



JAHRESBERICHT

2018

INHALT

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

FRAUNHOFER IZM

Das Fraunhofer IZM – vom Wafer zum System	Seite 7
Kernkompetenzen	Seite 8
Fraunhofer – ein starkes Netzwerk	Seite 12
Automobil- und Verkehrstechnik	Seite 14
Medizintechnik	Seite 16
Semiconductors	Seite 18
Industrieelektronik	Seite 20
Information und Kommunikation	Seite 22
Ausstattung & Leistungen	Seite 24

VERANSTALTUNGEN

Events & Workshops	Seite 27
Nachwuchsförderung am Fraunhofer IZM	Seite 31

FACTS & FIGURES

Das Fraunhofer IZM in Fakten und Zahlen	Seite 33
Auszeichnungen	Seite 34
Best Paper, Editorials, Akademisches	Seite 36
Vorlesungen	Seite 37
Zusammenarbeit mit Universitäten	Seite 38
Kooperation mit der Industrie	Seite 39
Mitgliedschaften	Seite 40
Publikationen	Seite 41
Patente und Erfindungen	Seite 44
Kuratorium	Seite 45
Kontaktadressen	Seite 46
Impressum	Seite 48

VORWORT



ANWENDUNGSORIENTIERT FORSCHEN, ZUVERLÄSSIG ENTWICKELN

Liebe Freunde und Partner des Fraunhofer IZM, liebe Leserinnen und Leser!

Auch im Jahr 2017 blieb das Fraunhofer IZM ganz am Puls der Zeit und konnte mit innovativen zukunftsrelevanten Anwendungen wie autonomen Systemen, Robotik, 5G, Wearable Electronics und dem Internet der Dinge wichtige Bausteine für die Zukunft setzen. Schwerpunktthemen wie die Miniaturisierung hochkomplexer Systeme und die Multifunktionalität direkt im System wurden weiter vorangebracht; die Systemzuverlässigkeit für aussagekräftige Lebensdauervorhersagen sowie das Prozess- und Produktmonitoring verbessert. Neue Erkenntnisse gab es ebenso auf dem Gebiet der umweltgerechten und ressourceneffizienten Produktfertigung auf Wafer- und Panel-Basis. Dabei bleibt es unser Ziel, Anwendungsaspekte von Beginn an intensiv einzubinden, um so einen schnellen und ungehinderten Transfer an unsere Industriepartner zu gewährleisten.

Lassen Sie uns einen Blick auf einige herausragende Entwicklungen und Projektergebnisse werfen:

- Die Technologien für Conformable Electronics konnte in diesem Jahr sehr erfolgreich weiterentwickelt werden. Unser Ziel ist es, neue und kosteneffektive Technologien für hochgradig robuste und formvariable Elektroniksysteme bereitzustellen. Insbesondere für die Elektronik auf textilen Trägern sowie thermoplastisch verformbare Systeme wurden wichtige Fortschritte erzielt. Die entwickelten Aufbauten haben bereits einige Tests mit Bravour gemeistert: z.B. wurden textile elektronische Systeme linear 100.000-mal um 10 Prozent gedehnt, ohne auszufallen.
- Im Projekt MicroMole wurde ein integriertes Sensorsystem realisiert, das den pH-Wert und die Leitfähigkeit von Wasser misst. Die benötigte Energie erntet das Sensorsystem mit einem dafür entwickelten thermischen Harvester aus seiner Umgebungstemperatur. Im Rahmen des Projektes wurde ein spezifisches Gehäuse für die Anwendung in Abwassernetzen entwickelt und prototypisch realisiert.
- Bei dem Projekt ASTROSE ist uns im Jahr 2017 mit dem Aufbau einer Client-Server-Architektur ein entscheidender Schritt auf dem Weg zur erweiterten Marktreife gelungen. Das Ergebnis, ein fertiger Prototyp der energieautarken und kabellosen Erdschluss-Sensorik, kann in unserem Berliner Showroom besichtigt werden.

Daneben durften wir uns über eine Vielzahl von besonderen Highlights freuen. Dazu gehört der Startschuss für die »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland«, in der sich das Fraunhofer IZM als maßgeblicher Treiber des Technologieparks Heterointegration positioniert hat.

Am Ende des Jahres fand das Panel Level Packaging Symposium statt. Namhafte Industriepartner aus aller Welt kamen zu uns nach Berlin, um unser Know-how für die Übertragung der Fan-Out Panel Level Technologie in industrielle Prozesse zu nutzen.

Besonders beachtet wurde auch die Eröffnung unserer Gründer-Garage Start-a-Factory im September 2017. In der Halle 16 in Berlin-Wedding steht nun eine optimierte Umgebung zur Entwicklung von Prototypen bereit, die ganz auf die Bedürfnisse von Erfindern und Start-ups zugeschnitten ist.

Neben den Forschungserfolgen seien aber auch die strukturellen Verbesserungen am Fraunhofer IZM genannt: Dank der neu gebildeten MGE-Abteilung (Marketing und Geschäftsfeldentwicklung) können wir in Zukunft den Kontakt zu unseren Kunden noch weiter optimieren.

Außerdem gab es an den Berliner und Dresdner Standorten umfangreiche Maßnahmen zum Ausbau der Infrastruktur. Das Power-Labor wurde ausgebaut, ein Sensorik-Labor neu errichtet und die zentrale Medienversorgung abgesichert.

Unsere Forschungs- und Kooperationserfolge spiegeln sich auch in den Zahlen wider: Mit mehr als 30 Millionen Euro gab es den bisher höchsten Betriebshaushalt in der Geschichte des Instituts, was sich auch in der Anzahl der Mitarbeitenden niederschlug. Rückblickend wie vorausschauend, darf ich wohl sagen: Das Fraunhofer IZM ist weiter auf Wachstumskurs.

Auf das Jahr 2018 freue ich mich besonders, denn unser Institut feiert in diesem Jahr seinen 25. Geburtstag! Zu diesem Anlass werden im Herbst ein internationales Symposium und eine Festveranstaltung stattfinden. Darüber hinaus wird es auch wieder ein umfangreiches Workshop-Angebot, viele neue herausfordernde Projekte und technische Innovationen geben.

Abschließend möchte ich mich bei all unseren Partnern aus Industrie und Forschung, bei den Förderern aus Bund und Ländern sowie den Projektträgern für die vertrauensvolle Zusammenarbeit bedanken.

Mein besonderer Dank gilt den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Sie sind es, die mit ihrem Einsatz, ihren hervorragenden Ergebnissen und ihrer Freude an der Arbeit die Erfolgsgeschichte des Instituts schreiben.

Ich wünsche Ihnen allen zukunftsweisende Anregungen, erfolgversprechende Kooperationsideen und viel Vergnügen beim Lesen unseres Jahresberichts.

Ihr

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

KERNKOMPETENZEN

VOM WAFER ZUM SYSTEM

Intelligente Elektroniksysteme – überall verfügbar! Um das zu ermöglichen, müssen ihre Komponenten ungewöhnliche Eigenschaften besitzen. Je nach Anwendung müssen sie hochtemperaturbeständig, besonders langlebig, extrem miniaturisiert, formangepasst oder sogar dehnbar sein. Das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM unterstützt Firmen weltweit dabei, robuste und zuverlässige Elektronik bis zum Extrem zu entwickeln, aufzubauen und in ihre spezielle Anwendung zu integrieren.

Das Institut entwickelt dafür mit mehr als 360 Mitarbeitenden angepasste Systemintegrationstechnologien auf Wafer-, Chip- und Boardebene. Forschung am Fraunhofer IZM bedeutet, Elektronik zuverlässiger zu gestalten und sichere Aussagen zu ihrer Haltbarkeit zu machen.

Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IZM

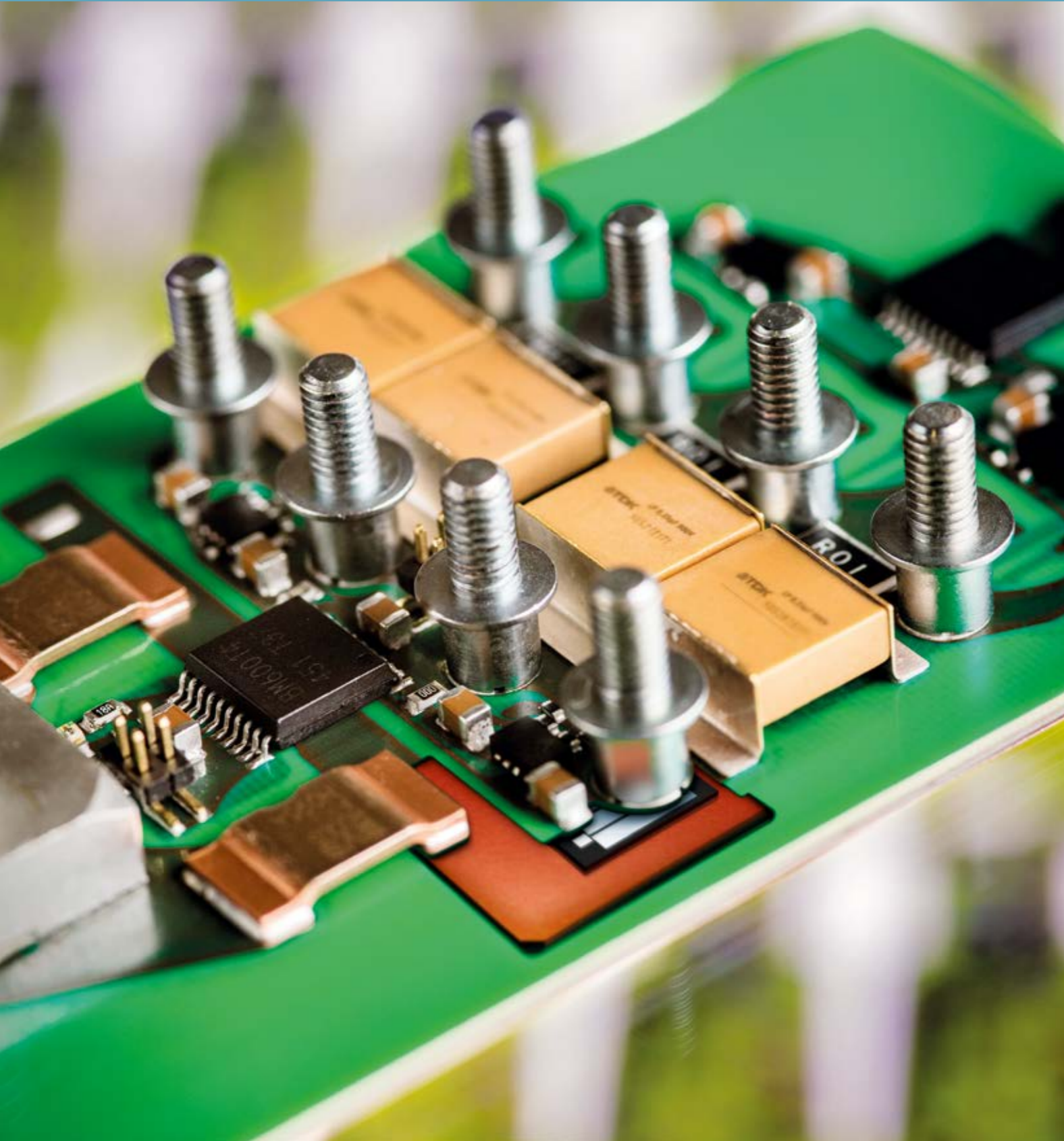
Die Forschungsergebnisse des Fraunhofer IZM sind für Anwenderbranchen wie die Automobilindustrie, die Medizintechnik oder Industrieelektronik und selbst für die Beleuchtungs- und Textilindustrie von außerordentlichem Interesse. Halbleiterunternehmen und Zulieferern entsprechender Materialien, Maschinen und Anlagen, aber auch kleinen Unternehmen und Startups stehen die Möglichkeiten offen: Von der schnell verfügbaren Standard-Technologie bis zur disruptiven Highend-Entwicklung. Als Partner profitieren Kunden von den Vorteilen der Vertragsforschung: Sie können exklusiv eine Produktinnovation auf den Markt bringen, ein Verfahren verbessern oder einen Prozess prüfen und zertifizieren lassen.

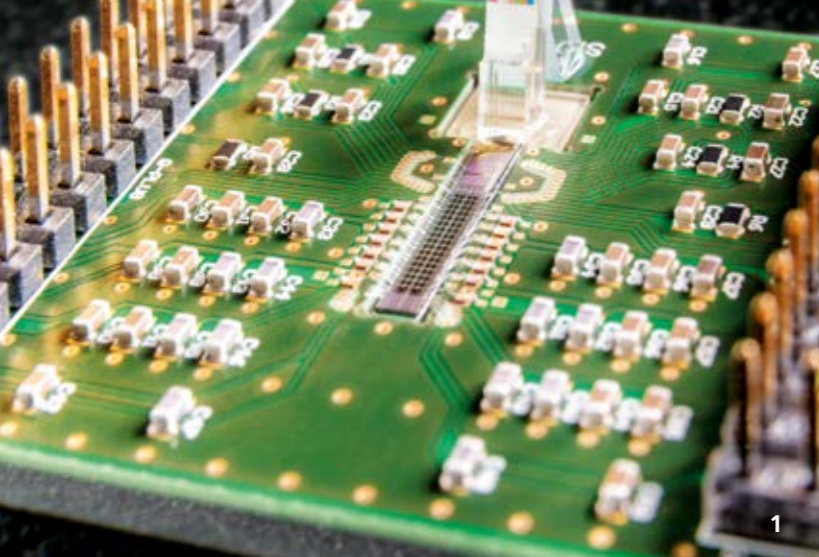
Auftragsforschung

Häufig beginnt eine erfolgreiche Zusammenarbeit mit einer ersten, in der Regel kostenlosen Beratungsphase. Erst wenn der Umfang der Kooperation definiert ist, stellt Fraunhofer seine FuE-Arbeit in Rechnung. Auftraggeber erhalten das Eigentum an den materiellen Projektergebnissen, die in ihrem Auftrag entwickelt wurden. Darüber hinaus bekommen sie die notwendigen Nutzungsrechte an den dabei geschaffenen Erfindungen, Schutzrechten und dem Know-how.

Projektförderung

Manche Problemstellungen bedürfen vorwettbewerblicher Forschung. Hier bietet es sich an, die Lösung gemeinsam mit mehreren Partnern und der Unterstützung durch öffentliche Fördergelder zu erarbeiten. Um den Vorlauf für zukünftige Projekte mit der Industrie zu garantieren, kooperiert das Institut eng mit verschiedenen Hochschulen, z.B. der Technischen Universität Berlin oder der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin.





