit dem Forschungspreis 2016 des Fraunhofer IZM ausgezeichnet.

Rolf Aschenbrenner erhält den SEMI Europe Award 2016

Für seine Pionierarbeit im Bereich der 3D-Integration wurde Rolf Aschenbrenner, stellvertretender Institutsleiter des Fraunhofer IZM, mit dem SEMI Europe Award 2016 ausgezeichnet. Der Preis wurde ihm von SEMI Europe-Präsident Laith Altimime am 6. März 2017 in München anlässlich des SEMI Industry Strategy Symposium überreicht.

Aschenbrenner teilt sich die Auszeichnung mit zwei Weggefährten – Eric Beyne vom imec in Belgien und Gilles Poupon von der französischen Forschungseinrichtung cea-LETI sind langjährige Kooperationspartner des Fraunhofer IZM. In seiner Laudatio hob Altimime besonders den persönlichen Beitrag der Preisträger zur rasanten Entwicklung von 3D-Integrationstechnologien hervor. Während Beyne und Poupon eher einen Silizium-basierten Ansatz der 3D-Integration verfolgen, wurde Rolf Aschenbrenner geehrt für seine Arbeiten auf dem Gebiet organischer Aufbauten für Embedding-Technologien und Panel Level Packaging.

Rolf Aschenbrenner arbeitet seit 1994 am Fraunhofer IZM, wo er neben seinen Aufgaben als stellvertretender Institutsleiter die Abteilung Systemintegration und Verbindungstechnologien (SIIT) leitet. Seit 2003 hat Rolf Aschenbrenner verschiedene hohe Funktionen innerhalb von IEEE CPMT wahrgenommen, unter anderem war er von Januar 2010 bis Dezember 2011 Präsident von IEEE CPMT. 2005 wurde er mit dem iNEMI International Recognition Award geehrt und 2013 erhielt er den IEEE CPMT David Feldman Award.

Hohe IMAPS-Auszeichnung für Ivan Ndip

Dr. Ivan Ndip wurde 2016 mit dem »John A. Wagon Technical Achievement Award« für seine bedeutenden wissenschaftlichen Beiträge in den Bereichen elektromagnetischer Modellierung, Hochfrequenz-Design und Optimierung mikroelektronischer Komponenten, Module und Systeme, insbesondere für Kommunikations- und Radarsensor-Anwendungen, ausgezeichnet. Die renommierte Auszeichnung wurde Dr. Ndip am 11. Oktober 2016 von der IMAPS Präsidentin Susan Trulli im Rahmen des 49. International Symposium on Microelectronics in Pasadena, Kalifornien, USA überreicht.

Dr. Ndip leitet die Abteilung RF & Smart Sensor Systems am Fraunhofer IZM in Berlin. Er ist Autor bzw. Koautor von mehr als 150 Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften und auf Fachkonferenzen. Er hat mehrere Best-Paper-Preise auf führenden internationalen Konferenzen erhalten und ihm wurde der Tiburtius-Preis (Preis der Berliner Hochschulen) verliehen, der jährlich für herausragende Doktorarbeiten vergeben wird. Dr. Ndip ist ein Fellow von IMAPS und Senior Member von IEEE.

Best Paper Award für Thomas Löher und sein Team beim CPMT-Symposium

Beim alljährlichen ICSJ, dem IEEE CPMT Symposium Japan, veranstaltet von der »Components, Packaging and Manufacturing Technology Society«, kurz: CPMT, das vom 7. bis 9. November 2016 in Kyoto, Japan stattfand, gewann Dr. Thomas Löher zusammen mit Stefan Karaszkiwicz, Lars Böttcher und Dr. Andreas Ostmann den Best Paper Award. Die Konferenz gehört zu den international führenden Tagungen rund ums Thema Packaging-Technologie.

Der preisgekrönte Beitrag trägt den Titel »Compact power electronic modules realized by PCB embedding technology« und zeigt aktuelle technologische Ansätze zum Embedding leistungselektronischer Komponenten in die Leiterplatte auf. Löher und seine Kollegen legen die sich daraus ergebenden spezifischen Anforderungen an Design und Komponenten dar und erläutern sie anhand von Ergebnissen aus der Praxis. Zudem beleuchten sie weiterhin bestehende Herausforderungen und Strategien zu deren Lösung und derzeitige Entwicklungstrends im Überblick.

IMAPS ehrt Martin Schneider-Ramelow mit Fellow of the Society Award

In Anerkennung seines herausragenden Engagements innerhalb der »International Microelectronics Assembly and Packaging Society« (IMAPS) wurde Prof. Martin Schneider-Ramelow von IMAPS zum Fellow ernannt. Die Auszeichnung wurde ihm im Rahmen des 49. International Symposium on Microelectronics überreicht, das vom 10.-13. Oktober 2016 in Pasadena (USA) stattfand.

IMAPS ist einer der größten internationalen Verbände von Unternehmen, Wissenschaftlern und Technikern im Bereich der mikroelektronischen Aufbau- und Verbindungstechnik und eine »Fellowship« ist die höchste Auszeichnung, die einem Mitglied angetragen werden kann. Prof. Schneider-Ramelow ist weltweit anerkannter Experte in der Aufbau- und Verbindungstechnik, speziell auf dem Gebiet der Qualität und Zuverlässigkeit von metallischen Kontakten. Am Fraunhofer IZM leitet er die Abteilung System Integration and Interconnection Technologies

1 Forschungspreisträger Dr.-Ing. Matthias Hutter (Mitte) mit dem Vorsitzenden des Preiskomitees Prof. Martin Schneider-Ramelow (links) und Institutsleiter Prof. Klaus-Dieter Lang (rechts)

2 SEMI Europe-Präsident Laith Altimime überreicht den SEMI Europe Award an Rolf Aschenbrenner

3 Thomas Löher erhält den Best Paper Award beim CPMT-Symposium in Kyoto



(SIIT) und lehrt darüber hinaus an der Technischen Universität Berlin. Seit 2009 ist Martin Schneider-Ramelow Vorsitzender von IMAPS Deutschland und seit September 2015 ist er als neuer Vorsitzender des European Liaison Committee (ELC) von IMAPS Europe außerdem für die Verbandsgeschicke auf europäischer Ebene zuständig.

DVS-Ehrenring für Klaus-Dieter Lang

Für seine außerordentlichen technisch-wissenschaftlichen Verdienste und für seine intensive Mitwirkung wurde Prof. Klaus-Dieter Lang, Institutsleiter des Fraunhofer IZM, der Ehrenring des »Deutschen Verbands für Schweißtechnik und verwandte Verfahren e.V.« verliehen. Dem langjährigen Mitglied des DVS-Vorstandsrats wurde die Auszeichnung am 19. September vom DVS-Präsidenten, Prof. Heinrich Flegel, im Rahmen der »Großen Schweißtechnischen Tagung« in Leipzig überreicht.

