



INHALT

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

FRAUNHOFER IZM

Kernkompetenzen	Seite 7
Fraunhofer – ein starkes Netzwerk	Seite 12
Automobil- und Verkehrstechnik	Seite 14
Medizintechnik	Seite 16
Halbleiter	Seite 18
Industrieelektronik	Seite 20
Information und Kommunikation	Seite 22
Ausstattung und Leistungen	Seite 24

VERANSTALTUNGEN

Events und 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, Dissertationen	Seite 36
Vorlesungen	Seite 37
Zusammenarbeit mit Universitäten	Seite 38
Kooperationen mit der Industrie	Seite 39
Mitgliedschaften	Seite 40
Publikationen	Seite 41
Patente und Erfindungen	Seite 46
Kuratorium	Seite 47
Kontakt	Seite 48
Impressum	Seite 50

VORWORT



ANWENDUNGSORIENTIERT FORSCHEN, ZUVERLÄSSIG ENTWICKELN

Liebe Leserinnen und Leser!

das Wissenschaftsjahr 2020 steht ganz im Zeichen des bioökonomischen Wandels. Es gilt, eine Wirtschafts- und Lebensweise auf der Grundlage nachwachsender Rohstoffe zu entwickeln und zu fördern, die uns Menschen eine lebenswerte Zukunft auf diesem Planeten sichert. Auch wir als Wissenschaftsunternehmen werden uns diesen Herausforderungen des kommenden Jahrzehnts stellen. Alle vier Abteilungen des Fraunhofer IZM arbeiten – neben einer Reihe von anderen Aufgaben – bereits an technologischen Lösungen. Ziel ist es, der Gesellschaft hochwertige elektronische Systeme an die Hand zu geben, um für die drängenden Zukunftsfragen wie Ressourceneffizienz, Nachhaltigkeit, Klimaschutz sowie viele weitere aktuelle Themen praktikable Wege aufzuzeigen.

Dafür baut das Fraunhofer IZM seine Technologie- und Systemkompetenzen gezielt weiter aus. Die neue Arbeitsgruppe »Bioelektronik«, die sich mit der Entwicklung und Integration angepasster bioelektronischer Systeme am und im Körper beschäftigt und die Zukunft der Medizintechnik um einen entscheidenden Schritt voranbringt, ist dabei nur ein Beispiel. Weitere Anwendungsschwerpunkte sind Miniaturisierungs- und Systemintegrationsstrategien für die 5G- und 6G-Kommunikation, das Neuromorphic und Quantum Computing, die künstliche Intelligenz und die Nachhaltigkeit von elektronischen Systemen. Die neu gegründete Arbeitsgruppe »Transdisziplinarität für nachhaltige Elektronik« wird sich genau diesen Aspekten widmen und damit das Portfolio des Fraunhofer IZM wesentlich erweitern. Hierdurch verbreitert das Institut sein Angebot von FuE-Leistungen im technologischen, funktionalen und gesellschaftlichen Bereich mit durchgängigen Prozessketten und optimierten Schnittstellen für verschiedenste Anwendungsszenarien.

So können wir unsere Forschungs- und Entwicklungspartner noch besser dabei unterstützen, robuste und zuverlässige Elektronik zu entwickeln, aufzubauen und zu integrieren, die bisher Unmögliches möglich macht.

Aus der Vielzahl an hervorragenden Projektergebnissen des Jahres 2019 seien einige Beispiele genannt, die die enorme Leistungsfähigkeit aller Mitarbeitenden des Fraunhofer IZM unter Beweis stellen:

- Ein autonomes Monitoringsystem zur Zustandsüberwachung der Leistungselektronik innerhalb von Windkraftanlagen wurde gemeinsam mit Projektpartnern entwickelt (Projekt AMWind).
- Basierend auf optischen Biosensoren wurde ein Diagnostiksystem geschaffen, welches es ermöglicht, Lyme-Borreliose frühzeitig zu erkennen (Projekt PoC-BoSens).

- Der Ausbau der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland wurde fortgesetzt, erste Projekte wurden erfolgreich durchgeführt.
- Mit »Start-a-Factory Reloaded« feierten wir den Aufbau und die Inbetriebnahme von Start-a-Factory, dem modularen Entwicklungs- und Fertigungslabor für Start-ups.
- Ein besonderes Highlight des Jahres waren der Aufbau und die Eröffnung der Projektgruppe »Innovationscampus Elektronik und Mikrosensorik Cottbus« (iCampus). Im Rahmen dieser Initiative werden hochauflösende Hochfrequenz-Sensorsysteme aufgebaut.
- Auch Kommunikation und der Austausch von Fachwissen öffnen Wege in die Zukunft: Das Fraunhofer IZM bietet nun in einem eigenen Blog unter dem Namen »ReallZM« aktuelle Beiträge aus den Abteilungen mit Einsichten, Ideen und Lösungsvorschlägen.

Zudem zeigt ein kurzer Blick auf die Zahlen und Fakten, dass 2019 ein hervorragendes Jahr für das Fraunhofer IZM war, denn mit 37 Mio. Euro konnten wir abermals eine Steigerung des Betriebshaushalts erreichen. Mit einem Industrieertrag von 39 Prozent halten wir den Transferkurs der letzten Jahre aufrecht.

Ich bedanke mich für die hervorragenden Kooperationen mit verschiedenen Hochschulen, durch die wir Grundlagen erarbeitet und zukunftsweisende Erkenntnisse gewonnen haben: Stellvertretend möchte ich neben der Technischen Universität Berlin die Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW Berlin), die Technische Universität Dresden und die Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg erwähnen.

Ebenfalls verweise ich auf die hervorragende Zusammenarbeit innerhalb des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik sowie mit unseren Partnern aus Industrie und Forschung, den Förderern aus Bund und Ländern ebenso wie mit den Projektträgern. Diese Kooperationen zeichnen sich durch großes Vertrauen und den gemeinsamen Wunsch nach wissenschaftlich-technischen Höchstleistungen aus.

Mein persönlicher Dank geht besonders an alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für ihre außerordentlichen Leistungen, auf denen der Erfolg dieses Instituts beruht. Ohne sie wäre die bemerkenswerte Entwicklung des Fraunhofer IZM nicht vorstellbar. Gerade in wechselvollen Zeiten, wird mir dies besonders bewusst.

Ich wünsche Ihnen allen eine anregende Lektüre und viel Vergnügen mit diesem Jahresbericht.

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

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 430 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, 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.