Rolf Aschenbrenner
rolf.aschenbrenner@izm.fraunhofer.de



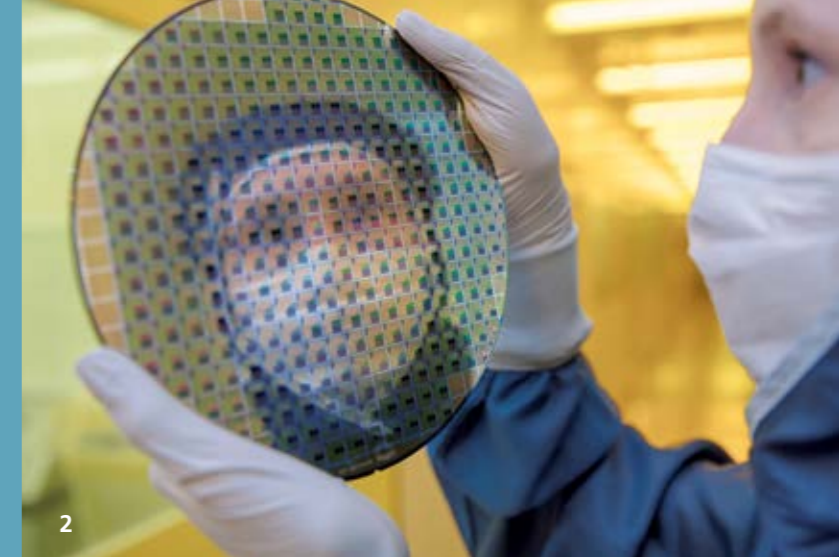
Prof. Martin Schneider-Ramelow
martin.schneider-ramelow@
izm.fraunhofer.de



Oswin Ehrmann
oswin.ehrmann@izm.fraunhofer.de



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



SYSTEM INTEGRATION & INTERCONNECTION TECHNOLOGIES

Über 150 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter befassen sich alleine in der Abteilung »System Integration and Interconnection Technologies« (SIIT) 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. Unser Leistungsspektrum umfasst von der Beratung über Prozessentwicklungen bis hin zu technologischen Systemlösungen genau das, was zur Realisierung komplexer mikrosystemtechnischer Elektroniken nötig ist.

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

- Neue Lote, Sintermetalle, Drähte, Bumps und Klebstoffe
- Bumpingtechniken wie z.B. stromloses Ni/(Pd)/Au oder Schablonendruck
- SMD-, CSP-, BGA- und Mikrooptik-Montage
- Flip-Chip-Techniken (Löten, Sintern, Kleben, Thermokompressions- 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
- Einbetten von Chips und passiven Komponenten
- Transfer und Compression Molding auf Leadframe, Leiterplatte, Wafer und Panel
- Potting und Schutzlackierungen, Hotmelt-Verkapselung
- Faserkopplung und optische Verbindung zu planaren Wellenleitern, Faserlinsen und Laserfügen
- Herstellung optischer Wellenleiter
- Dünnglas- und Silizium-Photonik-Packaging
- Automatisierung von Mikrooptikmontage

Die Abteilung löst die Herausforderung des »Electronic and Photonic Packaging« durch die Kombination von Systementwicklung und Aufbautechnologien. Dabei werden Packaging-Lösungen insbesondere auch in derzeitigen Trendthemen auf den Gebieten hochzuverlässiger Leistungselektronik- und Photonik-Module, großflächiger Panel-Level-Fertigung oder Conformable Electronics entwickelt.

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

WAFER LEVEL SYSTEM INTEGRATION

Die Abteilung »Wafer Level System Integration« (WLSI) konzentriert ihre Forschungsaktivitäten auf die Entwicklung von Advanced-Packaging- und Systemintegrations-Technologien und kann so kundenspezifische Lösungen für mikroelektronische Produkte im Gesamtumfeld der Smart Systems anbieten. Rund 60 Wissenschaftler am Standort des Fraunhofer IZM in Berlin und am Institutsteil »ASSID – All Silicon System Integration Dresden« (IZM-ASSID) forschen in den Bereichen:

- 3D Integration
- Wafer-Level Packaging und Fine-Pitch Bumping
- Hermetisches MEMS- und Sensor-Packaging
- High Density Assembly
- Sensor-Entwicklung und Integration
- Hybrid Photonic Integration

Die Abteilung verfügt an beiden Standorten über leading-edge Prozesslinien, die eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Prozessierung von 200-300 mm Wafern erlauben und sich durch eine hohe Anpassungsfähigkeit und Kompatibilität der Einzelprozesse auszeichnen. Beide Prozesslinien sind auf eine fertigungsnahe und industriekompatible Entwicklung und Prozessierung (ISO 9001 zertifiziertes Managementsystem) ausgelegt.

In zahlreichen Forschungsprojekten werden die bestehenden Fachkenntnisse kontinuierlich erweitert, welches an KMU-Partner in der Entwicklungsphase transferiert werden kann. Die Abteilung WLSI hat weltweit ein umfangreiches Kooperationsnetzwerk sowohl mit Herstellern und Anwendern von Mikroelektronik-Produkten und Anlagenherstellern als auch Materialentwicklern aus der chemischen Industrie aufgebaut.

Die technologische Expertise liegt insbesondere in den Bereichen:

- Heterogene Wafer-Level Systemintegration
- 3D Wafer-Level System-in-Package (WL-SiP, CSP)
- Applikationsspezifische Cu-TSV-Integration: Via Middle, Via Last, Backside TSV
- Cu-TSV-Interposer mit Mehrlagen-RDL und Mikrokavitäten
- Glas-Interposer mit TGV
- High-density Interconnect Formation
- Mikrobump oder Pillar: Cu, SnAg, CuSn, Au, AuSn
- Pre-Assembly (Dünnen, Handling dünner Wafer, Vereinzelung)
- 3D Assembly D2D, D2W, W2W
- 3D Wafer-Level Stacking
- Wafer-Bonden (Kleben, Löten, direkt)
- Direct Bond Interconnect (DBI) – W2W (12")
- Mikrosensoren
- MEMS Packaging (hermetisch)

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

1 Laboraufbau zur optischen und elektrischen Ankopplung eines eingebetteten SiGe-Chips zum Erproben hochintegrierter IQ-Modulatoren für optische Telekommunikation mit mehr als 100Gbps (Projekt SPeeD, in Kooperation mit ADVA und IHP)

2 Back-End of Line-Prozessierung auf CMOS-Wafer



Dr.-Ing. Nils F. Nissen
nils.nissen@izm.fraunhofer.de



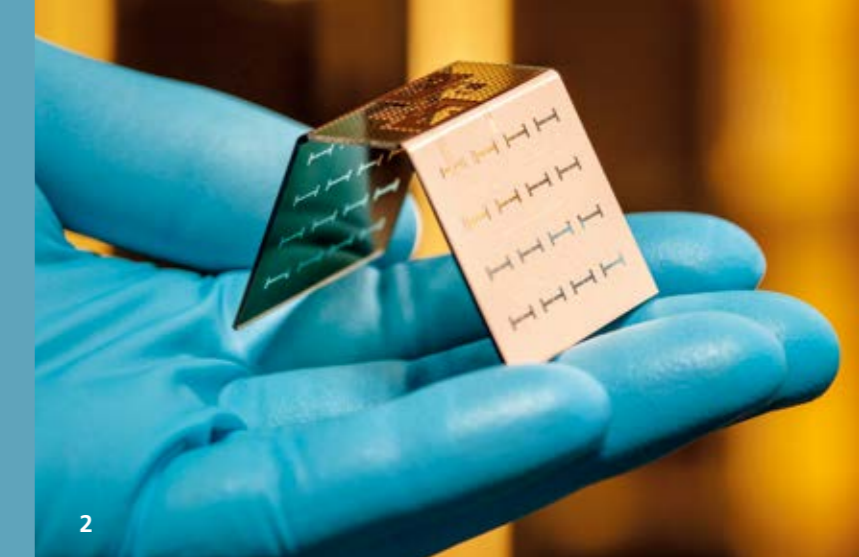
Dr.-Ing. Olaf Wittler
olaf.wittler@izm.fraunhofer.de



Dr.-Ing. Ivan Ndip
ivan.ndip@izm.fraunhofer.de



Harald Pötter
harald.poetter@izm.fraunhofer.de



ENVIRONMENTAL & RELIABILITY ENGINEERING

Die Anforderungen an neue mikroelektronische Systeme wachsen ständig, gleichzeitig sollen ihre Herstellung und ihr Einsatz kosteneffizient und umweltschonend sein. 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. Zu ihrem Leistungsangebot gehören folgende Bereiche:

- Umweltbewertung und Eco-Design
- Ressourceneffizienz, Circular Economy und Obsoleszenzforschung
- Zuverlässigkeitsanforderungen und Prüfverfahren
- Fehlermechanismen, Lebensdauermodelle und Materialdaten
- Simulationen zur Zuverlässigkeitsanalyse und -optimierung

Die WEEE-Richtlinie des Europäischen Parlaments zielt auf die Reduzierung von Elektro- und Elektronikschrott und auf eine höhere Rate an Wiederverwendung. Hintergrund sind die rasant wachsenden Abfallströme bei elektrischen und elektronischen Gütern, in denen wertvolle Ressourcen gebunden sind. Dieser gesamtgesellschaftlichen Herausforderung stellen sich immer mehr Unternehmen. Im Zuge der Diskussion um die Circular Economy gehen sie vermehrt der Frage nach, wie sie mit ökologisch ausgerichteten Produkten und Leistungen ihr Geschäft für die Zukunft neu ausrichten können. Hierbei können sie die fundierte Unterstützung des Fraunhofer IZM in Anspruch nehmen. Aktuelle Analysen und Studien der Abteilung widmen sich wichtigen Aspekten wie den Umweltkosten

in der Herstellung in Form von Energie und Materialverbrauch und der Produktgestaltung für eine größere Robustheit und Langlebigkeit, eine einfache Reparatur und ein effizientes Recycling.

Derzeit finden auf der Anwenderseite grundlegende Veränderungen im Zuverlässigkeitsmanagement statt. Bestehende Standards müssen überarbeitet werden, um zukünftige Herausforderungen zu meistern. Zum Beispiel ist im Zuge der Elektrifizierung und des autonomen Fahrens zu erwarten, dass Betriebszeiten deutlich länger werden und differenzierter zu betrachten sind. Gleichzeitig finden neue Integrationstechnologien Eingang in die Anwendung. Mit den geänderten Nutzungsanforderungen und Technologien kommen neue Fehlermechanismen in den Fokus. Bisher stehen meist die thermomechanischen Belastungen im Mittelpunkt, die auch in Zukunft relevant bleiben werden. Jedoch werden Langzeiteffekte wie elektrochemische und thermische Degradation an Bedeutung gewinnen.

In diesem Zusammenhang wurden am Fraunhofer IZM bereits in verschiedenen Projekten weitreichende Vorarbeiten geleistet, z.B. wurden die Labore mit modernster Technik ausgebaut. Das angebotene Leistungsspektrum reicht von der applikationsorientierten Planung von Zuverlässigkeitstests, der Durchführung der Belastungstests, der Fehleranalyse bis zur Lebensdauervorhersage und Optimierung mithilfe von Simulationsverfahren.

RF & SMART SENSOR SYSTEMS

Autarke Sensorik, Radarsensorik, 5G-Mobilfunk oder 60 GHz-Kommunikationssysteme – die auf den ersten Blick unterschiedlichen Anwendungen eint ein gemeinsamer technologischer Background in Forschung und Entwicklung: Große Bandbreiten, Robustheit, Sicherheit und Energieeffizienz sind funktional bestimmende Kriterien der drahtlosen Vernetzung. Zusätzliche Funktionsgewinne werden von steuerbaren Antennen erwartet.

Bei diesen Entwicklungen nimmt die Bedeutung der Systemkonzeptionierung zu, was eine stärkere Verzahnung des Schaltungsdesigns mit der Technologieentwicklung (Hardware-Software-Codesign) ebenso unabdingbar macht wie ein Hardware-Software-Codesign. Deshalb basieren die Arbeiten der Abteilung »RF and Smart Sensor Systems« (R3S) seit langem auf dem breiten Technologie-Know-how des Fraunhofer IZM sowie auf profunden Kenntnissen in Firm- und Softwareentwicklung. Die Arbeiten konzentrieren sich auf:

- HF-Design und -Charakterisierung von Materialien, Packages und Komponenten (bis 220 GHz)
- HF-Systemintegration und Modulwurf unter Berücksichtigung von Signal- und Power-Integrität
- Entwicklung von Mikrobatterien, Energieversorgung und -management
- Entwurf und Realisierung autarker drahtloser Sensorsysteme für den industriellen Einsatz
- Werkzeuge für den optimierten Entwurf von Mikrosystemen und Server-Client-Software-Architekturen

Die Arbeit der Abteilung ist gekennzeichnet durch die Kombination aus praktischem Know-how aus einer Vielzahl von Projekten, einer umfangreichen Ausstattung sowie Erfahrung mit Modellierungswerkzeugen und einer systematischen Vorgehensweise.

Speziell im Bereich der HF-Systeme werden die umfangreichen Möglichkeiten zur Charakterisierung von Materialien und Aufbauten der AVT hinsichtlich Hochfrequenzeigenschaften in einen umfassenden, wissenschaftlich gestützten Entwurfsansatz überführt. Mit diesem M3 genannten Ansatz (Methodik, Modellierung, Maßnahmen) wird ein für die jeweiligen Anforderungen maßgeschneiderter Systementwurf in vergleichsweise kurzer Zeit, d.h. ohne teure und zeitaufwändige Iterationsschritte, erstellt. Der Ansatz geht über rein funktionale Verbesserungen hinaus und ermöglicht eine Optimierung hinsichtlich elektrischer, optischer, technologischer und ökonomischer Kriterien, so dass die beste Performance für die jeweilige Anwendung erreicht wird. Diese Vorgehensweise wird im Bereich innovativer Hochfrequenzsysteme bis 110 GHz sowie bei Sensorsystemen für raue Einsatzbedingungen in verschiedenen Forschungs- und Industrieprojekten angewandt.

Bei den Arbeiten kann auf eine technisch hochwertige Ausstattung zurückgegriffen werden. Das HF-Labor ermöglicht die zerstörungsfreie Bestimmung dielektrischer Materialparameter. Teststrukturen können bis 220 GHz vermessen werden. Eine Schirmkabine erlaubt die 3D-Charakterisierung von Antennenmodulen. Das Mikroelektroniklabor bietet die Möglichkeit zur Vermessung und Inbetriebnahme autarker Sensorknoten. Zur Herstellung von Mikrobatterien steht eine über 10m lange Batterieentwicklungs- und Montagelinie mit Präzisionssiebdrucker, Substrat-Bond-Einrichtung und mikrofluidischer Elektrolytfülleinrichtung zur Verfügung. Der gesamte Assemblierungsprozess einer Batterie erfolgt unter Reinstgasbedingungen in Argonboxen.

1 Hochreines ABS-Rezyklat (CloseWEEE-Projekt)

2 24GHz-Radarfrontend auf dreigeteiltem Glassubstrat, verbunden mit flexibler Leiterplatte

FRAUNHOFER – EIN STARKES NETZWERK

Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 72 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. Mehr als 25.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erzielen das jährliche Forschungsvolumen von 2,3 Milliarden Euro. Davon fallen knapp 2 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

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 17 Mitgliedsinstituten gebündelt. Das jährliche Budget beträgt etwa 439 Millionen Euro (Industrieanteil 53 Prozent).

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.

Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland

Seit April 2017 arbeiten 11 Fraunhofer-Institute des Verbunds Mikroelektronik (unter anderem auch das Fraunhofer IZM) und zwei Leibniz-Institute (FBH und IHP) mit mehr als 2.000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) zusammen. Die FMD ist der größte standortübergreifende FuE-Zusammenschluss für die Mikroelektronik in Europa mit einer weltweit einzigartigen Kompetenz- und Infrastrukturvielfalt. Dabei schlägt die Forschungsfabrik die Brücke von der Grundlagenforschung bis zur kundenspezifischen Produktentwicklung und führt die technologischen Fähigkeiten von Fraunhofer und Leibniz in einem gemeinsamen Technologiepool zusammen. Für die Modernisierung und Ergänzung ihrer Anlagen und Geräte erhalten die 13 beteiligten Forschungseinrichtungen insgesamt rund 350 Millionen Euro von dem Bundesministerium für Bildung und Forschung.

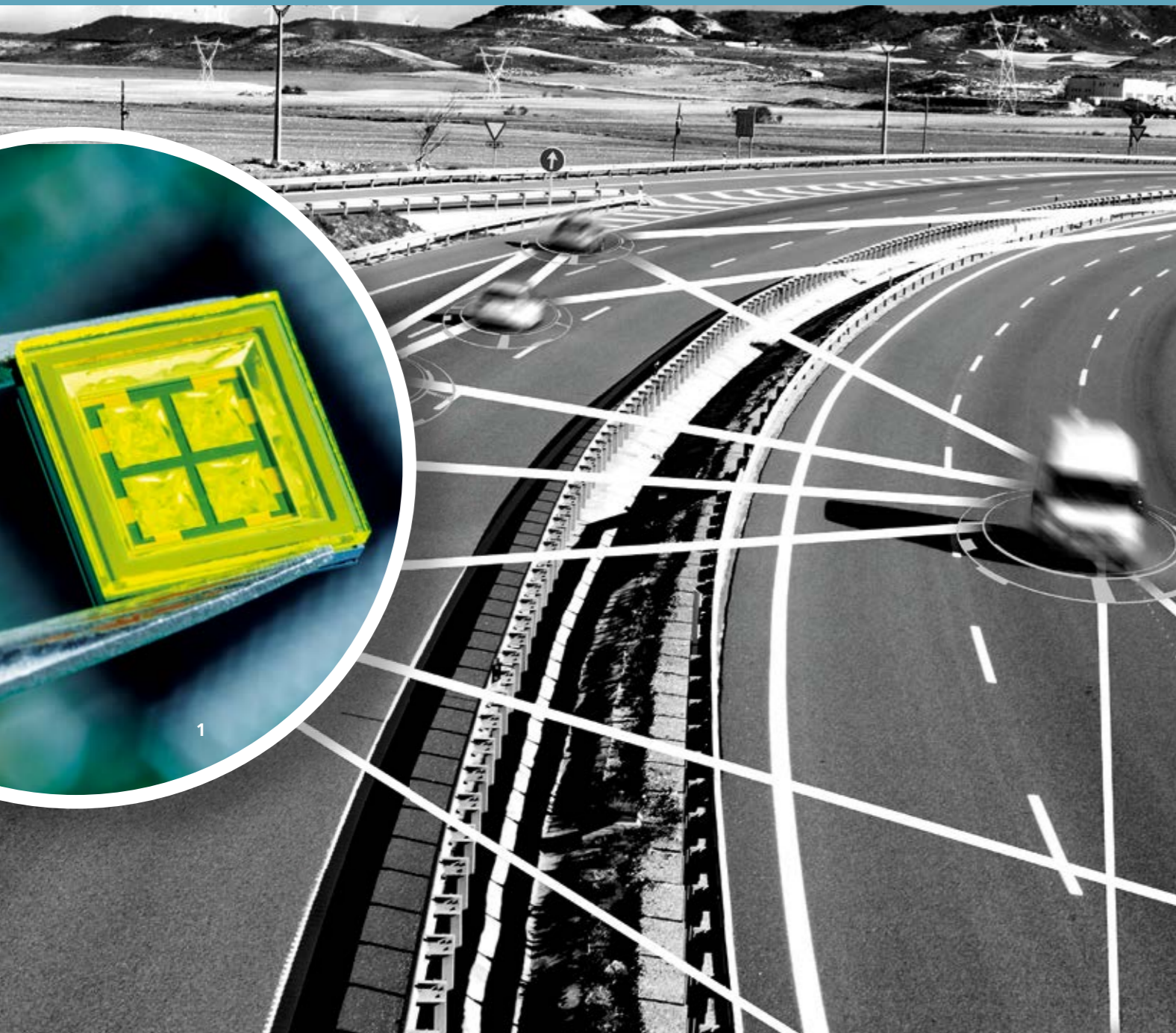
Leistungszentren

Ziel des Leistungszentrums »Funktionsintegration für die Mikro-/Nanoelektronik« ist es, vor allem 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.



Mit seinen Kernkompetenzen bietet das Fraunhofer IZM einer Vielzahl von Branchen innovative Prozess- und Technologielösungen für die gesamte Wertschöpfungskette vom Material bis zur Produktapplikation. Wesentliche Geschäftsfelder bestehen insbesondere in den Branchen Automotive & Transportation, Medizintechnik, Industrieelektronik, IuK und Semiconductors. Die folgenden Seiten bieten einen Überblick des Leistungsangebots für die unterschiedlichen Branchen.

AUTOMOBIL- UND VERKEHRSTECHNIK



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. Am Fraunhofer IZM gehören diese Applikationsfelder zu den Kernkompetenzen jeder Abteilung. Das Institut unterstützt 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 zukunftsreiche und zuverlässige Lösungen entwickelt und prototypisch realisiert.



Innovatives Produktdesign im Automobil-Innenraum durch Conformable Electronics

3D-Conformable Electronics Systeme haben viel Aufmerksamkeit gewonnen. Die umformbare Elektronik spart nicht nur Gewicht und Volumen bei bereits bekannten Anwendungen, wie z. B. im Auto. Sie ermöglicht auch völlig neue Funktionalitäten und systemische Veränderungen.

Für starre conformable Systeme stehen derzeit zwei Technologien im Fokus: Thermoformen und Spritzgießen. Die Machbarkeit beider Ansätze wurde mit unterschiedlichen Materialien und Materialkombinationen gezeigt.

Während es am Fraunhofer IZM bereits umfangreiche Erfahrungen mit der Anwendung von TPU mit Cu-Leiterbahnen für konforme Elektronik gibt, wird das Materialportfolio derzeit durch dedizierte leitfähige Siebdruckpasten für das Thermoformen und neue Substratmaterialien ergänzt - z. B. PC, PET und PMMA. Der Umformprozess wird durch den Einsatz innovativer Heizplatten für eine homogenere Dehnungsverteilung optimiert.

Hermetisches Wafer Level Packaging von LEDs

Im Projekt HeraKLED wurden mittels Leuchtkeramiken und neuartigen Gehäusetechnologien hermetisch gedichtete Hochleistungs-LED-Packages entwickelt, die insbesondere für den Einsatz in harschen Umgebungen geeignet sind. Das Fraunhofer IZM übernahm hierbei Herstellung und Aufbau der LED-Packages. Hierfür wurden LEDs auf der oberen Seite und die Kontakte zur Leiterplatte auf der unteren Seite eines Interposer-Wafers platziert. Beide Seiten wurden mit TSVs verbunden. Auf diesen Wafer wurde dann ein Rahmenwafer gebondet. Danach konnten die Keramik-Konverter (vom Fraunhofer IKTS) auf die Packages gebondet werden. Die Hermetizität der LED-Packages konnte erfolgreich nachgewiesen werden.



Chip Scale Packaging für SiC-Leistungshalbleiter

Neue Leistungshalbleiter ermöglichen eine signifikante Steigerung der Effizienz bei der Energieumwandlung. Das klassische Packaging der Halbleiter schränkt die Wirkung jedoch durch parasitäre elektromagnetische Effekte ein. Die vielversprechendste der am Fraunhofer IZM entwickelten Lösungen ist das Power CSP (Chip Scale Package). Es handelt sich um ein minimales Package mit Interfaces auf der Ober- und Unterseite, das sich sehr flexibel und einfach zu Aufbauten kombinieren lässt, die an klassische Leistungsmodule angelehnt sind. Gleichzeitig sind alle Möglichkeiten für einen niederinduktiven Aufbau gegeben. Das Institut wird diese Technologie in den nächsten Jahren als zentrale Strategie weitertreiben.

Leistungsangebot:

In der Automobil- und Verkehrstechnik ist das Fraunhofer IZM in folgenden Technologiebereichen aktiv:

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

1 200mm Wafer-Level LED-Package

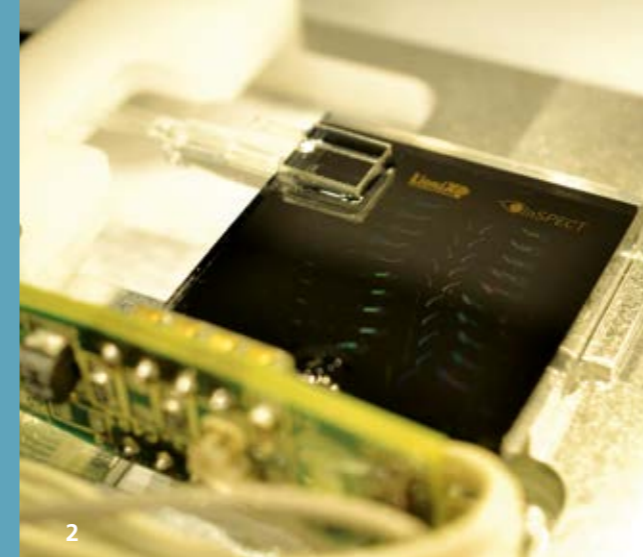
2 Thermoplastisch umgeformte Leiterplatte mit LEDs, die vor der Umformung montiert wurden

3 Innenansicht eines Power Chip Scale Packages mit eingebettetem SiC-Leistungs-MOSFET

MEDIZINTECHNIK



Viele medizinische Innovationen, die das Leben von Patienten erleichtern, basieren auf fortschrittlichen Mikrointegrationstechnologien. 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. Daneben gehören auch Zuverlässigkeitsbetrachtungen, Biokompatibilitätsbewertungen sowie die für eine Produktentwicklung notwendige Risikobetrachtung nach ISO 14971 zum Dienstleistungsspektrum des Instituts.



Packaging für ein Nanospektrometer

Für moderne Krebsdiagnostik und -therapie werden präzise, schnelle und bildgeführte Sensorsysteme benötigt, um Krebszellen zu identifizieren. Ein integriertes Nanospektrometer auf Siliziumnitridbasis im sichtbaren bis infraroten Spektralbereich wurde zu diesem Zweck mit einer »photonischen Kanüle« verbunden – als Alternative zu großen und teuren Laborspektrometern. Das Fraunhofer IZM war verantwortlich für das Design und den Aufbau des photonischen Systems mit der optischen Kopplung von mehreren Einmodenfasern an eine Mehrmodenfasern. Solche Nanospektrometer der nächsten Generation reduzieren, zusammen mit in die Instrumente integrierten optischen Sonden, die Kosten für Gewebeproben und die Belastung für die Patienten.

Druckbarer Batterieseparator für Lithium-Ionen-Mikrobatterien

Extrem kleine Batterien, wie sie etwa für zukünftige Anwendungen in der Medizintechnik benötigt werden, können nicht mehr mittels Metallgehäusen (Knopfzellen) gekapselt werden. Hier kommen Prozesse, die aus der Halbleiter- und MEMS-Fertigung abgeleitet sind, zur Anwendung.

Während bei Knopfzellen eine poröse Polymerfolie als Separator zwischen Anode und Kathode eingelegt wird, ist bei der gemeinsamen Prozessierung von Anode und Kathode auf einem Substrat eine strukturierte Abscheidung des Separators notwendig. Hierzu wurde ein mittels Mikrodispensieren auftragbarer (druckbarer) Separator entwickelt, der aus Siliziumoxid-Nanofasern und einem Polymerbinder besteht. Die ionische Leitfähigkeit der 30 µm dicken Separatorschicht ist vergleichbar mit herkömmlichen Separatoren. Bei einem Strom von 2 C kann noch über 80 Prozent der Nominalkapazität entnommen werden. Die Zyklisierbarkeit ist identisch mit der von Vergleichszellen. Es wurden Mikrobatterien mit einer Aktivfläche von 6x8 mm² hergestellt, die eine Kapazität von 0,8mAh besitzen.



Kostengünstige, drahtlose Feuchtedetektion in Inkontinenzmaterialien

Das Konzept umfasst ein Low-Cost Feuchte-Überwachungssystem in Inkontinenzmaterialien, welches eine personalisierte Detektion von Nässevorkommnissen und -mengen in der Altenpflege erlaubt. Die Detektion erfolgt durch einen kostengünstigen, biokompatiblen, gedruckten Sensor auf Polymerbasis. Das System besteht weiterhin aus einem kleinen (< 8 cm²) wiederverwendbaren Auslese-Clip und einem Mikrocontroller mit einem »Advanced Power Management« und »Bluetooth Low Energy« für eine energieeffiziente Drahtloskommunikation, einen Mehrgeräteanschluss und eine automatische Wiederverbindung. Der Druckprozess ist voll skalierbar und erlaubt ein direktes Drucken der Sensoren auf das Untermaterial der Windel. Eine WLAN-Verbindung ermöglicht ebenfalls »Big-Data-Mining« und Datenanalyse.