Der DVS existiert bereits seit 1897 und widmet sich als technisch-wissenschaftlicher Verband allen Belangen rund um das Fügen, Trennen und Beschichten. Mit rund 19.000 Mitgliedern und über 340 Bildungseinrichtungen nimmt er Einfluss auf Forschung, Nachwuchsarbeit, Technik, Normung und Zertifizierung. Der Ehrenring wird seit 1954 an herausragende Persönlichkeiten verliehen, die sich um zukunftsweisende schweißtechnische Verfahren in Forschung und Anwendung verdient gemacht haben.

Fraunhofer Cluster 3D Integration mit InCites Award geehrt

Das Fraunhofer-Cluster 3D Integration unter Leitung des Fraunhofer IZM-ASSID wurde auf der Semicon West in San Francisco mit dem »2016 3D InCites Award for Excellence in 3D Packaging Technologies« in der Kategorie »Research Institute of the Year« ausgezeichnet.

Das Cluster mit den beteiligten Fraunhofer-Instituten IZM, ENAS, IKTS, IIS/EAS und IPMS konnte sich gegenüber den weiteren Kandidaten Leti (Frankreich) und IME (Singapore) durchsetzen und wurde damit auf internationaler Ebene für die herausragenden Forschungsleistungen auf dem Gebiet der 3D-Systemintegration auf Waferebene gewürdigt. Cluster Chairman M. Jürgen Wolf nahm die Auszeichnung am 12.07.2016 entgegen.

Innovationspreis der deutschen Wirtschaft für biegsames, ultradünnes Glas

Biegsames Glas, dünner als ein Haar? Was eigentlich nach Zukunftsmusik klingt, wurde mit Hilfe des Fraunhofer IZM schon in die Gegenwart transponiert. Die Schott AG, einer der weltweit größten Produzenten von technischen Gläsern und langjähriger Forschungspartner des Fraunhofer IZM, gewann mit ihren ultradünnen Gläsern den Innovationspreis der deutschen

Wirtschaft in der Kategorie Großunternehmen. Dr. Frank Heinrich, Vorstandsvorsitzender der Schott AG, nahm den Preis am 16. April in Darmstadt entgegen. In seiner Dankesrede hob er besonders die enge Kooperation mit nationalen Instituten und Unternehmen hervor – nicht zuletzt, weil man so gemeinsam auch einen Beitrag zur Sicherung von Deutschland als Forschungs- und Technologiestandort leiste.

Das außerordentliche Material – lediglich 25 µm dick und damit halb so dick wie ein menschliches Haar – vereint Stabilität mit Flexibilität und ist für eine Vielzahl von Anwendungen geeignet. So werden Touchscreens deutlich bruchsicherer und auf vielfältige Weise (ver-)formbar. Nebenbei ist auch die Erkennung von Fingerabdrücken zur Ver- und Entschlüsselung von Smartphones durch die dünne Materialstärke erheblich genauer. Neben greif- und sichtbaren Anwendungen von Alltags Elektronik ist auch die Entwicklung neuer Bauteile im Inneren der Geräte betroffen, denn ultradünnes Glas ermöglicht neue Wege in der klassischen Halbleitertechnik oder auch neuartige Batterien.

»LCA to go« wird Werkstatt N-Projekt 2016

Der von der Bundesregierung eingesetzte Rat für Nachhaltige Entwicklung hat dem Projekt »LCA to go« vom Fraunhofer IZM das Gütesiegel Werkstatt N verliehen. Mit der Auszeichnung bündelt der Rat herausragende Ideen und Initiativen und bildet die Vielfalt, Energie und Kreativität einer nachhaltigen Entwicklung ab.

Auf dem Weg in eine nachhaltige Gesellschaft sind noch viele Hürden zu nehmen. Oft fehlt es an Technik und Know-how, Problemfelder auszumachen und genau zu beschreiben. Ein notwendiger erster Schritt in Richtung Nachhaltigkeit ist die Bezifferung der Ökobilanz von Produkten, Arbeitsabläufen oder ganzen Betrieben. Für kleine und mittelständische Unternehmen ist das meist eine Herausforderung, die sie kaum mit eigenen Mitteln bewältigen können.

Das Projekt »LCA to go« vom Fraunhofer IZM hat Webtools für verschiedene Branchen entwickelt, mit deren Hilfe Unternehmen innerhalb eines halben Tages eine übersichtliche Ökobilanz für Produkte oder Geschäftsmodelle erstellen können. Die in solch kurzer Zeit gewonnenen Erkenntnisse bieten eine Basis für weitere Optimierungen sowie für die Kommunikation mit Kunden und Geschäftspartnern. Von der Unterstützung durch »LCA to go« haben bereits über 100 Unternehmen profitiert, darunter auch Fairphone und MicroPro.

1 DVS-Präsident, Prof. Heinrich Flegel überreicht den DVS-Ehrenring an Prof. Klaus-Dieter Lang

2 M. Jürgen Wolf, Chairman des Fraunhofer-Clusters 3D Integration (links), gemeinsam mit den anderen Preisträgern des 2016 3D InCites Awards

3 Der IZM-Partner Schott AG wird mit dem Innovationspreis der deutschen Wirtschaft ausgezeichnet

BEST PAPER, EDITORIALS, DISSERTATIONEN

Best Paper

»Best Interactive Paper« auf der EPTC 2016

Auf der Electronics Packaging Technology Conference (EPTC) wurden die IZM-Wissenschaftler Kevin Kröhnert, Oswin Ehrmann, Klaus-Dieter Lang, Piotr Mackowiak und Ha-Duong Ngo als Co-Autoren der Publikation »HIPIMS in Full Face Erosion Circular Cathode for Semiconductor Applications« mit dem Best Interactive Paper Award 2015 ausgezeichnet. Der Preis wurde erst im Folgejahr während der EPTC 2016 bekannt gegeben und verliehen.

»Best Academic Paper« für Tanja Braun auf der EPTC 2016

Ebenfalls auf der EPTC 2016 wurde IZM-Wissenschaftlerin Tanja Braun für ihr Paper »Material and Process Trends Moving From FOWLP to FOPLP« geehrt. In dem Paper geht es um den vom Fraunhofer IZM maßgeblich mitbestimmten Trend vom Wafer- zum Panelformat für den Fan-out-Prozess. Brauns Co-Autoren sind Steve Voges, Michael Töpfer, Martin Wilke, Uwe Maaß, Max Huhn, Karl-F. Becker, Stefan Raatz, J.-U. Kim, Rolf Aschenbrenner und Klaus-Dieter Lang vom Fraunhofer IZM sowie drei Kollegen des US-Unternehmens Electronic Materials.