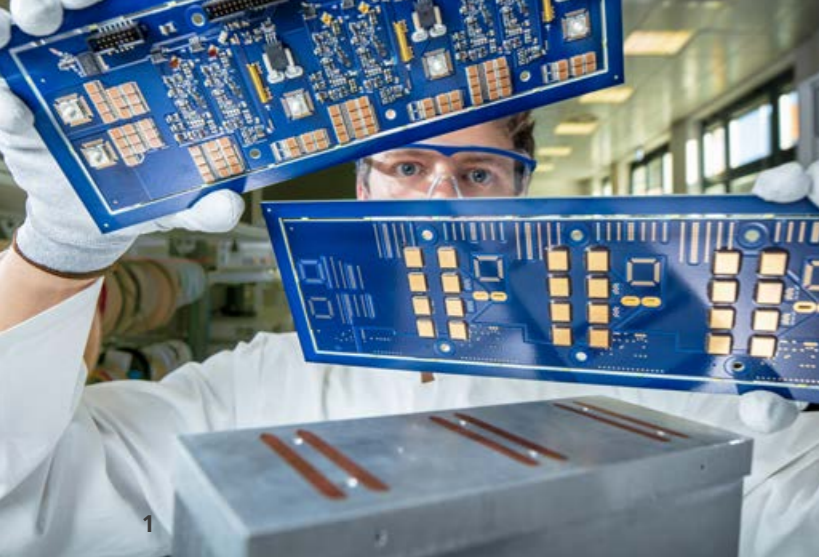
Auftragsforschung

Häufig beginnt eine erfolgreiche Zusammenarbeit mit einer ersten, in der Regel kostenlosen Beratungsphase. Erst wenn der Umfang der Kooperation definiert ist, stellt das Fraunhofer IZM 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



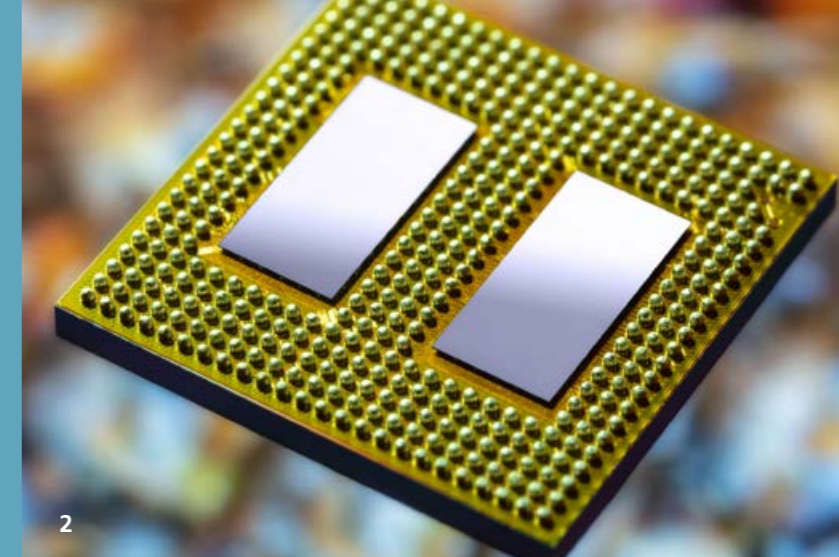
Dr.-Ing. Andreas Ostmann
andreas.ostmann@izm.fraunhofer.de



Dr.-Ing. Michael Schiffer
michael.schiffer@izm.fraunhofer.de



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



SYSTEM INTEGRATION & INTERCONNECTION TECHNOLOGIES

Die Abteilung »System Integration and Interconnection Technologies« (SIIT) ist die größte im Institut. Im Fokus ihrer Arbeit steht die heterogene Systemintegration. Durch die Kombination unterschiedlichster Materialien, Bauteile und Technologien eröffnen sich vielfältige Anwendungsfelder, etwa in der Medizintechnik, Automobilproduktion, Luftfahrt, Industrieelektronik oder Kommunikationstechnik. Für jeweils spezifische Anforderungen werden hochintegrierte elektronische und photonische Systeme, Module oder Packages entwickelt und hergestellt. Dabei wird die vollständige Wertschöpfungskette der einzelnen Produkte von der Konzeption, dem Design, über die Technologieentwicklung bis hin zur industrialisierbaren Fertigung abgebildet. Anwendungstechnische Schwerpunkte der Abteilung liegen auf Entwurf, Realisierung und Analyse leistungselektronischer und photonischer Systeme.

Zum Leistungsspektrum der Abteilung gehören zum Beispiel:

- Elektronische und photonische Schaltungsträger: mehrschichtige konventionelle, starre und flexible Leiterplatten, z. T. mit integrierten Komponenten; Moldpackages mit Umverdrahtung; Integration von optischen Wellenleitern in Leiterplatten
- Conformables: dehnbare, thermoplastische und textile Baugruppen
- Bestückung: hochpräzise Chip-Platzierung; automatisierte SMD-Montage; Flip-Chip-Technologie; automatisierte, optische Faserkopplung und Mikrooptik-Montage

- Verbindungstechnologien: Lötten, Sintern, Transient Liquid Phase Bonding (TLPB) und Kleben von Bauteilen, Mikrooptiken und Chips; Draht- und Bändchenbonden; galvanische Metallabscheidung und Sputtern; Sieb- und Schablonendruck sowie kontaktlose Materialdosierung durch Jetten; Applikation von Polymerlinsen; integriert-optische Wellenleiter in Dünnglas; Entwicklung neuer Verbindungstechnologien
- Verkapselung: Leiterplattenembedding; Transfer und Compression Molding; Potting und Schutzlackierung; Underfilling und Glob Top
- Verarbeitete Materialien und Techniken: Faserverbundwerkstoffe; Verkapselungsmassen; Weichlote; Sintermaterialien; Glasstrukturierung; mechanische und chemische Metallbearbeitung

Die langjährige Erfahrung unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Kombination mit einer hochmodernen Geräteausstattung zur Verarbeitung großformatiger Fabrikationsnutzen in der gesamten Fertigung (610x457 mm²; 18" x 24") ist weltweit einzigartig. Zur Verfügung stehen ca. 2.500 m² Laborfläche, davon 600 m² Reinraum der ISO-Klassen 5–7. Hier erfolgt die Herstellung komplexer elektrischer oder photonischer Schaltungsträger, die Bestückung von Komponenten auf und die Einbettung in Schaltungsträger oder Gehäuse sowie die Verbindung und Verkapselung der Komponenten. Die realisierten Systeme werden elektrisch und mechanisch getestet und bewertet. Zur Dokumentation und für die Analyse setzen wir abbildende Techniken zur Strukturauflösung bis in den nm-Bereich, optische Funktionsmesstechnik und chemische Analytik bis in den sub-ppm-Bereich ein.

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« forschen in den Bereichen:

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

Die Abteilung hat an beiden Standorten leading edge Prozesslinien zu bieten, die eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Prozessierung von 200–300 mm Wafern erlauben, sich durch eine hohe Anpassungsfähigkeit und Kompatibilität der Einzelprozesse auszeichnen und insbesondere auf eine fertigungsnahe und industriekompatible Entwicklung und Prozessierung ausgelegt sind. Beide Standorte verfügen über ein vollständig gemäß ISO 9001:2015 zertifiziertes Managementsystem, das höchste Qualitätsstandards in der Projekt- und Prozessarbeit gewährleistet.

In zahlreichen Forschungsprojekten werden die bestehenden Fachkenntnisse kontinuierlich erweitert, welche an KMU-Partner in der Entwicklungsphase transferiert werden können. Die Abteilung WLSI hat weltweit ein umfangreiches Kooperationsnetzwerk aufgebaut: Hersteller und Anwender von Mikroelektronikprodukten, Anlagenhersteller und Materialentwickler aus der chemischen Industrie.