Leistungsangebot:

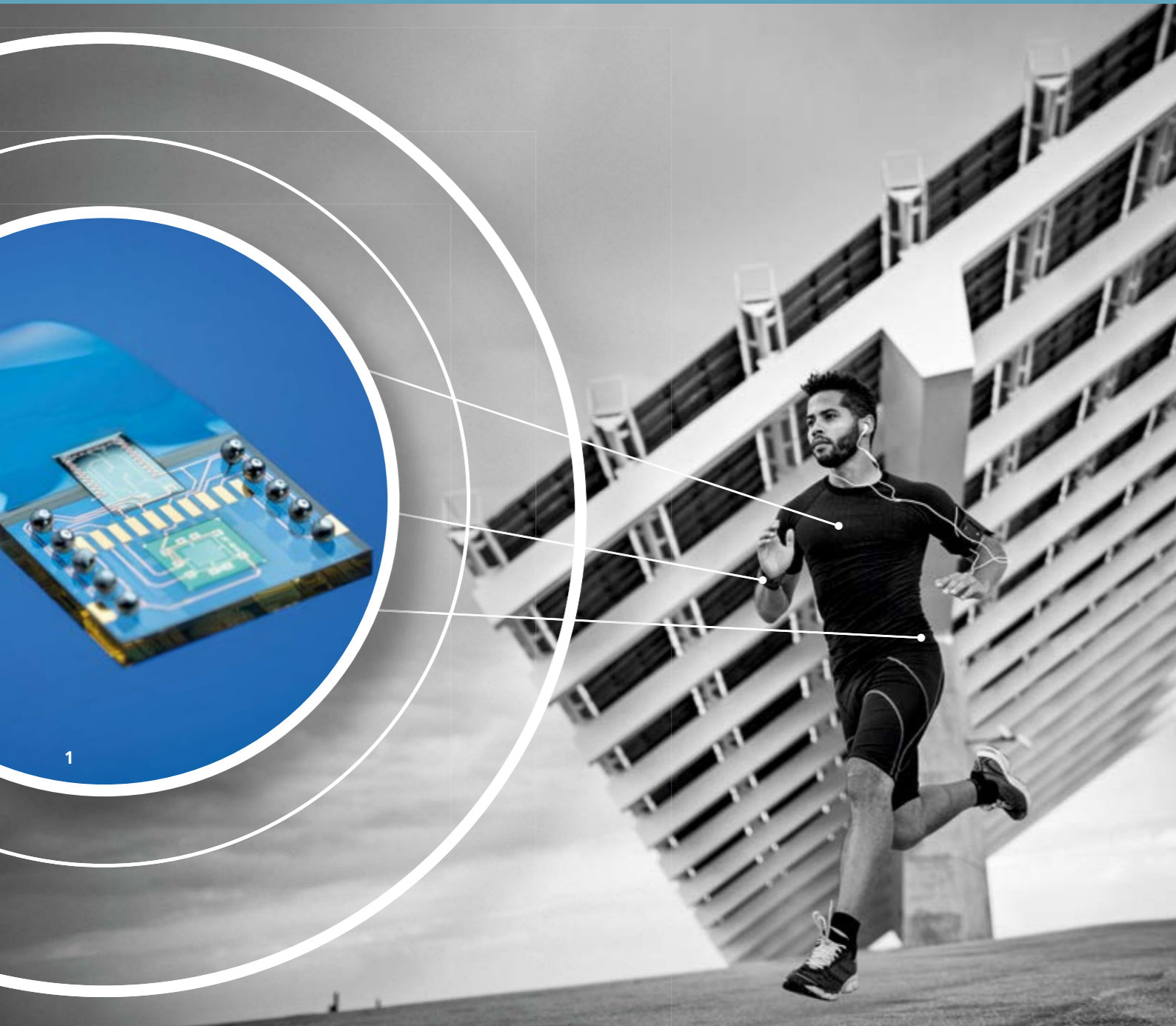
- Aufbau- und Verbindungstechnik und Zuverlässigkeitsanalysen für miniaturisierte medizinische Geräte und Implantate
- Lab-on-Substrate für patientennahe Labordiagnostik
- Verbesserte Funktionalitäten für intelligente Prothesen
- Wearables für den medizinischen Einsatz
- Textil- und strukturintegrierte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

1 Textilintegriertes Multi-Sensor-System zur Überwachung der Rückenhaltung

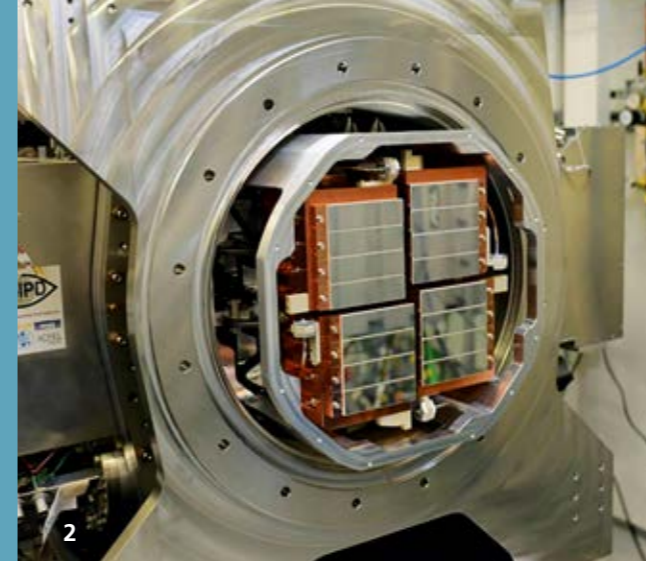
2 Nanospektrometer mit integriertem Nanospektrometerchip, entwickelt im Projekt InSPECT im EU-Programm Horizon 2020

3 Drahtlose Feuchtedetektion in Inkontinenzmaterialien mittels gedruckter Sensoren auf Polymerbasis und Low-power Mikrocontroller

HALBLEITER



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. Das Fraunhofer IZM bietet seinen Kunden eine geschlossene Umsetzungskette – von der Konzeption, Prozessentwicklung, Charakterisierung bis hin zu Zuverlässigkeitsbewertung sowie Prototyping von neuen Sensoren, hermetischen Sensor-Packages 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.



Kamerakomponenten für den leistungsstärksten Röntgenlaser der Welt

Der »European XFEL«, der weltweit leistungsstärkste Röntgenlaser, ermöglicht es, die dreidimensionale Struktur von Biomolekülen zu entschlüsseln und synthetische Materialien zu analysieren. Für die hierfür notwendige Röntgenkamera wurden am Fraunhofer IZM »Adaptive Gain Integrating Pixel Detector (AGIPD)«-Module realisiert: Die elektronischen Komponenten auf Siliziumwafern wurden mit μm -Lotkugeln versehen und je 16 elektronische AGIPD-Auslesechips ($200 \times 200 \mu\text{m}$ Pixelgröße, 65.536 Pixel/Modul) auf den röntgensensitiven Silizium-Sensorchip von $11 \times 3 \text{ cm}^2$ Größe gebondet. Damit sind es die größten Detektor-Module, die bisher am Institut aufgebaut wurden.

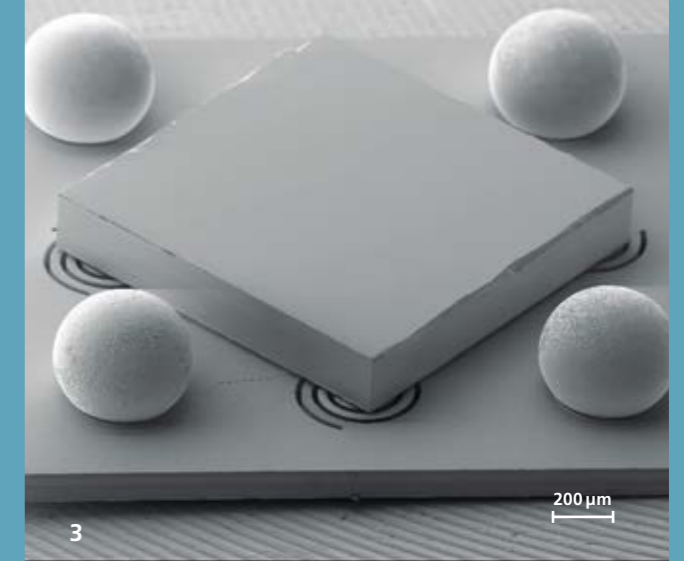
Wafer-Level Packages für Server-Anwendungen

Im Rahmen der bestehenden Zusammenarbeit mit der Firma Coinbau wurde ein spezielles Chip-Size Wafer Level Package (CS-WLP) für den »High Performance Computing«-Bereich, und hierbei auch erstmals ein WLP für die 22-nm-FDSOI-Technologie von GlobalFoundries, entwickelt.

Die Herausforderungen lagen dabei in der gleichmäßigen Verteilung der Betriebsspannung über den gesamten Chipbereich ohne signifikanten Spannungsabfall und in der Realisierung einer kostengünstigen Lösung für das Chip-Packaging unter den Randbedingungen des späteren Einsatzes als Server im konstanten Betrieb. Es konnten Vorserienchips mit hoher Ausbeute gefertigt werden, welche die Leistungserwartungen des Kunden gänzlich erfüllten.

Stresskompensierendes Siliziumsubstrat für die Montage von empfindlichen Sensoren

MEMS-Sensoren, wie z.B. Beschleunigungsmesser, sind anfällig für mechanischen Stress, was die Sensorleistung beeinträchtigen kann. Am Fraunhofer IZM wurde eine Montagetechnologie entwickelt, die ein effektives mechanisches Entkoppeln der MEMS-Elemente im Sensor vom organischen Trägersubstrat erlaubt. Hierfür wurden Siliziumchips mit durchgehend geätzten,



planaren Federstrukturen hergestellt und als Zwischenträger für die Sensormontage verwendet. Jeder Kontakt des Sensors befindet sich dabei über einem der Federelemente und wird von hier über den Zwischenträger mit größeren Bumps zum organischen Substrat verbunden. Die Technologie wurde mit Drucksensoren der Firma Austria Microsystems demonstriert.

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

1 Eingebettete ultra-dünne Mikrosensoren für Zustandsüberwachung unter Verwendung von Starr-Flex-Technologie

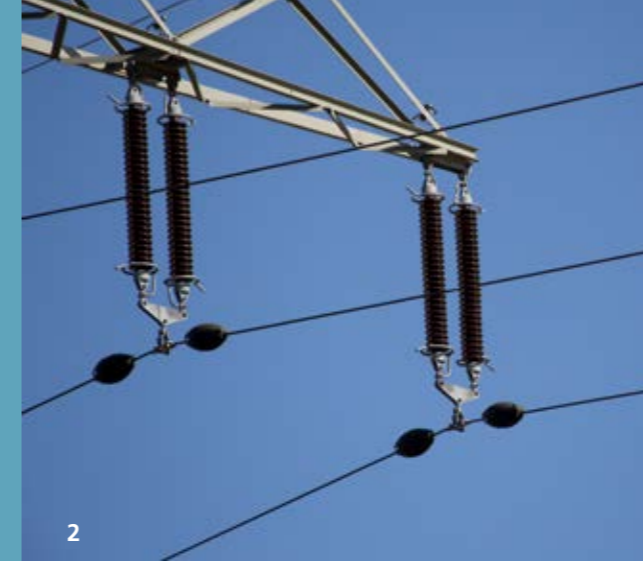
2 Röntgen-Kamera am XFEL/SPB mit Modulen, die am Fraunhofer IZM aufgebaut wurden
© A. Allahgholi – CFEL

3 Drucksensor Flip-Chip-montiert auf Siliziumsubstrat mit durchgehend geätzten planaren Federstrukturen um jedes der vier Flip-Chip-Pads

INDUSTRIELELEKTRONIK



Am Fraunhofer IZM steht die Thematik Industrie 4.0 im Fokus der FuE-Aktivitäten im Geschäftsfeld Industrieelektronik. Schwerpunkte sind 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. Besonders wichtig ist auch die flexible Bereitstellung der Messdaten sowohl für stationäre Steuer- und Regelprozesse als auch eine on-demand-Bereitstellung zu mobilen Endgeräten zum Beispiel für Kontroll-, Wartungs- und Instandhaltungszwecke.



2

Monitoring von Hochspannungsfreileitungen

Für die Kontrolle und Überwachung von kritischen Infrastruktursystemen (Energie, Wasser etc.) in Echtzeit werden eingebettete Systeme und Sensornetzwerke eingesetzt. Für das Handling der ermittelten und übertragenen Mess- und Sensordaten wurde ein flexibles Datenmanagementsystem basierend auf einer Client-Server-Architektur entwickelt. Dieses besteht aus Basisstationen, Datenbanken, Funktionen für Datenanalysen, Intranet-/Cloud-Diensten und Kommunikation mit der Leittechnik durch Industrieprotokolle.

Überwachung von Abwasserkanälen

Für die permanente Überwachung von Umweltparametern (etwa pH und Leitfähigkeit) im Abwasserkanal wird ein energieautarkes Sensorsystem entwickelt. Das System besteht aus einem oder mehreren Sensorringen, auf denen wasserdichte Funktionsmodule montiert sind. Die Module kommunizieren über ein drahtgebundenes Bussystem, die Ringe untereinander drahtlos via Funk. Ein ereignisbasierter Abtast-Algorithmus steuert die Messungen. Dabei ist ein Sensor mit geringem Energiebedarf ständig im Betrieb, der bei vordefinierten Bedingungen die Inbetriebnahme der gesamten Sensorik auslöst. In Kombination mit der speziell entwickelten »Low Power«-Architektur wird ein minimaler Ruhestrombedarf erreicht. Das microMole-Projekt wird gefördert im EU-Programm Horizon 2020 mit der Fördernummer 653626.

Leistungselektronik in rauen Umgebungen

Der Zuverlässigkeit von leistungselektronischen Aufbauten wird immer stärkere Bedeutung beigemessen, um die Verfügbarkeitsanforderungen von erneuerbaren Energien gewährleisten zu können. Das Fraunhofer IZM entwickelt daher im BMBF-Projekt AMWind (Autonomes Monitoring von Windkraftanlagen) Ansätze, drohende Ausfälle auf Off-Shore-Windkraftanlagen vorherzusagen, um rechtzeitig zu warten und Stillstandszeiten zu minimieren. Das Institut kooperiert in diesem Projekt mit den Firmen M&P, Siemens, Infineon und der WindMW GmbH, die als Eigentümer einen Windpark mit etwa 50 Windkraftanlagen, 8 km vor Helgoland gelegen, zur



3

Verfügung stellt. Mithilfe dieses Projekts sollen elektrische Parameter bestimmt werden, die Rückschlüsse auf den Alterungsprozess der Bauteile in den Windkraftanlagen zulassen. Im BMBF-Projekt KorSikA gilt die besondere Aufmerksamkeit der Zuverlässigkeit der Sinter-Silber-Verbindungen in den Leistungsmodulen der Off-Shore-Windkraftanlagen. Es werden die unter maritimen Bedingungen auftretenden Schädigungsmechanismen identifiziert und zusammen mit Projektpartnern präventive Maßnahmen entwickelt, um korrosive Ausfälle vermeiden zu können. Mit den Erkenntnissen aus diesem Projekt sollen die Effizienz, die Betriebssicherheit und die Lebensdauer von Windkraftanlagen erhöht werden.