Karsten Schischke mit Best Paper Award geehrt

Bei der 8. International Scientific Conference Management of Technology (MOTSP) – Step to Sustainable Production, 2016, in Poreč, Kroatien wurden IZM-Wissenschaftler Karsten Schischke und seine Kollegen von reUse e.V. mit dem Best Paper Award ausgezeichnet für ihren Beitrag »Re-use: Achieving Sustainable Smart Mobile Devices Lifecycles Through Advanced Re-design, Reliability, and Re-use and Remanufacturing Technology«.

Löher, T.; Karaszkiwicz, S.; Böttcher, L.; Ostmann, A.

Compact Power Electronics Modules Realized by PCB Embedding Technology
Best Paper Award, IEEE CPMT Symposium Japan 2016, Kyoto, Japan (siehe S. 77)

Editorials

PLUS Journal (Eugen G. Leuze Verlag)

Lang, K.-D. (Mitglied des Redaktionsbeirats)

International Journal of Microelectronics and Electronic Packaging

Ndip, I. (Associate Editor)

Smart Systems Integration 2016 Conference Proceedings

Lang, K.-D. (Co-Editor)

Electronics Goes Green 2016 Conference Proceedings

Lang, K.-D. (Co-Editor)

Nissen, N. (Co-Editor)

Chancerel, P. (Co-Editor)

Dissertationen

Ehrhardt, C.

Transient Liquid Phase Soldering als Verbindungstechnik leistungselektronischer Halbleiter für Hochtemperaturanwendungen

Schörle, S.

Systemorientierte Impedanzsimulation eines Hochvolt-Bordnetzes am Beispiel Kraftfahrzeug

Wilke, M.

Plasmaätzen zur Herstellung von Siliziumdurchkontaktierungen mit kontrolliertem Seitenwinkel für die dreidimensionale Integration im Wafer Level Packaging

VORLESUNGEN

Technische Universität Berlin

Dr. B. Curran

- Design, Simulation and Reliability of Microsystems
- High-Frequency Measurement Techniques for Electronic Packaging

Dr. R. Hahn

- Miniaturisierte Energieversorgung / Energy Harvesting

Dr. J. Jaeschke

- FEM-Simulation von Mikrosensoren und -aktuatoren
- Zuverlässigkeit von Mikrosystemen
- Technologien und Werkstoffe der Mikrosystemtechnik

Prof. K.-D. Lang

- Aufbautechnologien für Mikroelektronik und -systemtechnik
- Aufbau multifunktionaler Elektroniksysteme
- Seminar Aufbau- und Verbindungstechniken der Mikroelektronik

Dr. I. Ndip

- Numerische Feldberechnung
- Elektromagnetische Verträglichkeit in elektrischen Systemen

Prof. H.-D. Ngo, Dr. J. Jaeschke

- Herstellungstechnologien von Halbleitersensoren

Dr. N. F. Nissen, Dr. A. Middendorf

- Umweltgerechtes Design elektronischer Systeme

Prof. M. Schneider-Ramelow

- Werkstoffe der Systemintegration

Dr. T. Tekin

- Photonic Packaging
- Antennen-Simulation
- Antennen

Universität Aalborg

Prof. E. Hoene

- Modern Power Semiconductors and their Packaging

HTW, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Dr. H. Walter

- Werkstoffe der Mikrosystemtechnik

Dr. R. Hahn

- Miniaturisierte Energieversorgungssysteme

Dr. H. Schröder

- Photonik

Dr. T. Tekin

- Nanotechnologie

MITGLIEDSCHAFTEN (AUSWAHL)

4M Multi Material Micro-Manufacture Association	E. Jung	Representative of Fraunhofer IZM
AMA Fachverband Sensorik, Wissenschaftsrat	Dr. V. Großer	Member
CATRENE – EAS Working Group on Energy Autonomous Systems	Dr. R. Hahn	Member
Cluster Optik Berlin/Brandenburg Photonik für Kommunikation und Sensorik	Dr. H. Schröder	Handlungsfeldsprecher
Deutscher Verband für Schweißtechnik DVS	Prof. K.-D. Lang	Executive Board
Deutscher Verband für Schweißtechnik DVS Arbeitsgruppe »Bonden«	Prof. M. Schneider-Ramelow	Chairman
Electronic Components and Technology Conference ECTC	Dr. H. Schröder	Optoelectronics Committee Chair
EOS European Optical Society	Dr. H. Schröder	Member
EURIPIDES Scientific Advisory Board	Prof. K.-D. Lang, M. J. Wolf	Member
European Photonic Industrial Consortium (EPIC)	Dr. H. Schröder	Representative Fraunhofer IZM
European Technology Platform on Smart System Integration (EPoSS)	H. Pötter	Member Executive Committee
IEEE Component, Packaging and Manufacturing Technology Society Technical Committees: Green Electronics Photonics - Communication, Sensing, Lighting IEEE CPMT German Chapter	R. Aschenbrenner Dr. N. F. Nissen Dr. T. Tekin R. Aschenbrenner	Fellow Technical Chair Technical Co-Chair Chair
IMAPS Signal/Power Integrity Committee	Dr. I. Ndip	Chair
IMAPS Executive Council	Dr. I. Ndip	Director
IMAPS Deutschland	Prof. M. Schneider-Ramelow	President

International Electronics Manufacturing Initiative iNEMI	R. Aschenbrenner	Representative of Fraunhofer IZM
International Technology Roadmap Semiconductors (ITRS)	M. J. Wolf	Chairman Europe
International SSL Alliance (ISA)	Dr. R. Jordan	International Liaison Chair China SSL
IVAM Fachgruppe Wearables	E. Jung	Technical Chair
Lange Nacht der Wissenschaften e. V. Berlin	H. Pötter	Representative of Fraunhofer
OpTec Berlin Brandenburg	Prof. K.-D. Lang	Executive Board
Photonics21 – Work Group Emerging Lighting, Electronics and Displays	Dr. R. Jordan Dr. H. Schröder	Members
Photonics West Optical Interconnects Conference	Dr. H. Schröder	Chair
SEMI Group Award Committee	Prof. K.-D. Lang	Member
Semiconductor Manufacturing Technology Sematech	M. J. Wolf	Member
Silicon Saxony e. V.	M. J. Wolf	Member
Smart Lighting	Dr. R. Jordan	Steering Committee
SMT/HYBRID/PACKAGING Kongress	Prof. K.-D. Lang	Head of Scientific Committee
VDMA, Fachverband Electronics, Micro and Nano Technologies	Dr. V. Großer	Member
Wissenschaftlich-technischer Rat der Fraunhofer-Gesellschaft	Dr. N. F. Nissen	Representative of Fraunhofer IZM
Zentrum für Mikrosystemtechnik Berlin	Prof. K.-D. Lang	Spokesman of the Board