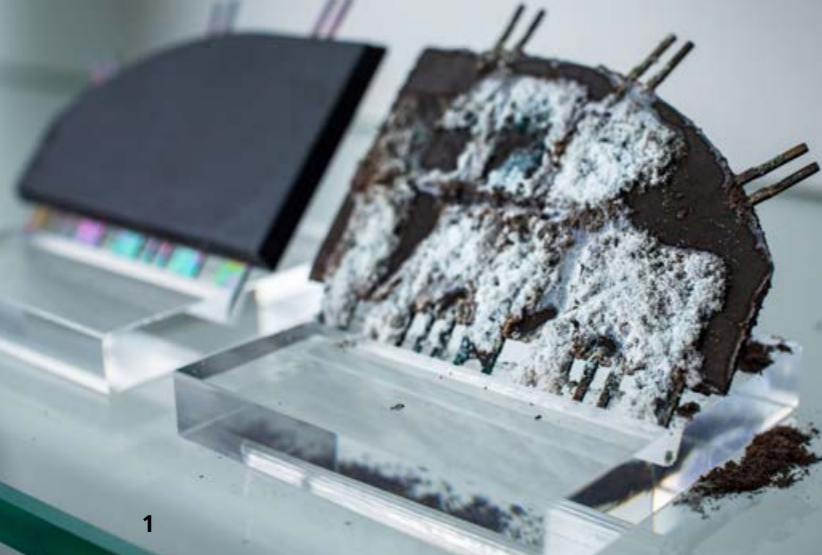
Die technologische Expertise liegt insbesondere in den Bereichen:

- 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, Vereinzlung)
- 3D Assembly D2D, D2W, W2W
- 3D Wafer-Level Stacking
- Waferbonden (Kleben, Lötten, 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 Antriebsumrichter mit isolierten Galliumnitrid Einzelmodulen

2 Fan-in WLP (10 mm x 10 mm) mit Face down montierten Flip Chips



1



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



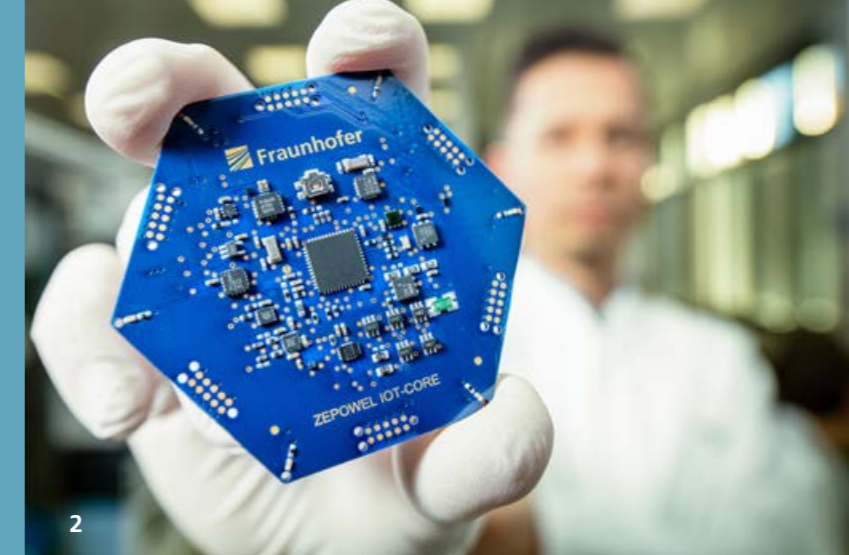
Dr.-Ing. Olaf Wittler
olaf.wittler@izm.fraunhofer.de



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



Harald Pötter
harald.poetter@izm.fraunhofer.de



2

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 ihre einzigartige Kombination von Umwelt- und Zuverlässigkeitsuntersuchungen. Die Arbeitsgebiete umfassen folgende Bereiche:

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

Mit einem interdisziplinären Team werden Verfahren und Modelle entwickelt und angewendet, die es unseren Partnern ermöglichen, umwelt- und zuverlässigkeitsrelevante Kriterien in den Design- und Entwicklungsprozess zu integrieren. Somit können wir bei der Einführung neuer Technologien, Materialien, Prozesse, Komponenten und Anwendungen helfen, frühzeitig Schwachpunkte und Potenziale zu identifizieren und geeignet darauf zu reagieren.

Eine wichtige gesamtgesellschaftliche Herausforderung liegt in der Eindämmung des steigenden Ressourcenverbrauchs und der Begrenzung von Elektro- und Elektronikschrott. Elektronik ist in keinem Lebensbereich mehr wegzudenken und trägt insgesamt maßgeblich zum Klimawandel bei – gleichzeitig ist Mikroelektronik oft ein Schlüssel für Ressourceneinsparungen und Dekarbonisierung. Immer mehr Unternehmen suchen

nachhaltige, innovative Lösungen. Hierbei können sie die fundierte Unterstützung des Fraunhofer IZM in Anspruch nehmen. Aktuelle Analysen und Studien dieser Abteilung widmen sich wichtigen Aspekten wie den Umweltkosten in der Herstellung, der Produktgestaltung für eine größere Robustheit und Langlebigkeit oder dem Ressourcenverbrauch zukünftiger 5G-Netzwerke. Umweltgerechte Technologien und Designs können ihre Wirkung nur entfalten, wenn das Nutzerverhalten entsprechend angepasst ist. In der neu gegründeten Gruppe »Transdisciplinarity for Sustainable Electronics« steht dieser Zusammenhang besonders im Fokus.

Um Langlebigkeit in der Mikroelektronik zu erreichen, wird erfolgreich der Physics-of-Failure-Ansatz verfolgt. Viele Ausfälle von elektronischen Baugruppen lassen sich nachweislich auf das Einwirken von Feuchte zurückführen. Damit diese Fehler quantitativ besser erfasst und analysiert werden können, wurden die im Institut verteilten Geräte und Kompetenzen im neuen »Corrosion Analysis Lab« gebündelt. Dieses Labor wird damit Teil eines umfassenden Lösungsangebotes, bei dem alle wesentlichen Ermüdungsmechanismen und Belastungen von elektronischen Baugruppen abgesichert werden können. Dazu gehören die Belastungen durch mechanische Vibration, Temperatur, Feuchte, Temperaturwechsel sowie Strom- und Spannungsbelastungen.

RF & SMART SENSOR SYSTEMS

Was verbindet so unterschiedliche Anwendungen wie Radarsensorik, 5G oder 60 GHz Kommunikationssysteme und autarke Sensorik? Auf den ersten Blick wenig, aber sie alle eint in Bezug auf Forschung und Entwicklung ein gemeinsamer technologischer Background: Große Bandbreiten, hohe Robustheit und ein Maximum an Energieeffizienz sind funktional bestimmende Kriterien. Dazu treten Features wie steuerbare Antennen, Beamforming oder Sicherheit gegen Korruption in den Vordergrund.