Leistungsangebot:

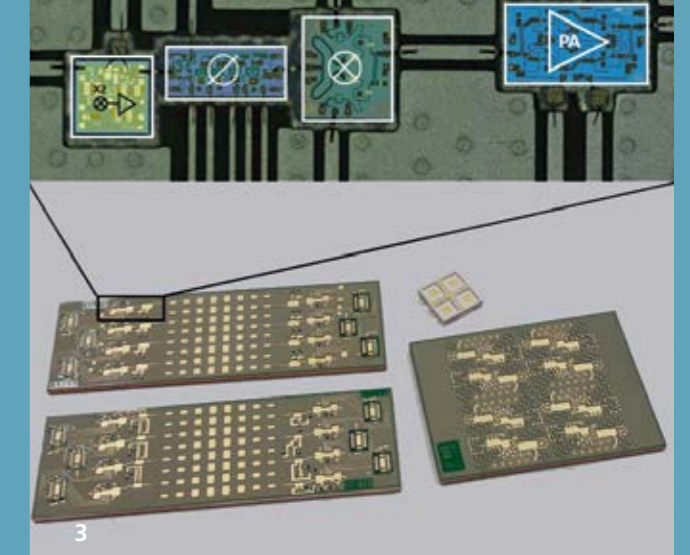
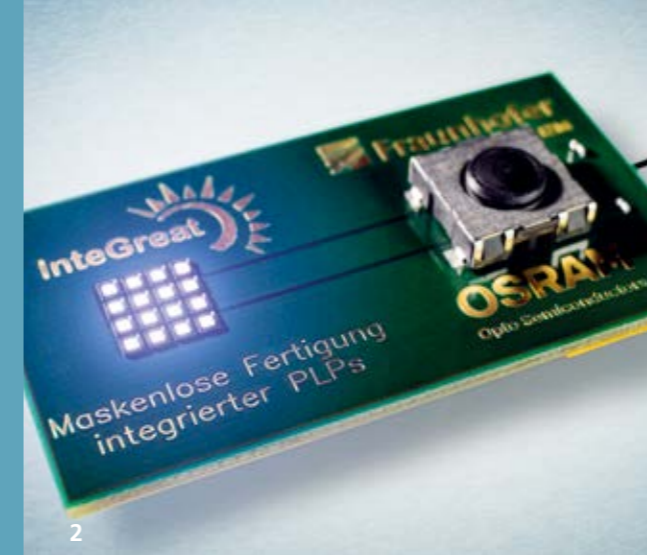
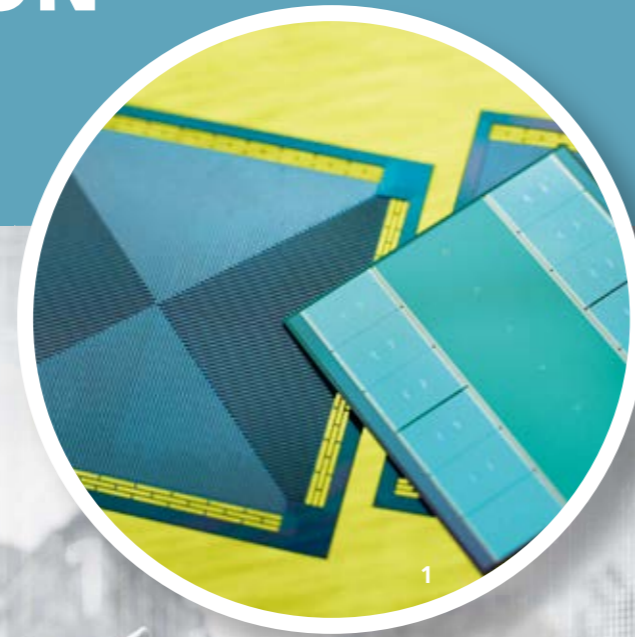
- Design, Technologieentwicklung und -optimierung, Zuverlässigkeitsuntersuchungen und Technologietransfer hochintegrierter Module auf Leiterplattensubstraten, Starr-Flex und Flex sowie metallischen oder keramischen Substraten
- Aufbau- und Verbindungstechnik für Produkte der Industrieelektronik
- Integration elektronischer Komponenten 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

1 Hochtemperatur-Sensor für Extrusionsanlagen: SOI-Chip und Gehäuse

2 Monitoring von Hochspannungsfreileitungen, Projekt ASTROSE (gefördert von BMBF und BMWi)

3 Energieautarkes Sensorsystem für die Überwachung von Umweltparametern in Abwasserkanälen

INFORMATION & KOMMUNIKATION



Interposer mit Mikrofluidkanälen für eine beidseitige Kühlung von Hochleistungsprozessoren

Hochleistungsprozessoren sind das Rückgrat eines jeden Rechenzentrums. Die Prozessorleistung wird dabei insbesondere durch die maximale Kapazität der Wärmeabführung begrenzt. Eine herkömmliche Luftkühlung kann die hohe Wärmeentwicklung nicht im notwendigen Maß reduzieren, so dass sich das Fraunhofer IZM im EU-Projekt CarrlCool auf die Realisierung eines System-in-Package (SiP) mit einer Flüssigkühlung auf beiden Prozessorseiten fokussierte. Basis war die Entwicklung einer neuen, innovativen Technologie zur wasserdichten Integration von Mikrofluidkanälen und von TSVs. Der vollständig aufgebaute SiP-Stack wurde im finalen Assembly-Schritt auf ein Laminat gebondet und in ein Manifold integriert, welches auch die externen Flüssigkeitsanschlüsse zur Verfügung stellt. Der realisierte Demonstrator mit diesem doppelseitigen Flüssigkeits-Kühlungskonzept ermöglicht die Abführung von 692 W Wärme von einer Prozessorfläche von nur 4 cm².

Charakterisierung von Materialien für Hochfrequenzanwendungen

Der Lagenaufbau heterogen integrierter System-in-Package-Aufbauten muss unterschiedlichste, oft widerstreitende Anforderungen im Hinblick auf mechanische, thermische und elektrische Eigenschaften erfüllen. Die Charakterisierung dielektrischer Materialeigenschaften liefert wichtige Daten zur Eingrenzung der Materialauswahl. In einem Projekt zur Entwicklung von Fan-Out-Wafer-Level-Packages wurden die dielektrischen Eigenschaften der verwendeten Materialien über einen breiten Frequenzbereich bis 100 GHz bestimmt. Dabei wurde eine Kombination von Resonatorverfahren und planaren Resonatoren verwendet.

Fan-Out-Wafer und Panel-Level-Packaging

Fan-Out-Wafer-Level-Packaging (FOWLP) ist eine der zentralen Technologien für die heterogene Integration. Hauptvorteile sind die geringe Dicke durch substratlose Fertigung, die gute thermische Performance, die ausgezeichnete HF-Charakteristik bedingt durch kürzeste Leiterbahnen in Verbindung mit ultradünner Umverdrahtung. FOWLP eignet sich für die unterschiedlichsten

Anwendungen, vom μ -Controller über Sensorpackaging mit freigestellten Sensorflächen bis zu 5G-Kommunikationsanwendungen im HF- und mm-Wellen-Bereich. Aktuell zeigt sich ein deutlicher Trend hin zu größeren Flächen für gesteigerte Produktivität – das Fraunhofer IZM unterstützt durch sein Panel Level Packaging Consortium eine prozessorientierte Forschungsinitiative gemeinsam mit 17 Industriepartnern. Exemplarisch wird dieser Trend im BMBF-Projekt Integreat demonstriert – hier wurden hochintegrierte LED-Packages auf Panel-Ebene gefertigt.

Aufbau- und Verbindungstechnik-Konzept für innovative Satcom-Antennen-Terminals (AVISAT)

In der Satellitenkommunikation bieten Leiterplatten mit Kupferkern eine kosteneffektive Integrationsplattform für steuerbare Antennen hoher Bandbreite, sie vereinen funktionale und thermische Vorteile. Zusammen mit den Firmen IMST GmbH und HISATEC konnten unter Verwendung eines GaAs-ICs für die Satellitenfrequenzbänder 20 GHz/30 GHz (Down-/Uplink-Bänder) und das 60-GHz-ISM-Band erfolgreich die geforderten Leistungslevel, Bandbreiten sowie Wärmespreizung bzw. -ableitung für den Aufbau gesteuert Antennen erreicht werden.

Leistungsangebot

- Systemdesign für integrierte, miniaturisierte, energieautarke robuste Sensorsysteme und drahtlose Netzwerke
- Aufbau von Hochfrequenzsystemen und elektrooptischen Komponenten
- Prozessoptimierung und Technologietransfer von Fertigungstechnologien hochintegrierter Systeme
- Zuverlässigkeitsuntersuchung, Lebensdauerabschätzung
- Beratung und Ecodesign für nachhaltige IuK-Produkte

1 SiP mit Flüssigkühlung auf beiden Prozessorseiten, entwickelt im EU-Projekt CarrlCool

2 Hochintegrierte LED-Packages gefertigt auf Panel-Ebene (BMBF-Projekt Integreat)

3 KA-Band-Frontend für Satellitenkommunikation

Die zunehmende Vernetzung stellt die Fertigungstechnologien für Systeme der Informations- und Kommunikationstechnik vor besondere Herausforderungen: Für den effizienten Austausch und die Speicherung von Daten braucht es immer größere Rechenzentren und den Austausch elektrischer und optischer Signale. Eine weitere Herausforderung ist die digitale Vernetzung selbst: Es bedarf hochdynamischer Netze, die Daten transportieren, verarbeiten und analysieren können. Das Fraunhofer IZM bietet umfassende Lösungen für diese Herausforderungen. Das Institut hat eine weit über 20-jährige Erfahrung im Bereich der Systemintegration.

AUSSTATTUNG & LEISTUNGEN



SYSTEMINTEGRATION

Wafer-Level-Packaging-Linie

Das Fraunhofer IZM betreibt je eine Wafer-Level-Prozesslinie (Reinraumklassen 10-1000) in Berlin (975 m²) und Dresden (ASSID, 1.000 m², ISO 9001) für Entwicklung, Prototypenrealisierung und Kleinvolumenproduktion unter Verwendung unterschiedlicher Wafermaterialien (z. B. Silizium III/V, Keramik, Glas) und -größen (4"-12").

Prozessmodule

- Cu-TSV-Integration (Via-middle-, Via-last-, Backside-Via-Prozesse)
- 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, temporär
- Wafer-Level Assembly (D2W)
- AOI, Metrology

Prozesslinie zur Substratfertigung

Im Leiterplattenbereich können Vollformatsubstrate mit einer Größe von 460x610mm² für die Resist- und die Leiterplattenlamination 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

Labor zur Moldverkapselung

Das Labor bietet Bestück- und Verkapselungsverfahren, Material- und Packageanalyse sowie die Zuverlässigkeitscharakterisierung. Der Schwerpunkt liegt auf FO-WLP/PLP, auf Sensor-Packages mit freigestellter Oberfläche und auf Power-SiPs:

- Präzisionsbestückung und Compression Molding auf Wafer- und Panelebene (610x460mm²)
- Umverdrahtung in 2D (PCB-basierend und Dünnschicht) und 3D (TMV)
- Transfer Molding von SiPs für Sensorik und Power
- Prozesssimulation und Ermittlung von Materialmodellen

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

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/AlSi1 gebondeter Chip-on-Board Sensor-Packages

Lötlabor

- Porenfreier Aufbau großflächiger Lötverbindungen für die Leistungselektronik durch Dampfphasenvakuumlötlösung
- 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 0,5 µm

WERKSTOFFANALYTIK

Moisture Lab

- Umfassende simulationsgestützte Zuverlässigkeitsbewertung feuchteinduzierter Phänomene in mikroelektronischen Bauteilen und Systemen
- Oberflächenanalyse durch Rasterkraftmikroskopie
- Analysemethoden für die Sorption, Permeation und Diffusion von Wasser in Werkstoffen
- 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

Hochfrequenz-Labor

- Elektrische und funktionale Charakterisierung von Elektronikmodulen und passiver Komponenten bis zu mm-Wellenfrequenzen (220 GHz)
- Dielektrische Materialcharakterisierung 1 MHz bis 170 GHz
- Temperaturkontrollierte On-Wafer Messplätze
- Messplatz bis 80 GHz zur Gewinnmessung für Antennen und Antennensysteme
- Vermessung elektrischer Eigenschaften von digitalen Datenübertragungssystemen (bis 32 Gbit/s)
- Lokalisierung von EMV-Hotspots mit Nahfeldsonden bis 6 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)

Weitere Labore

- Mikrobatterie-Labor mit 10m langer Batterieentwicklung- und Montagelinie
- Labor für textilintegrierte Elektronik (TexLab)
- Assembly-Labor für das automatische Flip-Chip- und Die-Bonden und die Bestückung auf Waferebene
- Electronics Condition Monitoring Labor (ECM) für Funktionstests elektronischer Systeme bei Umgebungsbeanspruchung
- Qualifikations- und Prüfzentrum für elektronische Baugruppen (QPZ)
- Labor für thermomechanische Zuverlässigkeit
- Thermal & Environmental Analysis Lab

VERANSTALTUNGEN



EVENTS & WORKSHOPS

Eröffnung einer Forschungsplattform für Hardware-Startups

Am 22. September wurde am Fraunhofer IZM der neue Labor-komplex Start-a-Factory eröffnet. Rund 160 Gäste aus Industrie, Forschung und Politik waren in den Wedding gekommen, um sich über diesen großen Schritt in Richtung reibungslose und kostengünstige Fertigung zu informieren.

In Start-a-Factory entwickeln IZM-Wissenschaftler passgenaue Lösungsansätze für Probleme, die bei der Produktentwicklung immer wieder auftreten. Am Ende soll die Gründergarage von morgen stehen: mit High-Tech-Ausstattung und ganz auf die Bedürfnisse junger Unternehmen zugeschnitten. Bei Start-a-Factory werden nicht nur entwicklungs- und fertigungsbezogene Schnittstellen innerhalb der Prozessketten ermittelt, sondern auch Faktoren, die die späteren Fertigungskosten beeinflussen, werden von Anfang an berücksichtigt.

Vom Package zur Anwendung – Technologietag am Fraunhofer IZM

Der September hielt für über 100 Interessierte ein besonderes Schmankerl bereit: Als eine der weltweit führenden Adressen im Bereich des Advanced Packaging gab das Fraunhofer IZM die Antwort auf die Frage: Welches Package braucht meine Anwendung? Der Technologietag richtete sein Augenmerk auf die drei Applikationsbereiche Wireless Communication und Connectivity, Automotive & Transportation und Medizintechnik und Sensorik. Für Ingenieure und Techniker aus Entwicklung, Konstruktion und Produktion, insbesondere aus der Automobil- und Zuliefererindustrie, dem Maschinenbau, der Elektro- und Medizintechnik wurde enthüllt, wie unterschiedliche Komponenten egal in welcher Anwendung zu einem Gesamtsystem zusammengeführt werden können.

Pitchen für Fraunhofer-Know-how

Am 6. Dezember öffnete das Fraunhofer IZM seine Tore für die Berliner Startup-Szene. In Kooperation mit der CUBE GmbH entstand ein Event, das Startups, Investoren und weiteren zahlreichen Interessenten unter dem Titel »Founders' Garage« eine Plattform zum Austausch und Vernetzen bot. Neben dem Institutsleiter des Fraunhofer IZM, Klaus-Dieter Lang, begrüßten Bernd Lietzau von der Senatskanzlei des Regierenden Bürgermeisters und CUBE-Chef Torsten Oelke die Gäste.

Beim Networking-Breakfast standen neun Table Captains aus verschiedenen Firmen und Institutionen, darunter Berlin Partner, Tektronix und Fraunhofer allen Interessenten Rede und Antwort. In geführten Touren durch die IZM-Labore hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, das Potenzial des Fraunhofer IZM kennenzulernen. Parallel konnten drei Startups in den Containern der Start-a-Factory den Teilnehmern ihre Entwicklungen demonstrieren. Weitere 25 Startups nahmen mit ihren Entwicklungen an der Ausstellung in der HALLE16izm.Berlin teil.

Ein Highlight der Founders' Garage waren die dreiminütigen Pitches, bei denen 20 Startups in drei Runden vor einer Jury ihre Ideen präsentierten. Die drei besten Ideen wurden durch eine Kooperation mit Start-a-Factory am Fraunhofer IZM prämiert.

1 *Gespannte Erwartung bei der Eröffnung von Start-a-Factory*

2 *Eröffneten Start-a-Factory per Knopfdruck: Guido Schließ (SAP Deutschland), Dr. Stefan Mengel (BMBF), Dr. Andreas Olmes (Hightech-Gründerfonds GmbH), Bernd Lietzau (Senatskanzlei), Prof. Georg Rosenfeld (Fraunhofer-Vorstand), Prof. Klaus-Dieter Lang (Fraunhofer IZM), v.l.n.r.*



Fraunhofer Leistungszentrum für »Digitale Vernetzung« in Berlin feierlich eröffnet

Am 6. März wurde in Berlin das neue Fraunhofer Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« feierlich eröffnet. Das Leistungszentrum bietet Unternehmen – vom Start-Up über den Mittelstand bis zum Großkonzern – umfassende Forschungs- und Umsetzungskompetenz aus einer Hand. Es bündelt Expertise und Know-how von vier Fraunhofer-Instituten und stellt einen weiteren Meilenstein in der Positionierung Berlins als führenden Standort im Bereich der Digitalisierung dar.