KOOPERATIONEN MIT DER INDUSTRIE (AUSWAHL)

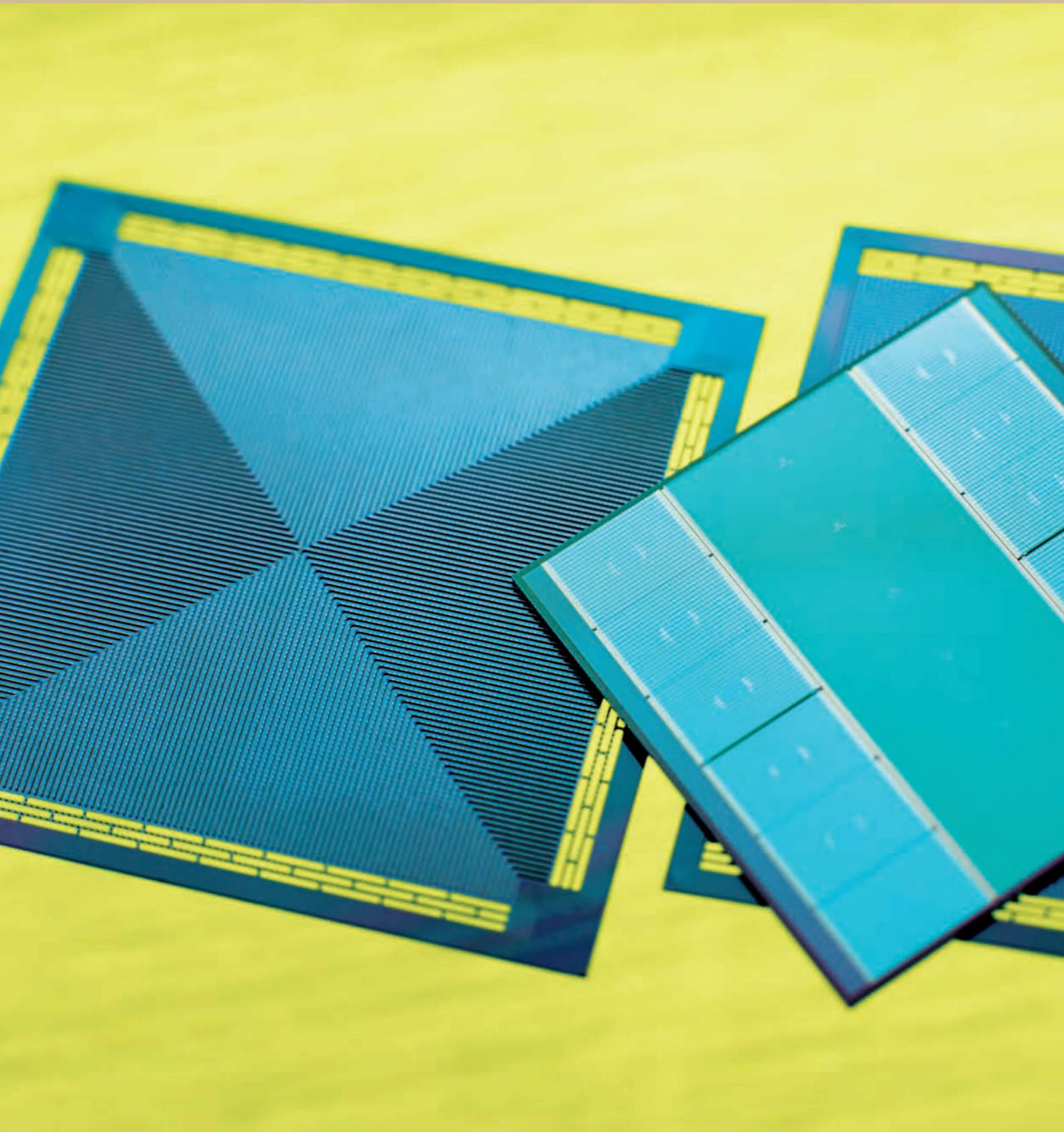
Advanced Semiconductor Engineering Inc.	Kaohsiung (TPE)
AEMtec GmbH	Berlin
AIM Infrarot-Module GmbH	Heilbronn
Airbus Defense & Space	Ulm
Allegro Micro Systems LLC	Worcester (USA)
alpha-board gmbh	Berlin
Altatech	Saint Ismier (FR)
AMO GmbH	St.Peter / Hart (A)
Apple Inc.	Cupertino, Austin (USA)
Applied Materials Inc.	Santa Clara (USA)
Asahi Glass Co., Ltd.	Tokyo (J)
AT&S AG	Leoben (A)
Atotech Deutschland GmbH	Berlin
ATV Technologie GmbH	Vattenstetten
AUDI AG	Ingolstadt
Austriamicrosystems AG	Unterpremstätten (A)
Awaiba GmbH	Nürnberg
Baker Hughes INTEQ GmbH	Celle
Baumer-Hübner GmbH	Berlin
Besi Netherlands B.V.	Duiven (NL)
Blackrock Microsystems LCC	Salt Lake City (USA)
BMW AG	München
Bosch	Renningen, Reutlingen
BrewerScience	Rolla (USA)
Broadcom Ltd.	Regensburg
Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG	Coburg
Bundesdruckerei GmbH	Berlin

Cascade Microtech GmbH	Thiendorf
COGO Optronics GmbH	Berlin, Boulder (USA)
Coinbau GmbH	Dresden
CONTAG GmbH	Berlin
Continental AG // Continental Automotive GmbH	Regensburg
Converteam SAS	Berlin
Corning Incorporated	Corning (USA)
Daimler AG	Stuttgart
Datacon GmbH	Radfeld (A)
Denso Corp.	Kariya (J)
Disco Corporation	Tokyo (J)
First Sensor AG	Berlin, Dresden
Endress & Hauser GmbH & Co. KG	Maulburg
ESYS GmbH	Berlin
EV Group (EVG)	St. Florian a.I. (A)
Evatec Advanced Technologies AG	Trübbach (CH)
Excelitas Technologies Corp.	Feldkirchen
FiconTEC Service GmbH	Achim
Finisar	D, USA
Fujifilm Electronic Materials	EU, USA
Fujitsu Technology GmbH	Augsburg
Gesellschaft für Maschinendiagnose mbH	Berlin
GLOBALFOUNDRIES INC.	Dresden
HELLA Fahrzeugkomponenten GmbH	Bremen
Heraeus Deutschland GmbH & Co. KG	Hanau
Hitachi Chemical DuPont MicroSystems Ltd.	D, J, USA
Höft & Wessel AG	Hannover