Für deren Umsetzung ist eine stärkere Verzahnung des Schaltungsdesigns mit der Technologieentwicklung (Hardware-Package-Co-Design) ebenso unabdingbar wie ein Hardware-Software-Co-Design. Deshalb beziehen die Arbeiten unserer Abteilung das breite Technologie-Know-how des Fraunhofer IZM ebenso ein wie die eigenen tiefen Kenntnisse in Firm- und Softwareentwicklung.

Inhaltlich konzentrieren sich die Arbeiten auf:

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

Die Umsetzung der Arbeiten ist gekennzeichnet durch die Kombination aus praktischem Know-how, gewonnen aus einer Vielzahl von erfolgreichen Projekten, einer umfangreichen topaktuellen Ausstattung sowie reicher Erfahrung mit Modellierungswerkzeugen und einer systematischen Vorgehensweise.

1 Ausfall von elektronischen Baugruppen durch Feuchte – ein Fall für das Corrosion Analysis Lab

2 Hoch energieeffizienter IoT-Core für das Internet der Dinge

GESCHÄFTSFELDER & BRANCHEN

FRAUNHOFER – EIN STARKES NETZWERK

Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Als Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz wirkt sie mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 74 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 28.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,8 Milliarden Euro. Davon fallen 2,3 Milliarden Euro auf den Leistungsbe- reich Vertragsforschung.

Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland

Das Fraunhofer IZM ist eines von 13 Mitgliedsinstituten des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik und somit ein Teil der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) – der mit über 2.000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern größte standortübergreifende FuE-Zusammenschluss für die Mikro- und Nanoelektronik in Europa.

2020 startet die letzte Aufbauphase der FMD. Dass das Konzept bereits Erfolg hat, zeigt das Ende 2019 gestartete Projekt »miniLIDAR« in Höhe von 5,65 Mio. Euro. Unter Beteiligung der Fraunhofer-Institute IZM, IMS und IPMS sowie des Ferdinand-Braun-Instituts sollen hier zusammen mit einem Industriepartner Komponenten eines miniaturisierten LiDARs für die Robotik entwickelt werden.

Das in der ersten Aufbauphase der FMD entstandene Unterstützungskonzept für Start-ups – der FMD-Space – wurde 2019 weiter umgesetzt und in mehreren Pilotprojekten erfolgreich erprobt. Hier werden Start-ups die Technologien und Anlagen der Institute zugänglich gemacht, und sie können gemeinsam mit den Forschenden Demonstratoren ihrer Produktideen entwickeln.

Die Idee, Forschung und Entwicklung über mehrere Standorte hinweg erfolgreich zu betreiben, unterstützt das Bundesministerium für Bildung und Forschung bis Ende 2020 mit ca. 350 Millionen Euro, die für die Modernisierung der Forschungsausstattung der beteiligten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft und Leibniz-Gemeinschaft vorgesehen sind.

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 Dresden 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.

Für komplexe, kompetenzvereinende Projektinitiativen steht den Geschäftspartnern die Abteilung Marketing und Geschäftsfeldentwicklung zur Verfügung, die den branchenspezifischen Bedarf in alle Technologie-Abteilungen des Instituts hineinträgt und den innovativen Lösungsweg koordiniert. Sprechen Sie uns an, wenn Sie neue Themenfelder mit anspruchsvollen Zukunftstechnologien strategisch weiterentwickeln möchten.

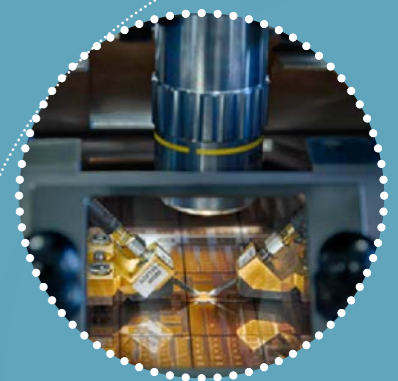
AUTOMOBIL- UND VERKEHRSTECHNIK

MEDIZINTECHNIK

HALBLEITER

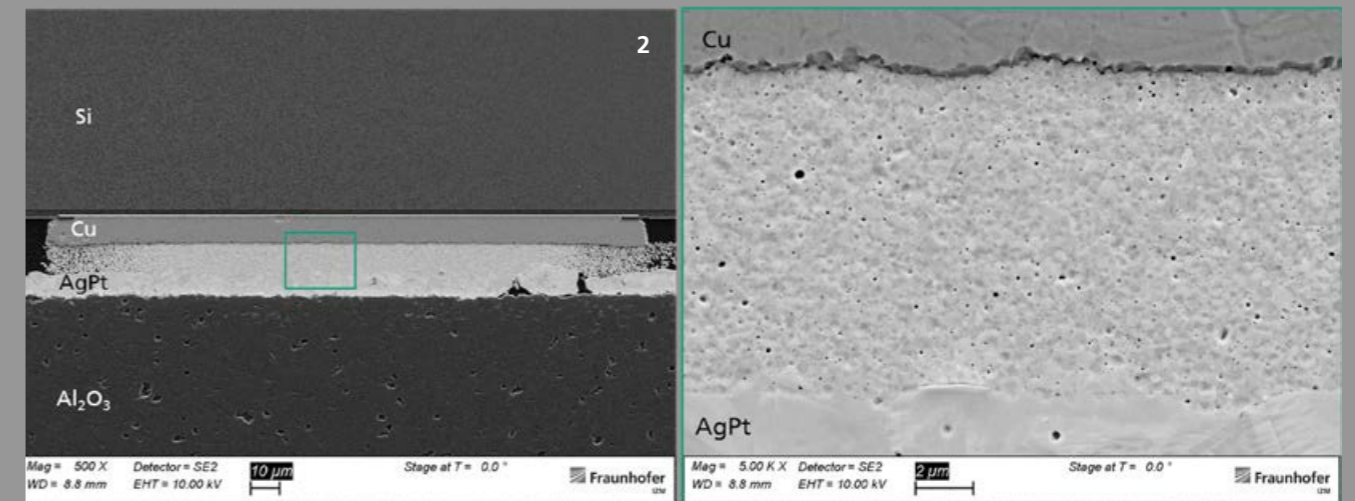
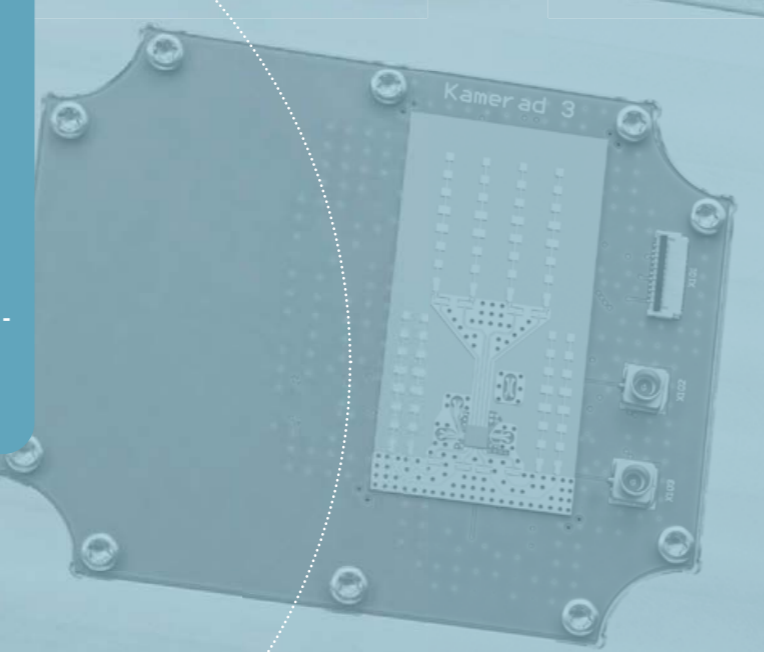
INDUSTRIELEKTRONIK