Die Leistungszentren der Fraunhofer-Gesellschaft organisieren den Schulterschluss der universitären und außeruniversitären Forschung mit der Wirtschaft und zeichnen sich durch verbindliche, durchgängige Roadmaps der beteiligten Partner in den Leistungsdimensionen Forschung und Lehre, Nachwuchsförderung, Infrastruktur, Innovation und Transfer aus. Sie sind ein Angebot an die Wirtschaft und Politik, wissenschaftliche Exzellenz mit gesellschaftlichem Nutzen als Priorität für den Standort Berlin und Deutschland zu entwickeln.

Startschuss für die »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland« in Berlin und Brandenburg

Elf Institute des Fraunhofer-Verbands Mikroelektronik haben gemeinsam mit zwei Instituten der Leibniz-Gemeinschaft ein Konzept für eine Forschungsfabrik für Mikro- und Nanoelektronik erarbeitet. Ziel dieser standortübergreifenden Forschungsfabrik wird es sein, eine neue Qualität der Elektronikforschung am Standort Deutschland zu schaffen und Forschungsdienstleistungen entlang der kompletten Innovationskette aus einer Hand anzubieten.

Die je zwei beteiligten Leibniz- und Fraunhofer-Institute in Berlin und Brandenburg, darunter das Fraunhofer IZM, bündeln ihr Know-how und ihre Ressourcen in Technologieparks, um zukunftsrelevante Forschungsthemen effizient und zeitnah voranzubringen.

Am 6. Juli fand am Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik die regionale Auftaktveranstaltung Berlin-Brandenburgs statt. Nach einem Vortrag von Bundesministerin Johanna Wanka und Grußworten der aus Politik und Forschung wurde das neue Eingangsschild der »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland« feierlich enthüllt.

Wer mit wem und wie am besten?

Unter dem Stichwort »High-Tech aus Berlin« trafen sich Anfang November über 50 Teilnehmende zu einem Kooperationsforum im Fraunhofer IZM, um an Beispielen die Zusammenarbeit von kleinen und mittelständischen Unternehmen

Auswahl der Messeaktivitäten des Fraunhofer IZM	
SPIE Photonics West	Februar, San Francisco, USA
Smart Systems Integration	März, Cork, IRL
SMT Hybrid Packaging	Mai, Nürnberg
PCIM Europe	Mai, Nürnberg
TechTextil	Mai, Frankfurt
Sensor + Test	Mai, Nürnberg
ECTC	Mai - Juni, Florida, USA
SemiExpo Russia	Juni, Moskau, RUS
Laser	Juni, München
Semicon West	Juli, San Francisco, USA
Photonic Days BB	Oktober, Berlin
ELIV	Oktober, München
MST-Kongress	Oktober, München
Productronica	November, München
Compamed	November, Düsseldorf
Semicon Japan	Dezember, Tokyo, JPN



und Startups im Mikroelektronik-Bereich zu diskutieren. Neben strategischen Transferpartnern wie dem Fraunhofer-Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« wurde auch das technologische Konzept der neuen Halle 16 als Co-Working Space und Hightech-Labor genau unter die Lupe genommen. Die von OptecBB, der Wirtschaftsförderung Brandenburg und Berlin Partner unterstützte Veranstaltung gab einen tiefen Einblick in die aktuelle Förder- und Kooperationslandschaft in der Region.

Panel Level Packaging Symposium

Das Panel Level Packaging gilt als aussichtsreicher Kandidat für eine extrem kostengünstige Fertigungstechnologie mit hohem Marktpotenzial. Am 29. November trafen sich am Fraunhofer IZM in Berlin rund 100 Vertreter von Unternehmen aus aller Welt, um den gegenwärtigen Stand des Industrialisierungsprozesses zu diskutieren. Fachleute namhafter Technologiepartner wie INTEL, Amkor Technology, ASM, Hitachi Chemical, AT&S, Unimicron, referierten den gegenwärtigen Stand der Entwicklung in diesem Bereich.

Das vom Fraunhofer IZM 2016 initiierte internationale Panel Level Packaging Consortium bündelt die fachlichen Ressourcen der beteiligten Partner und treibt den Industrialisierungsprozess des Panel Level Packaging voran.

AMA Workshop »Energieautarke Funksensoren«

Das Fraunhofer IZM gestaltete gemeinsam mit dem Fachverband für Sensorik und Messtechnik (AMA) auch in diesem Jahr wieder einen Workshop zum Thema Energieautarke Funksensoren. Teilnehmern aus der Industrie wurden die Grundlagen der Realisierung und Anwendungsbeispiele solcher Systeme präsentiert und die Möglichkeit geboten, mit den Referenten direkt in Diskussion zu treten und konkrete Anwendungen zu besprechen.

Anwender-Workshop Signalintegrität

In einem zweitägigen Grundlagen-Workshop wurden theoretische und messtechnische Aspekte der Signalintegrität für die Datenübertragung elektrischer High-Speed Bussysteme, wie USB 3, PCI Express und SATA, mit Datenraten von mehreren Gigabit/s vorgestellt. Neben Grundlagenthemen aus der elektromagnetischen Feldtheorie und der Messtechnik wurden anwendungsorientierte Fragen zur Designunterstützung durch Simulationswerkzeuge und Messmöglichkeiten zur Validierung von High-Speed Designs diskutiert.

Workshop Mikrobatterien

Ein Workshop zu Status und Trends bei Mikrobatterien, den das Fraunhofer IZM im Oktober durchführte, konzentrierte sich auf neue Materialien für elektrochemische Speicher der nächsten Generation, insbesondere Lithium-Metallbatterien mit Festkörperionenleiter. Gleichzeitig wurden Einsatzmöglichkeiten der am Fraunhofer IZM entwickelten Mikro-Testzellarrays für kombinatorische und Hochdurchsatz-Experimente (High Through-put Testing) in der Batteriematerialforschung diskutiert. Mit 44 Teilnehmern aus 10 Ländern und 26 Vorträgen war der Workshop ein großer Erfolg.

1 Prof. Eckart Uhlmann (Fraunhofer IPK), Prof. Ina Schieferdecker, Prof. Manfred Hauswirth (Fraunhofer FOKUS), Prof. Reimund Neugebauer (Fraunhofer-Gesellschaft), Björn Böhning (Senatskanzlei Berlin), Prof. Thomas Wiegand (Fraunhofer HHI), Prof. Dr. Angela Ittel (TU Berlin), Prof. Klaus-Dieter Lang (Fraunhofer IZM), v.l.n.r.

2 Prof. Martin Schell (Fraunhofer HHI), Prof. Klaus-Dieter Lang (Fraunhofer IZM), Prof. Günther Tränkle (FBH), Prof. Johanna Wanka (BMBF), Dr. Ulrike Gutheil (MWFK Brandenburg) bei der Eröffnung der »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland«, v.l.n.r.



Mehr Frauen in die Wissenschaft!

Anlässlich des Wissenschaftscampus im April besuchten 80 Studentinnen und Absolventinnen aus den Fachrichtungen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) die vier Fraunhofer-Institute in Berlin. Neben dem Fraunhofer FOKUS, IPK und HHI unterstützte auch das Fraunhofer IZM den Trend zu mehr Frauen in der Forschung.

Am Fraunhofer IZM erhielten die Teilnehmerinnen Einblicke in die Aufbau- und Verbindungstechnik für die Integration elektronischer Systeme. Sie besuchten den Reinraum und konnten in den Laboren den Forscherinnen und Forschern hautnah bei der Arbeit zusehen und sich selbst ausprobieren. Neben den Laborführungen bot der Wissenschaftscampus den Teilnehmerinnen die Möglichkeit, eine Reihe von Seminaren, Vorträgen und Workshops zu besuchen. Dazu zählen beispielsweise Karrierechancen am Fraunhofer IZM, Wege ins Management oder Coachings zur persönlichen Karriereplanung.

Auswahl von Veranstaltungen unter Beteiligung des Fraunhofer IZM	
European 3D Summit	Januar, Grenoble
Kolloquium: Kooperationsprojekt Silizium-Mikrosensoren	Februar, Berlin
Workshop: EMV-gerechtes Design leistungselektronischer Systeme	April, Berlin
Workshop: Grundlagen der Charakterisierung dielektrischer Materialien	April, Berlin
Workshop: EMC in Power Electronics	Mai, Berlin
Workshop: Conformable Electronics	Mai, Berlin
Seminar: Photonics in Data Centers	Mai, Berlin
Workshop: Zuverlässigkeit und Test robuster Funksensorsysteme	Mai, Berlin
Forum: 5G: Industrielle Kommunikation der Zukunft	Juni, Paderborn
Workshop: Zuverlässigkeitsmanagement in der Elektronik	Oktober, Berlin
Workshop: Next Generation Batteries	Oktober, Berlin
AMA-Seminar: Autarke Funksensoren	November, Berlin
Panel Level Packaging Symposium: Status and Trends	November, Berlin



NACHWUCHSFÖRDERUNG AM FRAUNHOFER IZM

Die Zukunft unserer Branche fußt auf dem naturwissenschaftlichen Nachwuchs. Das Fraunhofer IZM fördert diesen seit über 20 Jahren und profitiert schon lange selbst davon. Für die Rekrutierung der schlauesten Köpfe setzt das Institut auf 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.

Neue Schulpartnerschaft aus der Taufe gehoben

Das Fraunhofer IZM freut sich auf die Zusammenarbeit mit dem Berliner Gabriele-von-Bülow-Gymnasium. Im September unterzeichneten die Schulleiterin des Gymnasiums, Heike Briesemeister, und der IZM-Institutsleiter Prof. Klaus-Dieter Lang die Kooperationsvereinbarung.

Schülerprojekte am Fraunhofer IZM, ein durch einen IZM-Wissenschaftler betreutes »Miniforschungsprojekt«, spezielle Angebote für den Girls' Day und Schülerpraktika sowie eine Sonderführung im Rahmen der Langen Nacht der Wissenschaften gehören zu den Aktivitäten, in denen sich die Schüler künftig ausprobieren dürfen. Diese Angebote ergänzen den Unterricht ab der 7. Klasse in Biologie, Chemie und Physik und sollen die Neugier auf naturwissenschaftliche Arbeitsweisen verstärken.

Für das Fraunhofer IZM ist dies nicht die erste Annäherung an die Schulwelt – wissenschaftlicher Nachwuchs wird dringend benötigt, so dass sich das Institut bereits seit längerem in der Förderung von Techniktalenten engagiert. Neben den oben genannten Möglichkeiten konnten sich ambitionierte Jungforscherinnen und -forscher so schon bei den Schülertechniktagen der TU Berlin betätigen oder sich bei technischen Messen die technischen Exponate erläutern lassen.

Von leuchtenden Statuen und fliegenden Eiern – der Girls' Day am Fraunhofer IZM

Am Girls' Day am 17. April besuchten 14 Schülerinnen das Fraunhofer IZM und erhielten Einblicke in die Welt der Mikroelektronik. Dabei sahen sie den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern nicht nur über die Schulter, sondern packten auch selbst mit an. So konnten die Besucherinnen entweder im Reinraum eine Leiterplatte in Form einer bekannten Filmfigur strukturieren, aus elektronischen Bauteilen eine leuchtende Statue löten oder bei der Zerlegung eines Smartphones erfahren, welche Bauteile und Materialien darin enthalten sind. »Ich dachte nicht, dass es so viele sind, das finde ich interessant«, sagte die 13-Jährige Meriliis, die aus Bremen angereist ist. Am Schluss konnten die Teilnehmerinnen noch ihre Kreativität unter Beweis stellen und in Kleingruppen eine sogenannte »Eierflugmaschine« basteln. Mit dieser galt es, ein rohes Ei aus dem zweiten Stock sicher zum Boden zu befördern. Der Girls' Day ist fester Bestandteil der Nachwuchsförderung am Fraunhofer IZM und findet 2018 zum 15. Mal in Folge statt.

1 Institutsleiter Prof. Klaus-Dieter erläutert der Schulleiterin des Gabriele-von-Bülow-Gymnasiums, Heike Briesemeister, und ihren Kolleginnen die technologischen Highlights des Fraunhofer IZM

2 Der Wissenschaftscampus zu Besuch am Fraunhofer IZM



DAS FRAUNHOFER IZM IN FAKTEN UND ZAHLEN

Finanzielle Situation

Auch 2017 hat das Fraunhofer IZM die Industrie erfolgreich mit angewandter Forschung unterstützt. Die Erträge von Industrieunternehmen sowie Wirtschaftsverbänden blieben mit 14,1 Millionen Euro stabil auf hohem Niveau. Das Institut deckte so 46,7 Prozent seiner Kosten durch Projekte aus der Wirtschaft. Der Bereich der öffentlichen geförderten Projekte stieg gegenüber dem Vorjahr mit einem Projektvolumen von 11,2 Millionen Euro weiter an. Der Umsatz des Fraunhofer IZM stieg dabei auf 30,2 Millionen Euro.

Das Institut deckte im Jahr 2017 83,8 Prozent seines Betriebshaushalts durch externe Erträge. Insgesamt wurden Projekte in Höhe von 25,3 Millionen Euro extern finanziert.

Geräteinvestitionen

Für laufende Ersatz- und Erneuerungsinvestitionen wurden 2017 Eigenmittel in Höhe von 1,3 Millionen Euro aufgewandt. Die Geräteausstattung des Fraunhofer IZM wurde mit einer Vielzahl gezielter Einzelmaßnahmen verbessert und die Effizienz vorhandener Anlagen erhöht. Ein Highlight ist dabei die »Gründergarage von morgen«, Start-a-Factory, finanziert mit Hilfe des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE), des Landes Berlin und des BMBF.

Weitere 1,3 Millionen Euro wurden verwendet, um verschiedene kleinere Baumaßnahmen durchzuführen. Hierbei wurden Detailverbesserungen und Anpassungen vorgenommen, um die Leistungsfähigkeit des Fraunhofer IZM zu erhöhen und neue Anforderungen der Arbeitssicherheit umzusetzen. Basierend auf einer Förderung durch das BMBF konnte ein erster Anteil von 8,0 Millionen Euro für den Aufbau der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland eingesetzt werden.

Personalentwicklung

Die Entwicklung des Personalbestandes entspricht der Entwicklung der Projekterträge. An den IZM-Standorten Berlin und Dresden/Moritzburg wurden 233 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt.

Im Jahr 2017 hat das Fraunhofer IZM insgesamt 9 Personen als Mikrotechnologen und Kauffrau/Kaufmann für Büromanagement ausgebildet. Das Institut bietet darüber hinaus Studentinnen und Studenten die Möglichkeit ihr Studium mit praktischer wissenschaftlicher Arbeit in den Büros und Laboren des Fraunhofer IZM zu verbinden. Zum Jahresende 2017 wurden 146 Praktikanten, Bacheloranden, Masteranden und studentische Hilfskräfte am Fraunhofer IZM betreut.