Huawei	CN
IBM Research	Rueschlikon (CH)
Idex	Fornebu (NO)
IMC Messsysteme GmbH	Berlin
IMST GmbH	Kamp-Lintfort
Infineon Technologies AG	D
Invensas	Santa Clara (USA)
Isola USA Corp.	Chandler (USA)
Jenoptik/ESW GmbH	Hamburg-Wedel
John Deere & Company	Mannheim
Leuze electronic GmbH & Co. KG	Owen
Magneti Marelli	I
Maicom Quarz	Posterstein
Mapper Lithography B. V.	Delft (NL)
MDISchott Advanced Processing GmbH	Mainz
MED-EL GmbH	Innsbruck (A)
Micro Systems Engineering Inc.	D, USA
Nexans Power Accessories France	Donchery (FR)
NXP Semiconductors AG	Hamburg, Eindhoven (NL)
OCE	NL
Olympus Deutschland GmbH	Hamburg
ON Semiconductor Belgium BVBA	Oudenaarde (B)
Osram Opto Semiconductors GmbH	Regensburg
Pac Tech Packaging Technologies GmbH	Nauen
PANalytical B.V.	Almelo (NL)
Philips Technology GmbH	Aachen
Ramgraber GmbH	Brunnthal

Robert Bosch GmbH	Reutlingen, Stuttgart
Rohde und Schwarz	Berlin
Samsung	D, ROK
Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG	Herzogenaurach
Schleifring GmbH	Kaufbeuren
Schlumberger AG	F, USA
Schneider Electric	F
Schweizer Electronic AG	Schramberg
Semikron GmbH	Nürnberg
Semsysco GmbH	Salzburg (A)
Sensitec GmbH	Lahnau
Siemens AG, Siemens Healthcare	D
SPTS Technologies Ltd.	Newport (UK)
Süss MicroTec AG	Garching, München
Swissbit Germany AG	Berlin
TDK-EPCOS AG	München
Thales Group	F
The Dow Chemical Company	USA
TRUMPF Deutschland GmbH	Ditzlingen (DL)
U-Sound	A
Valeo GmbH	Wemding
Vectron International GmbH	D
Vectura Group plc	Chippenham (GB)
Volkswagen AG	Wolfsburg
Würth Elektronik GmbH & Co. KG	Niedernhall, Rot a.S.
X-Fab Semiconductor Foundries AG	Erfurt
ZF Luftfahrt	Calden

PUBLIKATIONEN (AUSWAHL)



- Aschenbrenner, R.*
Integration Technologies for Smart Textiles
MRS 2016 Spring Seminar, Phoenix, USA
- Aschenbrenner, R.*
Panel Level Embedding for Power and Sensor Applications
Proceedings IEMT 2016, Penang, Malaysia
- Benecke, S.; Nissen, N. F.; Lang, K.-D.*
Development of Critical Resource Demand in Wireless Sensing and Design Strategies for Reducing Material Consumption
Proceedings International Congress Electronics Goes Green 2016+, Berlin
- Böttger, G.; Weber, D.; Scholz, F.; Schröder, H.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.*
Fully Automated Hybrid Diode Laser Assembly Using High Precision Active Alignment
Proceedings Photonics West 2016, San Francisco, USA
- Braun, T.; Becker, K.-F.; Raatz, S.; Minkus, M.; Bader, V.; Bauer, J.; Aschenbrenner, R.; Kahle, R.; Georgi, L.; Voges, S.; Wöhrmann, M.; Lang, K.-D.*
Foldable Fan-out Wafer Level Packaging
Proceedings Electronic Components and Technology Conference (ECTC) 2016, Las Vegas, USA
- Chancerel, P.; Marwede, M.; Mathieux, F.; Talens Peiró, L.*
Feasibility Study for Setting-up Reference Values to Support the Calculation of Recyclability / Recoverability Rates of Electr(on)ic Products
Publications Office of the European Union, Luxemburg, 2016
- Clemm, C.; Sinai, C.; Ferkinghoff, C.; Dethlefs, N.; Nissen, N. F.; Lang, K.-D.*
Durability and Cycle Frequency of Smartphone and Tablet Lithium-ion Batteries in the Field
Proceedings International Congress Electronics Goes Green (EGG) 2016+, Berlin
- Duan, X.; Dahl, D.; Ndip, I.; Lang, K.-D.; Schuster, C.*
A Rigorous Approach for the Modeling of Through-Silicon-Via Pairs Using Multipole Expansions
IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology, Volume: 6, Issue: 1, S. 117 - 125, 2016
- Deubzer, O.; Nissen, N. F.; Baron, Y.; Lang, K.-D.*
Status of the RoHS Directive and Exemptions
Proceedings International Congress Electronics Goes Green (EGG) 2016+, Berlin
- Ehrhardt, C.; Geissler, U.; Höfer, J.; Broll, M.; Schneider Ramelow, M.; Lang, K.-D.; Schmitz, S.*
Influence of Wire Material and Diameter on the Reliability of Al-H11, Al-CR, Al-R and AlX Heavy Wire Bonds During Power Cycling
CIPS 2016, in: ETG-Fachbericht 148, Offenbach, S. 218-223
- Elia, G. A.; Marquardt, K.; Hoepfner, K.; Fantini, S.; Lin, R.; Knipping, E.; Peters, W.; Drillet, J.-F.; Passerini, S.; Hahn, R.*
An Overview and Future Perspectives of Aluminum Batteries
Advanced Materials 28, Weinheim, Nr.35, 2016, S. 7564-7579

PUBLIKATIONEN (AUSWAHL)

Engin, A. E.; Ndip, I.; Lang, K.-D.

Higher-order Virtual Ground Fence Design for Filtering Power Plane Noise

Proceedings Workshop on Signal Power Integrity (SPI) 2016, S. 1-3

Engin, A. E.; Ndip, I.; Lang, K.-D.; Aguirre, J.

Determination of Dielectric Thickness, Constant, and Loss Tangent from Cavity Resonators

Proceedings Electronics Packaging Technology Conference (EPTC) 2016, Singapur, S. 521-523

Fritzsich, T.; Zoschke, K.; Hügging, F.; Sarajilic, M.

3D Integration Technology Using Through Silicon Vias for Hybrid Pixel Detector Modules

International Workshop on Semiconductor Pixel Detectors for Particles and Imaging (Pixel), 2016, Sestri Levante, Italy

Geissler, U.; Thomas, S.; Schneider-Ramelow, M.; Mukopadhi, B.; Lang, K.-D.