INFORMATION UND KOMMUNIKATION



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 Elektronifizierung des Fahrzeugs auf allen Ebenen. Sowohl für konventionelle, hybride oder elektrische Antriebstechnologien als auch für Systeme zur Gewährleistung von Sicherheit und Komfort werden zukunfts-trächtige und zuverlässige Lösungen entwickelt und prototypisch realisiert.



Prozessbewertung und -optimierung durch Simulation und messtechnische Verifikation

Zur Bewertung von prozessinduzierten Verwölbungen und mechanischen Spannungen wurden Modelle weiterentwickelt, die sowohl im Labor als auch in der Produktionsumgebung direkt bei den Industriekunden verifiziert wurden. Diese Modelle bilden den gesamten Herstellungsprozess ab. Im Fokus standen hierbei neben polymerbasierten Substraten und Verkapselungsmaterialien insbesondere eingebettete Halbleiterstrukturen in System-in-Package-Aufbauten. Zuverlässigkeitsrelevante Prozessschritte wurden identifiziert und auf Modellebene optimiert. Dadurch können verwölbungs- und spannungsarme Aufbauten für hochkomplexe Systeme abgeleitet werden. Besonders herausfordernd sind neben der Abbildung der Vielzahl an Prozessschritten die dünnen Schichten, die Kupferstrukturierungen, die komplexen Materialverbünde und der chemische Schrumpf.

Silbersintern – eine zuverlässige Verbindungstechnik für diverse Anwendungen

Mit Silbersintern wird eine höhere Zuverlässigkeit im Vergleich zu üblichen Weichloten erreicht (bis zu Faktor 100 höhere Lebensdauer). Aufgrund des hohen Schmelzpunktes von 962 °C eignet sich Silber auch für Einsatztemperaturen oberhalb von 150 °C, bis zu 300 °C sind in der Erprobung.

Das Silbersintern wird heute auch aufgrund der hohen Wärmeleitfähigkeit von Silber, die 430 W/(m·K) beträgt, hauptsächlich für die flächige Verbindung von Leistungshalbleitern oder zwischen größeren Substraten und Kühlern eingesetzt. Auch die flächige Verbindung optoelektronischer Komponenten, wie Halbleiterlaser und LEDs, ist möglich. Darüber hinaus wird derzeit auch am Flip-Chip-Silbersintern geforscht: Flip-Chip-LEDs mit lediglich zwei Anschlüssen, aber auch Si-Chips mit mehr als 40 Bumps. Ein Transfer der Silbersintertechnologie in die Produktion gehört zu den Angeboten des Fraunhofer IZM an die Industrie.

Zustandsbestimmung leistungselektronischer Systeme durch intelligente Messtechnik und kombinierte Tests

Leistungselektronische Systeme, an die ein hoher Anspruch der Funktionszuverlässigkeit gestellt wird, sind zunehmend rauen Umgebungsbedingungen mit einer starken Feuchtigkeitsbelastung ausgesetzt. Um dennoch einen zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten, wurde eine In-situ-Zustandsüberwachung zur Durchführung von bedarfsoptimierten Instandhaltungsmaßnahmen implementiert. Hierfür wurden Ansätze zur messtechnischen Überwachung von geeigneten Schädigungsindikatoren weiterentwickelt.

Zusätzlich wurde die Prüfung durch kombinierte Belastungstests zur Bewertung der Zuverlässigkeit ausgeweitet. So konnten sowohl die Analyse geeigneter Schädigungsindikatoren als auch die Realisierung intelligenter Messverfahren gemeistert werden.

1 Kombiniertes Kamera-Radarmodul für die nächste Generation des autonomen Fahrens

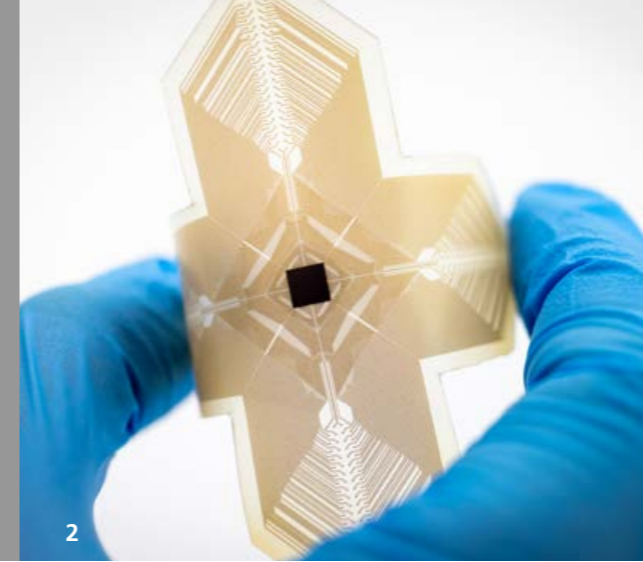
2 Flip-Chip-Silbersinterverbindung (Projekt eHarsh)

MEDIZINTECHNIK

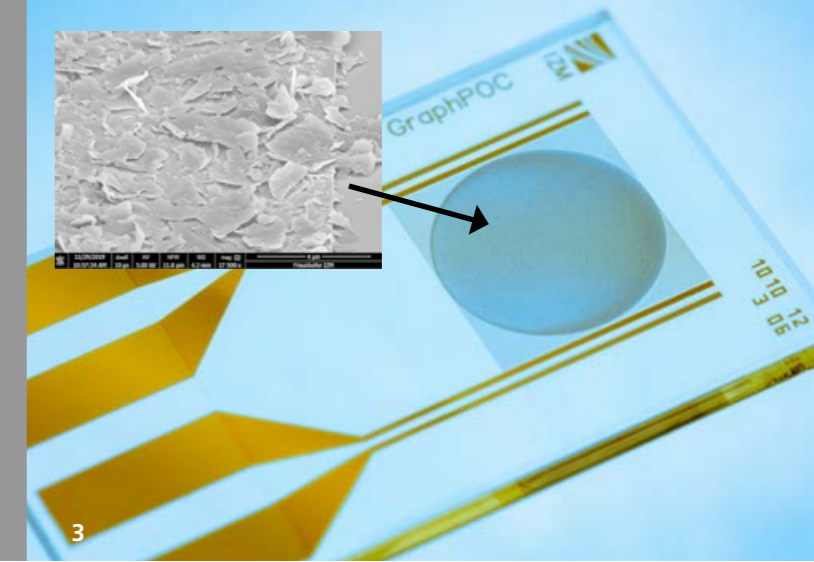
Viele medizinische Innovationen, die das Leben von Patienten erleichtern, basieren auf fortschrittlichen Mikrointegrationstechnologien. Das Fraunhofer IZM begleitet diese Entwicklung schon seit vielen Jahren und unterstützt die Hersteller von medizintechnischen Geräten mit seinem breiten Erfahrungsschatz 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.