Das Fraunhofer IZM 2017

Umsatz	30,2 Millionen Euro
Externe Erträge	25,3 Millionen Euro (entspricht 83,8 Prozent)
Standorte	Berlin und Dresden/Moritzburg
Mitarbeitende	388 (davon 146 Studierende, Diplomanden, Praktikanten und 9 Azubis)



AUSZEICHNUNGEN

Klaus-Dieter Lang mit dem William D. Ashman Achievement Award ausgezeichnet

Jedes Jahr zeichnet die International Microelectronics Assembly and Packaging Society (IMAPS) herausragende technische Beiträge für die Mikroelektronik-Industrie mit einem William D. Ashman Achievement Award« aus. Im Jahr 2016 wurde der Institutsleiter des Fraunhofer IZM, Prof. Klaus-Dieter Lang, für seine außerordentlichen Leistungen im Bereich der Entwicklung von Electronic Packaging-Technologien für die Systemintegration geehrt. Die renommierte Auszeichnung wurde Prof. Lang von IMAPS-Präsidentin Susan Trulli am 11. Oktober 2017 anlässlich des 50. International Symposium on Microelectronics in Raleigh, North Carolina, USA überreicht.

Fraunhofer IZM ist das »Research Institute of the Year«

Das Fraunhofer IZM freut sich sehr über den 1. Platz in der Kategorie »Research Institute of the Year« beim 3DInCites Award 2018. Die 3DInCites Awards werden alljährlich in unterschiedlichen Kategorien an Einzelpersonen oder Institutionen vergeben für herausragende Beiträge zur Hetero-Systemintegration von Halbleitern, z. B. in den Bereichen 3D Packaging und Fan-out Wafer-Level Packaging. Die IZM-Forscherinnen und -Forscher sind auf die Auszeichnung in der wichtigen Kategorie »Forschungsinstitut des Jahres« ganz besonders stolz, da diese von der »Packaging-Community« vergeben wird und so die Anerkennung ihrer Arbeit durch Packaging-Experten aus aller Welt reflektiert.

IZM-Forscher mit Tectextil Innovation Award geehrt

Für Patienten, die sich einer Knieoperation unterzogen haben, ist eine gute Betreuung und Nachverfolgung in der Rehabilitation unerlässlich. Im MOTEX-Projekt wurde ein intelligenter Knieschoner entwickelt, der die Rehabilitation von Patienten nach einem totalen Knieersatz unterstützt.

Ein innovativer Textilsensor erkennt in Echtzeit den Kniewinkel und die zugehörige Elektronik kommuniziert mit einer IT-Plattform und mobilen Endgeräten. Personalisierte Übungsprogramme können von Physiotherapeuten ausgewählt und an die App auf dem Smartphone des Patienten weitergeleitet werden. Der Knieschoner zeichnet die Übungen auf und gibt dem Patienten ein Feedback für unterstützte Rehabilitationsübungen. Zum Motex-Konsortium gehören neben dem Fraunhofer IZM die belgischen Unternehmen Mobilab und Centexbel sowie ein Industriebeirat mit Amohr Technische Textilien, Pegus Apps, Cubigo und Nea International.

Klaus-Dieter Lang ist IEEE Fellow

Zum Jahresbeginn 2018 wurde Prof. Klaus-Dieter Lang vom Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) mit dem Fellow Grade ausgezeichnet. Damit würdigt die größte Ingenieursvereinigung der Welt Prof. Langs langjährige führende und herausragende Leistungen im Packaging und der heterogenen Integration von Mikroelektronik. Prof. Lang, der von 2008–2014 das deutsche Chapter einer IEEE-Fachgesellschaft – der jetzigen Electronics Packaging Society (EPS) – leitete, treibt durch fachliche Beiträge und internationale Vernetzungsaktivitäten die erfolgreiche Entwicklung der IEEE maßgeblich voran. Der Fellow-Grad der IEEE wird seit über hundert Jahren vom Board of Directors vergeben. Lediglich 0,1 Prozent aller Mitglieder weltweit kommen pro Jahr in den Genuss einer solchen Auszeichnung.

Best Journal Paper Award für Forscher des Fraunhofer IZM, der TU Berlin und der TU Hamburg-Harburg

Gemeinsam mit ihren Co-Autoren von der TU Berlin und der TU Hamburg-Harburg wurden Dr. Ivan Ndip, Prof. Klaus-Dieter Lang und Xiaomin Duan vom Fraunhofer IZM für ihr Paper »Efficient Total Crosstalk Analysis of Large Via Arrays in Silicon

Interposers« mit dem IEEE CPMT Best Journal Paper Award 2016 in der Kategorie »Electrical Performance of Integrated Systems« geehrt. Der Preis wurde am 1. Juni 2017 von IEEE CPMT-Präsidentin Jean Trehwella während der 67. ECTC Conference in Lake Buena Vista, USA, überreicht. Das ausgezeichnete Paper basiert auf einem von der DFG geförderten Forschungsprojekt über Through Silicon Vias zwischen TU Berlin, TU Hamburg-Harburg und dem Fraunhofer IZM.

Martin Schneider-Ramelow wird zum Stellvertreter des Institutsleiters berufen

Der Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft hat Prof. Martin Schneider-Ramelow zum 1. September 2017 als Stellvertreter für den Leiter des Fraunhofer IZM, Prof. Klaus-Dieter Lang, berufen. Der weltweit anerkannte Werkstoff-Experte Schneider-Ramelow forscht seit fast 20 Jahren am Fraunhofer IZM auf dem Gebiet der mikroelektronischen Aufbau- und Verbindungstechnik und leitet die IZM-Abteilung »System Integration & Interconnection Technologies«. In seiner neuen Funktion wird Prof. Schneider-Ramelow schwerpunktmäßig bei der Betreuung des Standortes Dresden mitwirken und die Kooperation zwischen dem Fraunhofer IZM und der Technischen Universität Berlin unterstützen. Da er seit Anfang des Jahres die am Institut für Hochfrequenz- und Halbleiter-Systemtechnologien angesiedelte Professur für »Werkstoffe der Hetero-Systemintegration« innehat, bestehen mit seiner Berufung beste Voraussetzungen, die Kooperation weiter zu intensivieren.

Drei Best Paper Awards für IZM-Wissenschaftler auf der IPWLC 2017

Für den Vortrag »Dual Side Chip Cooling Realized by Microfluidic Interposer Processing on 300mm Wafer Diameter« wurden Dr. Wolfram Steller vom Fraunhofer IZM-ASSID und seine Co-Autoren vom Fraunhofer IZM Berlin, der TU Berlin, AMIC und IBM Research auf der International Wafer Level Packaging Conference 2017 in San Jose, USA, gleich mit zwei Best Paper Awards ausgezeichnet, dem »Best of Conference Paper« und dem »Best of 3D Track Paper«. Mit der Präsentation der technischen Realisierung eines 3D-Chip-Stacks mit zweiseitiger Flüssigkeitskühlung von Hochleistungsprozessoren konnte Steller das Auditorium vom hohen technologischen Wert der entwickelten Prozesstechnologien überzeugen. Die vorgestellten Technologien sind Teil der Ergebnisse des EU-Projekts »CarrilCool«, das in Zusammenarbeit mit europäischen Partnern durchgeführt wurde.

Eine weitere Auszeichnung gab es für IZM-Forscherin Dr. Tanja Braun, die für ihren Vortrag zum Thema »Fan-Out Wafer and Panel Level Technology for Advanced LED Packaging« den Preis für das »Best of 3D Track Paper« mit nach Hause nehmen konnte.

1 Prof. Klaus-Dieter Lang bekommt von IMAPS-Präsidentin Susan Trulli den William D. Ashman Achievement Award überreicht

2 Die glücklichen Preisträger der diesjährigen 3D InCites Awards, unter Ihnen Lars Böttcher vom Fraunhofer IZM (hinten in der Mitte)

3 IEEE CPMT-Präsidentin Jean Trehwella überreicht den 2016 IEEE CPMT Best Journal Paper Award an Klaus-Dieter Lang, David Dahl von der TU Hamburg-Harburg und Ivan Ndip (v.l.n.r.)

BEST PAPER, EDITORIALS, AKADEMISCHES

Best Paper

IEEE CPMT Best Journal Paper Award für Ivan Ndip

»Efficient Total Crosstalk Analysis of Large Via Arrays in Silicon Interposers«

David Dahl, Torsten Reuschel, Jan Birger Preibisch, Xiaomin Duan, Ivan Ndip, Klaus-Dieter Lang und Christian Schuster

IPWLC 2017: »Best of Conference Paper« und »Best of 3D Track Paper« für Wolfram Steller

»Dual Side Chip Cooling Realized by Microfluidic Interposer Processing on 300mm Wafer Diameter«
Wolfram Steller, Frank Windrich, Philipp Heilfort, Jessica Kleff, Raúl Mrožko, Jürgen Keller, Thomas Brunschwiler, Gerd Schlottig, Hermann Oppermann, M. Jürgen Wolf und Klaus-Dieter Lang

IPWLC 2017: Tanja Braun geehrt für »Best WLP Track Paper«

»Fan-Out Wafer and Panel Level Technology for Advanced LED Packaging«
Tanja Braun, Ruben Kahle, Stefan Raatz, Pascal Graap, Ole Hölck, Jörg Bauer, Karl-Friedrich Becker, Rolf Aschenbrenner, Steve Voges, Marc Dreissigacker, Klaus-Dieter Lang, Jürgen Moosburger, Frank Singer und Lutz Höppel

SENSORCOM 2017: Best Paper für Tanja Braun, Christian Dils und Klaus-Dieter Lang

»SAFESENS – Smart Sensors for Fire Safety (First Responders Occupancy, Activity and Vital Signs Monitoring)«
Brendan O'Flynn, Michael Walsh, Eduardo M. Pereira, Piyush Agrawal, Tino Fuchs, Jos Oudenhoven, Axel Nackaerts, Tanja Braun, Klaus-Dieter Lang, Christian Dils

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 2017 Conference Proceedings

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

Habilitation

Ndip, Ivan (BTU Cottbus)

»Characterization and Optimization of Integrated Antennas and System-Integration Structures for Millimeter-wave/ Terahertz Wireless System Design on the Basis of the M3-Approach«

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 / Harvesting

Prof. K.-D. Lang

- Aufbautechnologien für Mikroelektronik und -systemtechnik
- Aufbau multifunktionaler Systeme

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

- Herstellungstechnologien von Halbleitersensoren

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

- Umweltgerechtes Design elektronischer Systeme

Dr. I. Ndip

- Elektromagnetische Verträglichkeit in elektrischen Systemen

Prof. M. Schneider-Ramelow

- Werkstoffe der Systemintegration
- Fehlermechanismen und Schadensanalytik bei Hetero-Mikrosystemen

Universität Aalborg

Prof. E. Hoene

- Modern Power Semiconductors and their Packaging

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Dr. H. Walter

- Werkstoffe der Mikrosystemtechnik

Dr. R. Hahn

- Miniaturisierte Energieversorgungssysteme

Dr. T. Tekin

- Nanotechnologie

KOOPERATION MIT UNIVERSITÄTEN (AUSWAHL)

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

Zur effektiven Umsetzung seiner Forschungsziele hat das Fraunhofer IZM strategische Netzwerke mit Universitäten im In- und Ausland geknüpft. 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. 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.

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.

KOOPERATION MIT DER INDUSTRIE (AUSWAHL)

AEMtec GmbH	Berlin
Airbus Defense & Space	Ulm
Ajinomoto Group	Tokyo (J)
AMO GmbH	St.Peter / Hart (A)
AMS Sensor Germany GmbH	Jena
Apple Inc.	Cupertino, Austin (USA)
Asahi Glass Co., Ltd.	Tokyo (J)
AT&S AG	Leoben (A)
Atotech Deutschland GmbH	Berlin
AUDI AG	Ingolstadt
Baker Hughes INTEQ GmbH	Celle
BMW AG	München
BrewerScience	Rolla (USA)
Broadcom Ltd.	Regensburg
Bundesdruckerei GmbH	Berlin
Cascade Microtech GmbH	Thiendorf
Cerebras Systems Inc.	Los Altos (USA)
Coinbau GmbH	Dresden
Continental AG	Frankfurt, Regensburg,
Daimler AG	Stuttgart
First Sensor AG	Berlin, Dresden
EV Group (EVG)	St. Florian a.I. (A)
Evatec Advanced Technologies AG	Trübbach (CH)
Finisar	D, USA
Fujifilm Electronic Materials	EU, USA
Fujitsu Technology GmbH	Augsburg
GLOBALFOUNDRIES INC.	Dresden
HELLA GmbH & Co. KGaA	Lippstadt
Heraeus Deutschland GmbH & Co. KG	Hanau
Hitachi Metals Europe GmbH	Düsseldorf
Huawei	CN
IBM Research	Rueschlikon (CH)
IMC Messsysteme GmbH	Berlin
Infineon Technologies AG	D

InnoSent GmbH	Donnersdorf
Intel Corporation	USA
Invensas	Santa Clara (USA)
Isola USA Corp.	Chandler (USA)
Jenoptik Power System	Altenstadt
Johnson & Johnson	New Brunswick (USA)
Magneti Marelli	I
Maicom Quarz	Posterstein
Malvern Panalytical B.V.	Almelo (NL)
Mapper Lithography B. V.	Delft (NL)
MED-EL GmbH	Innsbruck (A)
Merck KGaA	Darmstadt
MITNETZ Strom mbH	Kabelsketal
OCE	NL
Olympus Surgical Technologies Europe	Hamburg
Osram Opto Semiconductors GmbH	Regensburg, München
PANalytical B.V.	Almelo (NL)
Philips Technology GmbH	Aachen
Robert Bosch GmbH	Reutlingen, Stuttgart
Semsysco GmbH	Salzburg (A)
Sensitec GmbH	Lahnau
Siemens AG, Siemens Healthcare	D
SPTS Technologies Ltd.	Newport (UK)
Süss MicroTec SE	Garching, München
Swissbit Germany AG	Berlin
TDK-EPCOS AG	München
TechnoProbe S.p.A.	Cernusco (I)
TRUMPF Laser GmbH	Berlin
U-Sound	A
Valeo	Creteil, FR
Vectura GmbH	Gauting
Volkswagen AG	Wolfsburg
Würth Elektronik GmbH & Co. KG	Niedernhall, Rot a.S.
ZF Friedrichshafen GmbH	Friedrichshafen

MITGLIEDSCHAFTEN (AUSWAHL)

4M Multi Material Micro-Manufacture Association	E. Jung	Representative of Fraunhofer IZM
AMA Fachverband Sensorik, Wissenschaftsrat	H. Pötter	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
DRESDEN-concept	M. J. Wolf	Representative of Fraunhofer IZM
EURIPIDES Scientific Advisory Board	Prof. K.-D. Lang, M. J. Wolf	Member
European Network High Performance Integrated Microwave Photonics	Dr. T. Tekin	German Representative
European Photonic Industrial Consortium (EPIC)	Dr. H. Schröder	Representative Fraunhofer IZM
European Technology Platform on Smart System Integration (EPoSS)	H. Pötter	Member Executive Committee
Heterogeneous Integration Roadmap (HIR)	M. J. Wolf	Member Technical Working Group
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 International Microelectronics Assembly and Packaging Society IMAPS Deutschland IMAPS Europe IMAPS Signal/Power Integrity Committee IMAPS Executive Council	Prof. M. Schneider-Ramelow Prof. M. Schneider-Ramelow Dr. I. Ndip Dr. I. Ndip	President President Chair Director
International Electronics Manufacturing Initiative iNEMI	R. Aschenbrenner	Representative of Fraunhofer IZM
International SSL Alliance (ISA)	Dr. R. Jordan	International Liaison Chair China SSL
IVAM Fachgruppe Wearables	E. Jung	Technical Chair
OpTec Berlin Brandenburg	Prof. K.-D. Lang	Executive Board
Organic Electronics Saxony (OES)	K. Zoschke	Representative of Fraunhofer IZM
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
Wissenschaftlich-technischer Rat der Fraunhofer-Gesellschaft	Dr. N. F. Nissen	Representative of Fraunhofer IZM

PUBLIKATIONEN (AUSWAHL)

Bittrich, E.; Windrich, F.; Martens, D.; Bittrich, L.; Häussler, L.; Eichhorn, K.-J.