Aluminium-Scandium: A Material for Semiconductor Packaging

Journal of Electronic Materials 45, 2016/10, S. 2456-2467

Georgi, V.; Georgi, L.; Blechert, M.; Bergmeister, M.; Zwanzig, M.; Wüstenhagen, D. A.; Bier, F. F.; Jung, E.; Kubick, S.

On-chip Automation of Cell-free Protein Synthesis: New Opportunities due to a Novel Reaction Mode

Lab Chip, 16, 2016, Issue 2, S. 269-281

Grams, A.; Ehrhardt, C.; Jaeschke, J.; Middendorf, A.; Wittler, O.; Lang, K.-D.

Heavy Copper Wire-bonding on Silicon Chips with Aluminum-passivated Cu Bond-pads

Microelectronics Engineering 156, 2016, S. 41-45

Hoffmann, S.; Hoene, E.; Zeiter, O.; Kuczmik, A.; Lang, K.-D.

Effective Method for Filter Design and Semiconductor and Inductors Loss Calculation

EPE 2016 European Conference on Power Electronics and Applications (ECCE Europe), Karlsruhe

Hubl, M.; Weiland, T.; Pohl, O.; Noack, V.; Schlegel, J.; Müller, H.-H.; Hampicke, D.; Gregorius, P.; Hahn, R.; Ehrmann, O.; Lang, K.-D.; Shin, E.; Ngo, H.-D.

Energy-autarkic Smart Sensor Insole for Telemedical Patient Monitoring

Proceedings Smart Systems Integration 2016, München

Hutter, M.; Weber, C.; Ehrhardt, C.; Lang, K.-D.

Comparison of Different Technologies for the Die Attach of Power Semiconductor Devices Conducting Active Power Cycling

International Conference of Integrated Power Electronic (CIPS) 2016, Nürnberg

Iannacci, J.; Huhn, M.; Tschoban, C.; Pötter, H.

RF-MEMS Technology for 5G: Series and Shunt Attenuator Modules Demonstrated up to 110GHz

IEEE Electron Device Letters 37, 2016, Nr. 10

Kahle, R.; Braun, T.; Bauer, J.; Becker, K.-F.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.

In-situ Measuring Module for Transfer Molding Process Monitoring

Proceedings IMAPS 2016, Pasadena, USA

Kleff, J.; Oppermann, H.; Schlottig, G.; Brunschweiler, T.; Mrosske, R.; Keller, J.; Steller, W.

Intra-stack Sealing of Tier Interconnects Using the Interconnect Alloy

Electronics System-Integration Technology Conference (ESTC) 2016, Grenoble, Frankreich

Klein, K.; Hoene, E.; Reiner, R.; Quay, R.

Study on Packaging and Driver Integration with GaN Switches for Fast Switching

International Conference of Integrated Power Electronic (CIPS) 2016, Nürnberg

Kröhnert, K.; Glaw, V.; Engelmann, G.; Jordan, R.; Samulewicz, K.; Hauck, K.

Gold TSVs (Through Silicon Vias) for High-frequency III-V Semiconductor Applications

Electronic Components and Technology Conference (ECTC) 2016, Las Vegas, USA, S. 82-87

Mackowiak, P.; Mukhopadhyay, B.; Ehrmann, O.; Lang, K.-D.; Woratz, M.; Herrmann, P.; Pohl, O.; Noack, V.; Zhou, S.; Dao, Q.C.; Hoang, T.H.; Ngo, H.-D.

Packaging Solution for a Novel Silicon-based Trace Humidity Sensor Using Coulometric Method

Electronics Packaging Technology Conference (EPTC) 2016, Singapur

Manier, C.-A.; Oppermann, H.; Dietrich, L.; Ehrhardt, C.; Sárkány, Z.; Rencz, M.; Wunderle, B.; Maurer, W.; Mitova, R.; Lang, K.-D.

Packaging and Characterization of Silicon and SiC-based Power Inverter Module with Double Sided Cooling

Power Conversion and Intelligent Motion (PCIM) 2016, Nürnberg

Marwede, M.; Chancerel, P.; Ueberschaar, M.; Rotter, V. S.; Nissen, N. F.; Lang, K.-D.

Building the Bridge Between Innovative Recycling Technologies and Recycling-friendly Product Design? The Example of Technology Metals

Global Cleaner Production and Sustainable Consumption Conference, 2015, Sitges, Spanien

Ngo, H. D.; Mukhopadhyay, B.; Mackowiak, P.; Kröhnert, K.; Ehrmann, O.; Lang, K.-D.

WSi-WSiN-Pt Metallization Scheme for Silicon Carbide Based High Temperature Microsystems

In: Journal of Micromachines 2016, 7, 193, Basel, Schweiz

Nissen, Nils F.; Stobbe, L.; Zedel, H.; Schischke, K.; Lang, K.-D.

A Review of Green Electronics Research Trends

Proceedings International Congress Electronics Goes Green (EGG) 2016+, Berlin

Oppermann, H.; Brink, M.; Ehrmann, O.; Groetsch, S.; Ploessl, A.; Pfeuffer, A.; von Malm, N.; Groß, T.; Fiedering, R.; Kürschner, R.; Lang, K.-D.

A Thermally Enhanced Bond Interface for Pixelated LEDs in Adaptive Front Lighting Systems

Electronics System-Integration Technology Conference (ESTC) 2016, Grenoble, Frankreich

Proske, M.; Winzer, J.; Marwede, M.; Nissen, N. F.; Lang, K.-D.

Obsolescence of Electronics - the Example of Smartphones

Proceedings International Congress Electronics Goes Green (EGG) 2016+, Berlin

Proske, M.; Schischke, K.; Sommer, P.; Trinks, T.; Nissen, N. F.; Lang, K.-D.

Experts View on the Sustainability of the Fairphone 2

Proceedings International Congress Electronics Goes Green (EGG) 2016+, Berlin

Regenfelder, M.; Schischke, K.; Ebelt, Stefan;
Slowak, André P.

**Achieving Sustainable Smart Mobile Devices
Lifecycles Through Advanced Re-design, Reliability,
and Re-use and Remanufacturing Technology**
8th International Scientific Conference Management
of Technology - Step to Sustainable Production, 2016,
Pore, Kroatien

Schischke, K.; Proske, M.; Nissen, N. F.; Lang, K.-D.

**Modular Products: Smartphone Design from a
Circular Economy Perspective**
Proceedings International Congress Electronics Goes
Green (EGG) 2016+, Berlin

Schneider-Ramelow, M.; Ehrhardt, C.

The Reliability of Wire Bonding Using Ag and Al
Microelectronics Reliability 63 (2016), Elsevier,
S. 336–341

Schneider-Ramelow, M.; Ehrhardt, C.; Höfer, J.;
Schmitz, S.; Lang, K.-D.