1



2



3

Neurostimulation mittels elektrozeuhtischer Komponenten

Anwendungsspezifische Schaltungen (ASICs) übernehmen wichtige Funktionen an der Schnittstelle zwischen modernen Implantaten und den Körpern ihrer Träger. Sie sind aus der modernen Implantatsmedizin nicht mehr wegzudenken, die sich zusehends von der Pharmazie weg und zu den neuen Möglichkeiten der Elektrozeutik hinbewegt. Als Mitglied des EU-Projekts POSITION-II arbeitet das Fraunhofer IZM an einem echten Pioniersystem in diesem Bereich: miniaturisierte und flexible Implantate mit bioelektronischen Komponenten für die Nervenstimulation im Körper des Patienten. Die dafür nötigen ASICs sind in biokompatiblen Polyurethan eingekapselt, um die Schaltungen zu schützen und die nachhaltige und verlässliche Leistung der Implantate zu gewährleisten. Der Entwurf sichert selbst ohne die üblichen festen Titangehäuse die Körperverträglichkeit der kleinen und flexiblen Systeme.

Überwachung des Heilungsprozesses durch autonome Implantate

Das Fraunhofer IZM entwickelt als Teil des ATTRACT-Projekts »Technologien für die bioelektronische Medizin« ein vollautonomes Nervenstimulationsimplantat, um die motorischen Funktionen von Patienten nach traumatischen Rückenmarksverletzungen wiederherzustellen. Das Implantat besteht aus dreizehn Elektroden und der nötigen Treiberelektronik. Die integrierte Leistungs- und Steuerungseinheit löst zielgerichtete elektrische Impulse an verschiedenen Stellen des Rückgrats aus. Die nötigen Stimulationsparameter werden im eigens entwickelten Steuermodul in Echtzeit verarbeitet, um eine verzögerungsfreie motorische Reaktion zu ermöglichen. Ein grafisches Nutzerinterface erleichtert die Anpassung dieser Parameter sowie der Elektrodenkonfiguration.

Graphenbasierte Diagnostikplattform

Das BMBF-Projekt »Graph-POC« legt seinen Fokus auf die Entwicklung einer graphenbasierten Point-of-Care-Diagnostikplattform. Das rein elektrische System soll es ermöglichen, bestimmte Biomarker des menschlichen Bluts zu erkennen und

eine eventuell vorhandene Infektion als bakteriell, viral oder fungal einzustufen. Technologische Merkmale dieses Projekts, das in Kooperation mit der TU Berlin durchgeführt wird, sind die hochpräzise Abscheidung von organischem, reduziertem Graphenoxid, die biologische Funktionalisierung mittels Fänger-molekülen und das Einbetten der Sensoren mit Mikrofluidik und RDL in ein »Disposable Package«. Zukünftig könnte das Gesamtsystem auch für andere Biomarker verwendet werden.

DAISY – Radartechnik in der Altenpflege

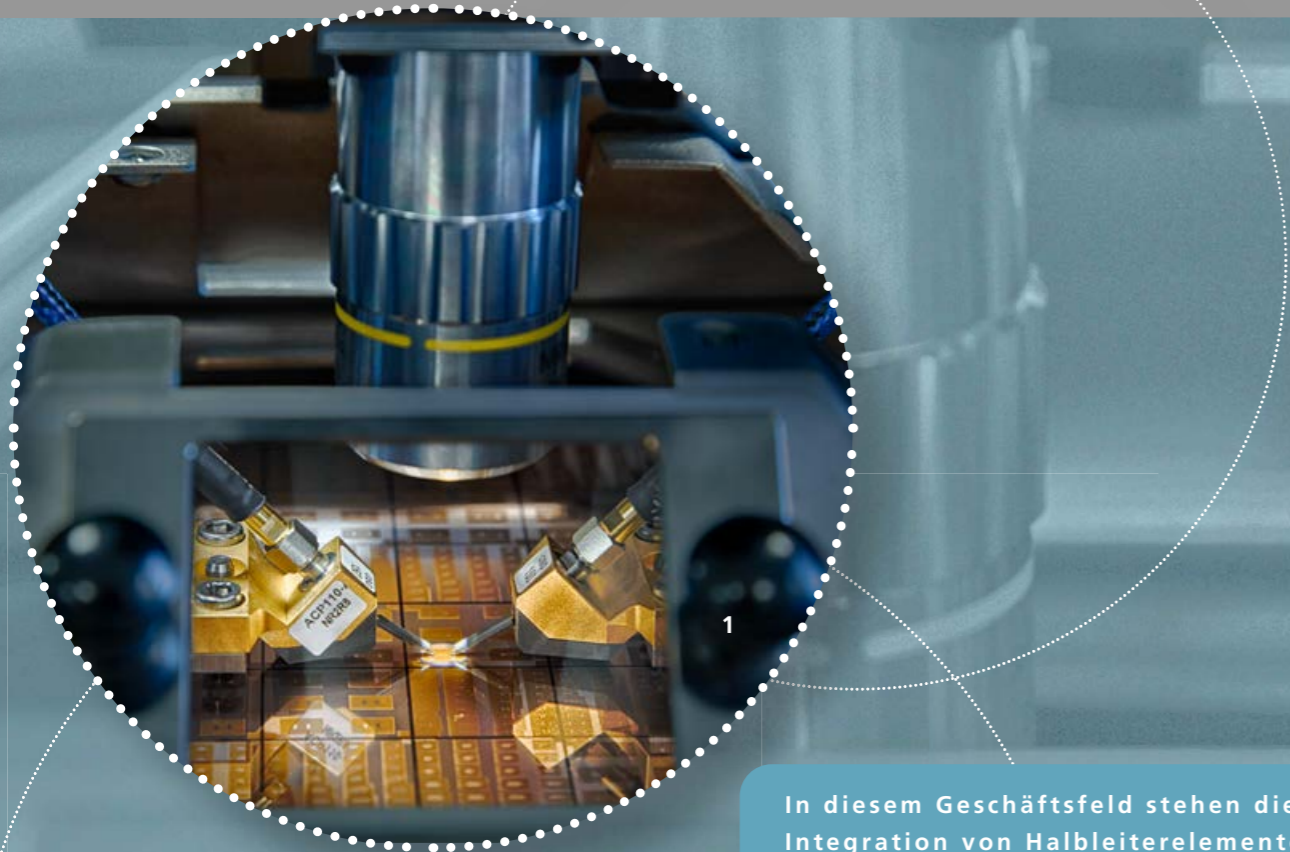
Demenzkrankungen nehmen in einer immer älter werdenden Gesellschaft zu. Um auch in Zukunft die individuelle Betreuung von Demenzkranken zu gewährleisten, kann Radartechnik, wie sie im Projekt DAISY entwickelt wurde, durch die Bereitstellung eines interaktiven Tisches, der in der zusätzlichen Beschäftigungstherapie von Demenzkranken eingesetzt wird, pflegebegleitend helfen. Er kann mit seinen Nutzern in Wort, Bild und Ton kommunizieren. Patienten können erkannt und direkt angesprochen werden, ihre Gesten werden wahrgenommen und situationsbedingt umgesetzt. In einem Konsortium aus Pflegespezialisten, einem Möbelhersteller sowie Soft- und Hardwareexperten entwickelt das Fraunhofer IZM die Hardware für den Radarsensor, die drahtlose Kommunikation und das Wireless-Charging. Zum Arbeitsumfang gehören die Erarbeitung des Systemkonzepts, die Auswahl der Komponenten sowie Entwurf und Charakterisierung der einzelnen Module. Darüber hinaus wird die Firmware für das Radarsystem entwickelt und charakterisiert.