Determination of the Glass Transition Temperature in Thin Polymeric Films Used for Microelectronic Packaging by Temperature-dependent Spectroscopic Ellipsometry

Polymer Testing 64 (2017), ISSN: 0142-9418, S. 48-54

Braun, T.; Becker, K.-F.; Wöhrmann, M.; Töpfer, M.; Böttcher, L.; Aschenbrenner, R.; Lang, K.-D.

Trends in Fan-out Wafer and Panel Level Packaging
Proceedings of ICEP 2017, Yamagata, Japan

Braun, T.; Raatz, S.; Maass, U.; van Dijk, M.; Walter, H.; Hölck, O.; Becker, K.-F.; Töpfer, K.-F.; Aschenbrenner, R.; Wöhrmann, M.; Voges, S.; Huhn, M.; Lang, K.-D.; Wietstruck, M.; Scholz, R.F.; Mai, A.; Kaynak, M.

Development of a Multi-Project Fan-Out Wafer Level Packaging Platform

Proceedings of ECTC 2017; Orlando, FL, USA

Braun, T.; Kahle, R.; Raatz, S.; Graap, P.; Hölck, O.; Bauer, J.; Becker, K.-F.; Aschenbrenner, R.; Voges, S.; Dreissigacker, M.; Lang, K.-D.; Moosburger, J.; Singer, F.; Höppel, L.

Fan-Out Wafer And Panel Level Technology For Advanced LED Packaging

Proceedings of IWLPC 2017, San Jose, CA, USA

Clemm C.; Bugge, F.; Rothenbacher, S.; Dethlefs, N.; Ferkinghoff, C.; Bergunde, T.; Lang, K.-D.

Material Flow of Gallium Arsenide and Risk Analysis in the III-V Semiconductor Industry in Germany

SESHA Symposium 2017, Scottsdale, AZ, USA

Dahl, D.; Ndip, I.; Lang, K.-D.; Schuster, C.

Effect of 3D Stack-up Integration on Through Silicon Via Characteristics

Proceedings of 21st IEEE Workshop on Signal and Power Integrity (SPI), Baveno, Italy

Elia, G.; Ducros, J.-B.; Sotta, D.; Hahn, R.

Polyacrylonitrile Separator for High-Performance Aluminum Batteries with Improved Interface Stability
ACS Applied Materials & Interfaces 9(44), Oktober 2017

Elia, G.; Hasa, I.; Greco, G.; Hahn, R.

Insights into the Reversibility of the Aluminum Graphite Battery

Journal of Materials Chemistry A 5(20), Januar 2017

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

Power Plane Filter Using Higher Order Virtual Ground Fence

IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology, Vol. 7/4, 2017, S. 519–525

Feix, G.; Hoene, E.

Advanced Packaging for Wide Band Gap Power Devices

Proceedings of LTB3D 2017, Tokyo, Japan

Hahn, R.; Ferch, M.; Hoepfner, K.; Elia, G.

Micro Patterned Test Cell Arrays for High-throughput Battery Materials Research

Proceedings of DTIP 2017, Juni 2017, Bordeaux, Frankreich

Hahn, R.; Ferch, M.; Hoepfner, K.; Elia, G.

Development of Micro Batteries Based on Micro Fluidic MEMS Packaging

Proceedings of DTIP 2017, Juni 2017, Bordeaux, Frankreich

Hoene, E.

Opportunities by Packaging & Integration Technologies

Proceedings of FEPPCON IX 2017, Skukuza, Mpumalanga

Hofmann, F.; Marwede, M.; Nissen, N.F.; Lang, K.-D.

Circular Added Value: Business Model Design in the Circular Economy

Proceedings of PLATE 2017 Conference, Delft, Niederlande, Ebook published by IOS Press BV, 2017, S. 171–177

PUBLIKATIONEN (AUSWAHL)

Jerchel, K.; Grams, A.; Nissen, N. F.; Suga, T.; Lang, K.-D.
Canary Devices for Through-silicon Vias a Condition Monitoring Approach

International Conference on Electronics Packaging
ICEP 2017; Yamagata, Japan, S. 282-287

Klein, K.; Hoene, E.; Lang, K.-D.

Comprehensive AC Performance Analysis of Ceramic Capacitors for DC link usage

Proceedings of PCIM Europe 2017, Nürnberg

Lewoczko-Adamczyk, W.; Marx, S.; Schröder, H.

Shrinkage Measurements of UV-Curable Adhesives

Optik & Photonik 4/2017, WILEY-VCH Verlag, Weinheim, S. 2-4

Middendorf, A.; Grams, A.; Janzen, S.; Lang, K.-D.; Wittler, O.
Laser Cuts Increase the Reliability of Heavy-wire Bonds and Enable On-line Process Control Using Thermography

Microelectronics Reliability 76-77, 2017, S. 450-454

Ndip, I.; Huhn, M.; Brandenburger, F.; Ehrhardt, C.; Schneider-Ramelow, M.; Reichl, H.; Lang, K.-D.; Henke, H.
Experimental Verification and Analysis of Analytical Model of the Shape of Bond Wire Antennas

IET Electronic Letters, Vol. 53/14, 2017, S. 906-908

Neitz, M.; Wöhrmann, M.; Zhang, R.; Fikry, M.; Marx, S.; Schröder, H.

Design and Demonstration of a Photonic Integrated Glass Interposer for Mid-Board-Optical Engines

Proceedings ECTC 2017, May 2017, Orlando, FL, USA

Neitz, M.; Röder-Ali, J.; Marx, S.; Herbst, C.; Frey, C.; Schröder, H.; Lang, K.-D.

Insertion Loss Study for Panel-Level Single-Mode Glass Waveguides

Proceedings SPIE 10109, Optical Interconnects XVII, 101090J, Februar 2017

Ngo, H.-D.; Hu, X.; Ehrmann, O.; Lang, K.; Schneider-Ramelow, M.; Hansen, U.; Maus, S.; Gyenge, O.; Mackowiak, P.
Stress-Free Bonding Technology with Bondable Thin Glass layer for MEMS based Pressure Sensor

Proceedings of EPTC, Dezember 2017, Singapur

Nissen, N. F.; Stobbe, L.; Richter, N.; Zedel, H.; Lang, K.-D.

Between the User and the Cloud: Assessing the Energy Footprint of the Access Network Devices

Proceedings of Going Green EcoDesign 2017, Tainan, Taiwan

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

How Modularity of Electronic Functions Can Lead to Longer Product Lifetimes

Proceedings of PLATE 2017 Conference, Delft, Niederlande, Ebook published by IOS Press BV, 2017, S. 303-308

O'Flynn, B.; Walsh, M.; Pereira, E. M.; Agrawal, P.; Fuchs, T.; Oudenhoven, J.; Nackaerts, A.; Braun, T.; Lang, K.-D.; Dils, C.

SAFESENS – Smart Sensors for Fire Safety (First Responders Occupancy, Activity and Vital Signs Monitoring)

Proceedings SENSORCOMM 2017, September 2017, Rome, Italy

Oppermann, H.; Lang, K.-D.

Tackling Low Temperature Bonding in Fine Pitch Applications

International Workshop on Low Temperature Bonding for 3D Integration (LTB-3D), Mai.2017, Hongo, Japan

Puschmann R.; Ziesmann, M.; Schwarz, A.; Wolf, M.J.; Lang, K.-D.

3D Integration for Mobile Security – A Secure Smart Card Application

Proceedings of IWLPCC Conference, Oktober 2017, San Jose, CA, USA

Sandetskaya, N.; Moos, D.; Pötter, H.; Seifert, S.; Jenerowicz, M.; Becker, H.; Zilch, C.; Kuhlmeier, D.
An Integrated Versatile Lab-on-a-Chip Platform for the Isolation and Nucleic Acid-based Detection of Pathogens

Future Science OA, ISSN 2056-5623, Great Britain, Future Science Group, 2017

Steller, W.; Windrich, W.; Heilfort, P.; Kleff, J.; Mroßko, R.; Keller, J.; Brunschwiler, T.; Schlottig, G.; Oppermann, H.; Wolf, M.J. and Lang, K.-D.

Dual Side Chip Cooling Realized by Microfluidic Interposer Processing on 300mm Wafer Diameter

Proceedings of IWLPCC Conference 2017. San Jose, CA, USA

Stube, B.; Schröder, B.; Mullins, T.; Bartels, T.; Lang, K.-D.
Novel EDA Tools for System Planning and 3D Layout Design of Smart Items

Proceedings NordPac Conference, Göteborg, Juni 2017

Töpfer, M.; Tönnies, D.

Microelectronic Packaging (Chapter 18)

Semiconductor Manufacturing Handbook (M.h. Geng, Ed.), 2nd Edition, McGraw-Hill, 2017, S. 173-204

Wagner, E.; Benecke, S.; Böhme, C.; Nissen, N. F.; Lang, K.-D.

Advanced Packaging for Wireless Sensor Nodes in Cyber-physical Systems - Impacts of Multifunctionality and Miniaturization on the Environment

IEEE International Conference on Prognostics and Health Management (ICPHM) 2017, Dallas, TX, USA, S. 173-178

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.

Design for Reliability of an Piezoelectric Energy Harvester

Mikrosystemtechnik Kongress 2017, München, S. 82-85

Woehrmann, M.; Hichri, H.; Gernhardt, R.; Hauck, K.; Braun, T.; Toepper, M.; Arendt, M.; Lang, K.-D.

Innovative Excimer Laser Dual Damascene Process for Ultra-fine Line Multi-layer Routing with 10µm Pitch

Micro-Vias for Wafer Level and Panel Level Packaging

Proceedings of ECTC 2017, Orlando, FL, USA

Zamora, V.; Hofmann, J.; Marx, S.; Herter, J.; Nguyen, D.; Arndt-Staufenbiel, N.; Schröder, H.

Fiber Bundle Probes for Interconnecting Miniaturized Medical Imaging Devices

Proceedings SPIE 10109, Optical Interconnects XVII, 101090R, Februar 2017

Zamora, V.; Marx, S.; Arndt-Staufenbiel, N.; Janeczka, Ch.; Havlik, G.; Queisser, M.; Schröder, H.

Laser-Microstructured Double-Sided Adhesive Tapes for Integration of a Disposable Biochip

Proceedings Eurosensors 2017, September 2017, Paris, France

Zoschke, K.; Güttler, M.; Böttcher, L.; Grübl, A.; Husmann, D.; Schemmel, J.; Meier, K.; Ehrmann, O.

Full Wafer Redistribution and Wafer Embedding as Key Technologies for a Multi-Scale Neuromorphic Hardware Cluster

Proceedings of EPTC, Dezember 2017, Singapur

Zoschke, K.; Oppermann, H.; Fritsch, Th.; Rothermund, M.; Oestermann, U.; Grybos, P.; Kasinski, K.; Maj, P.; Szczygiel, R.; Voges, S.; Lang, K.-D.

Fabrication of 3D Hybrid Pixel Detector Modules based on TSV Processing and Advanced Flip Chip Assembly of Thin Read Out Chips

Proceedings of ECTC, Mai 2017, Orlando, FL, USA

PATENTE & ERFINDUNGEN

Hülsmann, Axel; Becker, Karl-Friedrich;
von Rosenberg, Harald
Millimeterwellen-Radar
US 9,583,827 B2

Middendorf, Andreas; Nowak, Torsten; Janzen, Sergei
**Verfahren zum Bestimmen einer Bondverbindung in
einer Bauteilanordnung und Prüfvorrichtung**
US 9,793,179

Ndip, Ivan; Curran, Brian
Antennenanordnung mit Richtstruktur
DE 10 2015 216 243 B4

Oppermann, Hermann; Hutter, Matthias; Ehrhardt, Christian
**Paste zum Verbinden von Bauteilen elektronischer
Leistungsmodule, System und Verfahren zum Auftragen
der Paste**
JP 614 7675; US 981 551 46

Ostmann, Andreas; Neumann, Alexander; Manassis,
Dionysios; Kuschke, geb. Patzelt, Rainer
**Verfahren zur elektrischen Kontaktierung mikroelektro-
nischer Bauelemente auf einem Substrat**
DE 10 2006 036 728

Tschoban, Christian; Günther, Julia; Schrank, Kai; Mathar,
Fabian; Morgenschweis, Bernd; Schürz, Irene und Roland
**Golfball, System und Verfahren zur Ortung eines
Golfballs**
DE 10 2015 113 809 B4

Wilke, Martin; Zoschke, Kai; Wöhrmann, Markus; Fritsch,
Thomas; Oppermann, Hermann; Ehrmann, Oswin
**Methode zur Herstellung kleiner Metallstrukturen zur
elektrischen Verbindung von Bauelementen**
DE 10 2016 200 063 B4

Wöhrmann, Markus; Wilke, Martin; Töpfer, Michael;
Braun, Tanja
**Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauele-
ments und elektronisches Bauelement**
DE 10 2016 202 548 B3

KURATORIUM



Vorsitzender

Dr. F. Richter
Süss MicroTec AG

Mitglieder

G. Grützner
micro resist technology GmbH, Berlin

S. Hofschien
Bundesdruckerei GmbH, Berlin

M. Hierholzer
Infineon Technologies Bipolar AG, Warstein

Ministerialrat B. Lietzau
*Der Regierende Bürgermeister von Berlin,
Senatskanzlei Wissenschaft und Forschung*

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,
Frankfurt (Oder)*

Dr. M. Ulm
Bosch Sensortec GmbH, Reutlingen

Dr. T. Wille
NXP Semiconductors Germany GmbH, Hamburg

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

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



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

Fachabteilungen



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



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



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



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.-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
Telefon +49 30 46403-606
juergen.wolf@izm.fraunhofer.de

Marketing & Geschäftsfeldentwicklung



Leitung: Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Dirk Friebe
Telefon +49 30 46403-278
dirk.friebe@izm.fraunhofer.de



Business Development Team

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

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 2018

Fotografie:

Kai Abresch (33), Fraunhofer Fokus/Tom Maelsa (28), Hans-Joachim Rickel/BMBF (31)

Sämtliche anderen Bildrechte Fraunhofer IZM oder Fraunhofer IZM zusammen mit Janine Escher (5), iStockphoto/photobac (13), iStockphoto/ipopba (13,16), iStockphoto/Xavier Arnau (13, 18), iStockphoto/Natalia Deriabina (13, 22), iStockphoto/nadla (13), iStockphoto/skynesher (13, 20), iStockphoto/Carlos Castilla Jiminez (13, 14), Volker Mai (Titel, 6, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 18, 21, 22, 23), MIKA Berlin (8, 9, 10, 11, 46, 47)

Titel:

200 mm Wafer-Level LED-Package mit vier Flip Chip-LEDs pro Package,
entwickelt im Projekt HeraKLED