**Visuelle und mechanische Prüfung von
Drahtbondverbindungen**
PLUS 3/2016, S.532-546

Schröder, H.; Neitz, M.; Whalley, S.; Herbst, C.; Frey, C.;
Lang, K.-D.

**Multi-layer Electro-Optical Circuit Board
Fabrication on Large Panel**
Proceedings Electronic Components and Technology
Conference (ECTC) 2016, Las Vegas, USA, S. 468-476

Sosa, A.; Welikow, K.; Broeke, R.; Bakker, A.; Tsiokos, D.;
Tekin, T.; Pleros, N.

**Demonstrating Efficient Design Transfer Methods
for Complex Photonic Integrated Circuits**
Applications of IC, 2016, vol. 4, pp. 26-29

Stobbe, L.; Proske, M.; Beucker, S.; Hintemann, R.;
Lang, K.-D.

**Energy Efficiency of ICT: Further Improvement
Through Customized Products**
Proceedings International Congress Electronics Goes
Green (EGG) 2016+, Berlin

Tekin, T.; Pleros, N.; Pitwon, R.; Hakansson, A. (Hg.)

Optical Interconnects for Data Centers, 1st Edition
Woodhead Publishing, Elsevier, 2016

Thomas, T.; Voges, S.; Becker, K.-F.; Koch, M.; Fliess, M.;
Bauer, J.; Braun, T.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.

**High Viscosity Paste Dosing for Microelectronic
Applications**
Proceedings IMAPS 2016, Pasadena, USA

Töpfer, M.

Wafer Level Chip Size Packaging
In: Materials for Advanced Packaging. Hrsg: Lui, D.;
Wong, C. P.; Springer International Publishing,
2017, S. 627 – 695

Walter, H.; Broll, M.; Dijk, M. van; Schneider-Ramelow,
M.; Bader, V.; Wittler, O.; Lang, K.-D.

**Abschätzung der Zyklfestigkeit von elektrischen
Durchkontaktierungen thermisch beanspruchter
Leiterplatten mit Hilfe experimenteller und simulativer
Methoden**
EBL 2016 - Elektronische Baugruppen und Leiterplatten,
8. GMM/DVS-Fachtagung, 2016, Fellbach, S. 146-150

Windrich, F.; Kappert, E. J.; Malanin, M.; Eichhorn, K.-J.;
Häußler, L.; Benes, N. E.; Voit, B.

**In-situ Imidization Analysis in Microscale Thin
Films of an Ester-type Photosensitive Polyimide for
Microelectronic Packaging Applications**
European Polymer Journal, 84, 2016, S. 279-291

Wittler, O.; Hölck, O.; Benecke, S.; Dobs, T.; van Dijk,
M.; Keller, J.; Schulz, M.; Bittner, P.; Schlosser, I.;
Vergara, F.; Yacoub, T.; Bader, V.; Braun, T.; Lang, K.-D.

**Ensuring System Reliability of a Piezoelectric
Energy Harvester**
Electronics System-Integration Technology Conference
(ESTC) 2016, Grenoble, Frankreich, S. 1-6

Wöhrmann, M.; Duan, X.; Ndip, I.; Töpfer, M.

**Glass Based Interposers for RF Applications up to
100 GHz**
Electronics System-Integration Technology Conference
(ESTC) 2016, Grenoble, Frankreich

Wolf, M. J.

Heterogeneous Integration for 3D Systems
China Semi Executive Summit, 2016, Shanghai, China

Zamora, V.; Bogatzki, A.; Arndt-Staufenbiel, N.; Hof-
mann, J.; Schröder, H.

**Analysis of Multi-mode to Single-mode Conversion
Operating at Visible Wavelengths**
Photonics West 2016, San Francisco, USA

Zoschke, K.

**Evolution of Structured Adhesive Wafer to Wafer
Bonding Enabled by Laser Direct Patterning of
Polymer Resins**
Electronics Packaging Technology Conference (EPTC)
2016, Singapur

Zoschke, K.; Wegner, M.; Lopper, C.; Klein, M.;
Gruenwald, R.; Schoenbein, C.; Lang, K.-D.

**LiTaO3 Capping Technology for Wafer Level Chip
Size Packaging of SAW Filters**
Proceedings Electronic Components and Technology
Conference (ECTC) 2016, Las Vegas, USA, S. 889-896

PATENTE & ERFINDUNGEN

Dietrich, L.; Schmidt, R.; Ostmann, A.

Methode zur Erzeugung gezielter Strömungs- und Stromdichtemuster bei der chemischen und elektrolytischen Oberflächenbehandlung
EP 2 598 676 B1; 502011009290.3; US 9,243,341 B2

Hahn, R.; Kunde, C.

Brennstoffzellenanordnung
EP 2 427 930 B1; 50 2010 012 508.6

Hoene, E.; Baumann, T.

Bipolarer Gleichstrom/Gleichstrom-Wandler, elektronische Schaltung mit demselben und Verfahren zum Bereitstellen einer Ausgleichsspannung mit wahlfreier Polarität an eine Last
DE 10 2008 061 963 B4

Jordan, R.

System und Verfahren zur bedarfsgerechten Zuführung von Beleuchtungsenergie an Pflanzen
DE 10 2014 212 657 B4

Jung, E.; Hubl, M.; Blechert, M.; Georgi, L.

Messvorrichtung, Mikrofluidikvorrichtung und Zellinkubationssystem zum Bestimmen einer Anzahl biologischer Zellen
DE 10 2015 204 728 B3

Jung, E.; Hubl, M.; Blechert, M.; Georgi, L.

Messvorrichtung und Fluidikvorrichtung zum Messen einer Menge einer zu untersuchenden Substanz
EP 2 866 056 B; 502014000975.3

Linz, T.

Verfahren zum gleichzeitigen mechanischen und elektrischen Verbinden von zwei Teilen
10-1670733 (KR)

Oppermann, H.

An Arrangement of a Substrate with at Least One Optical Waveguide and with an Optical Coupling Location and of an Optoelectronic Component, and Method for Manufacturing such an Arrangement
US 9,507,107 B2

Oppermann, H.

Verfahren zum Verbinden einer Edelmetalloberfläche mit einem Polymer
US 9,254,993 B2

Oppermann, H.

Verfahren zur Herstellung optischer Verbindungen und optische Anordnung
DE 10 2007 007 355 B4

Oppermann, H.; Jordan, R.; Glaw, V.; Mukhopadhyay, B.

Verfahren zur Herstellung von mechanischen Anschlägen zur Selbstjustage und Vorrichtung mit Anschlägen zur Selbstjustage
DE 10 2010 048 003 B4

Stolle, T.; Sandjaja, M.