1 Pneumatisch umgeformte textile Leiterplatte

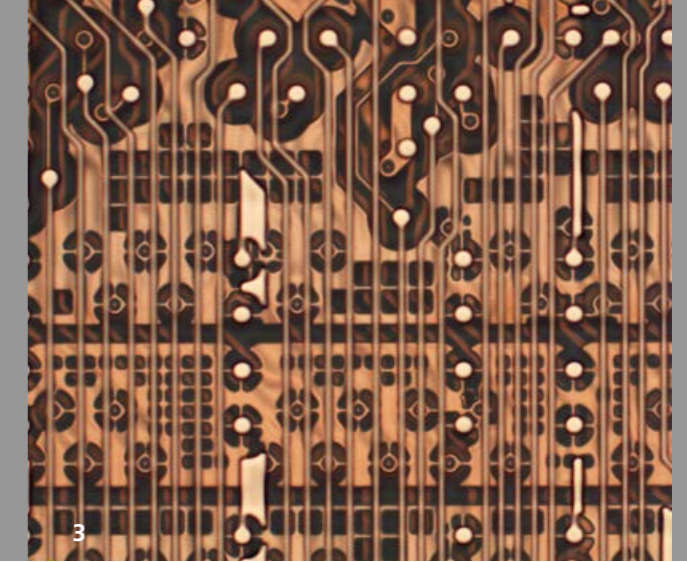
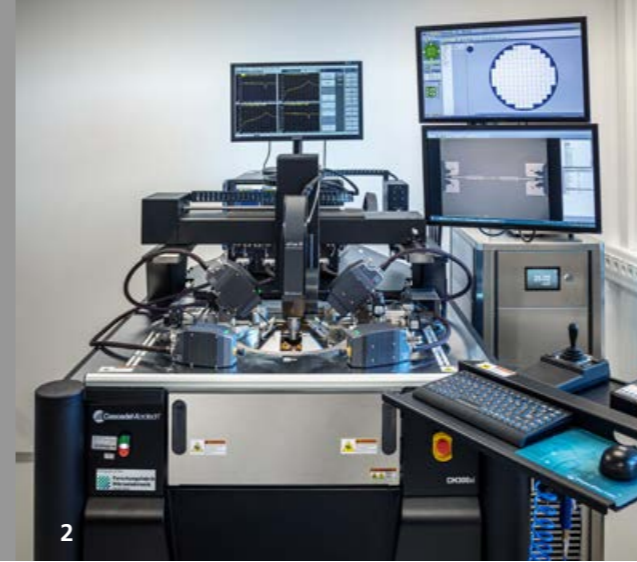
2 Flexibles Implantat mit 324 Elektroden und integrierter Elektronik zur Stimulierung neuronaler Aktivität auf der Gehirnoberfläche

3 Graphenbasierter Biosensor mit REM-Vergrößerung der Sensorfläche

HALBLEITER



In diesem Geschäftsfeld stehen die Integration von Halbleiterelementen und die Herstellung von Sensoren im Vordergrund, wobei die Integration eine Realisierung von komplexen, heterogenen System-in-Package-Lösungen gestattet. Das Fraunhofer IZM bietet seinen Kunden eine geschlossene Umsetzungskette – von der Konzeption über die Prozessentwicklung bis hin zur Charakterisierung und Zuverlässigkeitsbewertung. Dabei stehen alle notwendigen Prozesse für die Realisierung von Sensoren und Wafer Level Packages zur Verfügung, was neben hermetischen Sensor-Packages auch ganze 3D Systeme ermöglicht.



TSV-Last-Technologie und Si-Interposer-Kavitäten-Integration

Im Rahmen des EU-geförderten Projektes »Admont« wurden vom Fraunhofer IZM-ASSID Technologien zur TSV-Rückseitenkontaktierung von mikromechanischen (CMUT) und optoelektronischen (OLED) Bauelementen entwickelt. Der SiP-Ansatz auf Si-Interposer-Basis erlaubt es, vier ASIC-Ansteuerschaltkreise und passive Bauelemente mit dem CMUT zu verbinden, wobei die Montage der ASICs mittels Drahtbonden und die der mit TSV versehenen CMUT auf den Interposer mittels Flip-Chip-Montage erfolgt. Die ungedünnten ASICs wurden in Kavitäten eingebettet, um den CMUT als höchsten Punkt des Aufbaus zu halten. So konnten Si-Interposer hergestellt und mit den TSV-last-integrierten CMUT-Bauelementen bzw. weiteren Bauteilen bestückt werden. Diese SiP-Lösung erlaubt die Kombination verschiedener Aufbau- und Verbindungstechnologien für Si-Interposer, was für künftige Produkte eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Bauelemente ermöglicht.

Chip-First Fan-Out Ansatz für Multi-Chip Applikationen mit hochdichter Verdrahtung

Innerhalb des EU-Verbundprojektes EuroPAT_Masip hat das Fraunhofer IZM ein Assembly-Konzept entwickelt, bei dem die Chips direkt auf einen Glasträger geklebt werden. Dieser temperaturstabile Bond-Prozess verhindert jegliches Verschieben der Chips während des Einbettens und ermöglicht so eine Chipintegration mit geringeren Abständen und höherer I/O-Zahl. Nach Entfernen des Trägers verbleibt der Kleber als erste Passivierungslage, damit Kontakte mittels Laserbohrens generiert werden können. Dieses Hybrid-Fan-Out (hFO)-Konzept vereint die Vorteile des kostengünstigen Chip-first-face-down- und des non-shifting Chip-first-face-up-Ansatzes.