Verfahren zur Erzeugung von Metallisierungen in Sackloch-Vias
EP 2 912 686 B1

Wittler, O.; Wunderle, B.; Mazloun Nejadari, S. A.;

Schacht, R.; Michel, B.
Verfahren und Vorrichtung zur thermischen Überwachung von Ausfallprozessen
DE 10 2009 019 774 B4

KURATORIUM

Vorsitzender

Dr. F. Richter
Süss MicroTec AG

Mitglieder

Dr. S. Finkbeiner
Bosch Sensortec GmbH, Reutlingen

G. Grützner
micro resist technology GmbH, Berlin

U. Hamann
Bundesdruckerei GmbH, Berlin

M. Hierholzer
Infineon Technologies AG, Warstein

B. Lietzau
Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe (Abteilung III A Technologietransfer, Ingenieurwissenschaften)

Ministerialrat H. Riehl
Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF, Bonn

J. Stahr
AT&S AG, Leoben (A)

Prof. C. Thomsen
Technische Universität Berlin

Prof. B. Tillack
*IHP GmbH
Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik*

Dr. T. Wille
NXP Semiconductors Germany GmbH, Hamburg

Ministerialrat C. Zimmer-Conrad
Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (Referat 37 Technologiepolitik, Technologieförderung)

**Fraunhofer-Institut
für Zuverlässigkeit und
Mikrointegration IZM**

Gustav-Meyer-Allee 25
13355 Berlin
Telefon +49 30 46403-100
Fax +49 30 46403-111
info@izm.fraunhofer.de

Institutsleiter

Prof. Dr.-Ing. Dr. sc. techn. Klaus-Dieter Lang
Telefon +49 30 46403-179
klaus-dieter.lang@izm.fraunhofer.de

Stellvertretender Institutsleiter

Dipl.-Phys. Rolf Aschenbrenner
Telefon +49 30 46403-164
rolf.aschenbrenner@izm.fraunhofer.de

Leitungsassistentz

Dr.-Ing. Maik Hampicke
Telefon +49 30 46403-683
maik.hampicke@izm.fraunhofer.de

Leitung Administration

Dipl.-Ing. Carsten Wohlgemuth
Telefon +49 30 46403-114
carsten.wohlgemuth@izm.fraunhofer.de

Marketing & Geschäftsfeldentwicklung

Leitung: Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Dirk Friebe
Telefon +49 30 46403-275
dirk.friebe@izm.fraunhofer.de

Business Development Team

BDT-Team@izm.fraunhofer.de

Dr. rer. nat. Michael Töpfer

Telefon +49 30 46403-603
michael.toepper@izm.fraunhofer.de

Dipl.-Phys. Erik Jung

Telefon +49 30 46403-230
erik.jung@izm.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Andreas Middendorf

Telefon +49 30 46403-135
andreas.middendorf@izm.fraunhofer.de

PR & Marketing

Georg Weigelt
Telefon +49 30 46403-279
georg.weigelt@izm.fraunhofer.de

Fachabteilungen

Abteilung Wafer Level System Integration

Leitung: Dipl.-Phys. Oswin Ehrmann
Telefon +49 30 46403-124
oswin.ehrmann@izm.fraunhofer.de

Leitung: Dipl.-Ing. M. Jürgen Wolf

Telefon +49 351 7955 72-12
juergen.wolf@izm.fraunhofer.de

**Abteilung Systemintegration und
Verbindungstechnologien**

Leitung: Dipl.-Phys. Rolf Aschenbrenner
Telefon +49 30 46403-164
rolf.aschenbrenner@izm.fraunhofer.de

Leitung: Prof. Martin Schneider-Ramelow

Telefon +49 30 46403-172
martin.schneider-ramelow@izm.fraunhofer.de

Abteilung Environmental and Reliability Engineering

Leitung: Dr.-Ing. Nils F. Nissen
Telefon +49 30 46403-132
nils.nissen@izm.fraunhofer.de

Leitung: Dr.-Ing. Olaf Wittler

Telefon +49 30 46403-240
olaf.wittler@izm.fraunhofer.de

Abteilung RF & Smart Sensor Systems

Leitung: Dr.-Ing. Ivan Ndip
Telefon +49 30 46403-679
ivan.ndip@izm.fraunhofer.de

Leitung: Dipl.-Ing. Harald Pötter

Telefon +49 30 46403-742
harald.poetter@izm.fraunhofer.de

Institutsteil Dresden ASSID

All Silicon System Integration Dresden (ASSID)

Ringstr. 12, 01468 Moritzburg

Leitung: Prof. Dr.-Ing. Dr. sc. techn. Klaus-Dieter Lang

Telefon +49 30 46403-179
klaus-dieter.lang@izm.fraunhofer.de

Leitung: Dipl.-Ing. M. Jürgen Wolf

Telefon +49 351 7955 72-12
Telefon +49 30 46403-606
juergen.wolf@izm.fraunhofer.de

IMPRESSUM

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Dr. sc. techn. Klaus-Dieter Lang
Fraunhofer IZM
www.izm.fraunhofer.de

Redaktionelle Bearbeitung:

mcc Agentur für Kommunikation GmbH
Georg Weigelt, Fraunhofer IZM

Layout / Satz:

mcc Agentur für Kommunikation GmbH
www.mcc-events.de

© Fraunhofer IZM 2017

Fotografie:

Kai Abresch (75), Bulent Esdogan (33), Bastian Linder Photography (30), SEMI Europe (76/2), Jörg Singer (78), TU Berlin/Volker Mai (11/45), Chris Wohlrabe (26)

Sämtliche anderen Bildrechte Fraunhofer IZM oder Fraunhofer IZM zusammen mit Janine Escher (5, 20, 76/1), Volker Mai (6, 8, 9, 11, 15, 24, 28, 36, 37, 38, 40, 43-46, 49, 59, 60, 72), fotolia [Arsel (20), chris (24), Countrypixel (56), kartoxjm (17), nys (60)], istockphoto [visdia (28)], MIKA Berlin (16, 19, 39, 66, 69)

Titel:

4-Kanal Mid-Board-Optical Transceiver. Die elektro-optischen Komponenten sind mittels Flip-Chiptechnik auf einem Glasinterposer aufgebaut. Der Glasinterposer weist ein hochfrequenz-optimiertes Design für Frequenzen bis 40 GHz auf. Die Signale werden über elektrische Durchführungen im Glas (TGVs) auf die Leiterplatte geführt. Der Glasinterposer ist mit Polymerlinsen ausgestattet für die Strahlformung der optischen Signalpfade, die durch den Glasträger geführt werden (Partner: Amphenol FCI; U-L-M Photonics; Universität Ulm).