Flex- und Rigid/Flex-Polymer-Interposer

Das Fraunhofer IZM hat einen neuen Wafer-Level-Technologieansatz für die Realisierung von hochdichten Mehrlagenverdrahtungen auf Polymer-Interposern entwickelt. Er ermöglicht die Herstellung von dünnen Folien mit einem Mehrlagen-Routing mit Kupferbahnen, die eine Dicke von $\leq 5 \mu\text{m}$ und eine

Breite bzw. einen Abstand von $\geq 7 \mu\text{m}$ aufweisen. Die dielektrischen Polymerschichten haben eine Dicke von $\leq 10 \mu\text{m}$ und können mit Vias mit einem Durchmesser $\geq 10 \mu\text{m}$ strukturiert werden. Die so realisierten Flex-Schaltungen mit bis zu drei internen Routing-Lagen und Kontakten auf Vorder- bzw. Rückseite besitzen eine Dicke von $\leq 60 \mu\text{m}$. Örtliche Versteifungen erhöhen die mechanische Stabilität während des Aufbringens des Chips oder anderer Assembly-Schritte. Die Schaltungen dienen der I/O-Führung und dem Verbinden von assemblierten oder eingebetteten ICs. Durch ein 3D-Stapeln der Schaltungen können Module mit vielfacher Anzahl von Verdrahtungslagen erzeugt werden.

SERENA – Plattform für GaN auf Silizium mm-Wellenmodule

Klassische Siliziumtechnologien unterliegen einer technischen Limitierung. Im europäischen Projekt SERENA wird derzeit eine Plattform entwickelt, mit der diese durch die hybride Integration von Galliumnitrid (GaN) auf Silizium bei vergleichsweise geringen Kosten aufgehoben werden kann. Gegenüber Silizium-Germanium-Komponenten sollen Effizienz und maximale Ausgangsleistung um den Faktor 10 gesteigert werden. SERENA stellt den Entwicklern eine Systemarchitektur nebst Integrationsplattform zur Entwicklung von mm-Wellen-Komponenten für den Einsatz in der Radarsensorik und der drahtlosen 5G-Kommunikation zur Verfügung. Das Fraunhofer IZM ist in dem Projekt für den HF-Entwurf sowie für die Herstellung und den Test der Systemintegrationsplattform verantwortlich.

1 Elektrische Charakterisierung von Halbleitermaterialien

2 Halbautomatischer Waferprober zur elektrischen Charakterisierung von Substraten und Komponenten bis 500 GHz im Temperaturbereich von -40°C bis 180°C

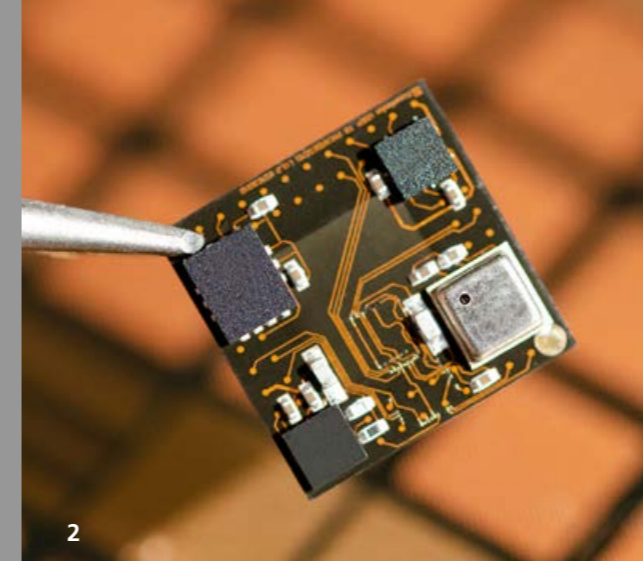
3 Beispiel für ein Mehrlagen-Flex mit Fine-Pitch RDL ($7 \mu\text{m}$ lines/space)

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-Interfaces 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.



1



2



3

Sensorpackaging für IoT-Systeme

In dem durch die EU und Mittel des Freistaats Sachsen geförderten Verbundprojekt »UseP« wird an der Realisierung einer modular aufgebauten universellen Plattform für innovative, hochintegrierte und individuell konfigurierbare IoT-Systeme gearbeitet. Sie soll insbesondere den Bedürfnissen von kleinen und mittleren Unternehmen und Start-ups gerecht werden.

Das Fraunhofer IZM entwickelt hierbei eine kostensparende, flexible und hochdichte Gehäusetechnologie (Packaging) für die Integration unterschiedlicher Sensoren. Hierfür entsteht ein Fan-out Wafer Level Package (FOWLP), in dessen Innerem sich ein hochintegriertes SoC mit zahlreichen analogen und digitalen Sensorschnittstellen, integrierter Datenwandlung, -speicherung, -verarbeitung, -verschlüsselung sowie verschiedene Kommunikationsschnittstellen befinden. Durch eine zusätzliche Verdrahtung auf der Packageoberseite und die Platzierung von Sensoren/Aktuatoren können kundenspezifische Applikationen umgesetzt werden.

Die Verwendung der energieeffizienten 22 nm-FDX-Technologie von GLOBALFOUNDRIES ermöglicht die kostengünstige Herstellung der Kernelemente des IoT-Systems und auch eine flexible Anpassung dieser Elemente an applikationsspezifische Anforderungen.

Low Power-Plattform ermöglicht extrem energieeffiziente Module

Die Vision einer zunehmend vernetzten Gesellschaft lässt zunächst an einen steigenden Energiebedarf denken, doch steckt in ihr – zielführend eingesetzt – auch das Potenzial, unseren Ressourcenbedarf deutlich zu verringern. Zur Vermeidung von Reboundeffekten muss die Elektronik selbst extrem ressourcenarm hergestellt und betrieben werden können.

Im Rahmen des Fraunhofer-Leitprojekts »Towards Zero Power Electronics« wird hierfür eine Technologie- und Methodikplattform zur Realisierung von hochintegrierten, extrem energieeffizienten Modulen für das »Internet der Dinge« (IoT) entwickelt.

Das Fraunhofer IZM erstellt hierfür eine skalierbare, modulare Low-Power-Plattform (IoT-Core) mit intelligent schaltbaren Schnittstellen zur Anbindung von Sensoren, Aktuatoren und Infrastrukturen und führt als Systemintegrator Komponenten zu miniaturisierten Modulen zusammen.

Pilotversuch zur Eislastwarnung mit Hilfe eines ASTROSE®-Servers

Das Fraunhofer IZM ist seit langem in der Entwicklung von autarker Sensorik zur Überwachung von Hochspannungsleitungen aktiv. Nach erfolgreichen Feldversuchen zum Monitoring der Strombelastung von Freileitungen konnten im Jahr 2019 zwei Pilotprojekte zur Eislastwarnung starten. Kernstück des Eismonitorings sind die auf einem BMBF-Projekt basierenden Funksensoren der Astrose®-Familie.

Diese messen die Seilneigung, die Temperatur und den Stromfluss. Die Energieversorgung erfolgt über einen Harvester. Die Kommunikation vom Sensor zum Astrose®-Server findet im kostenfreien 2,4 GHz-Band statt. Der Server verfügt über die erforderlichen Software-Clients, um die Daten applikationsspezifisch auszuwerten. Durch Verwendung der Standardübertragungsprotokolle IEC 60870-5-101 und IEC 60870-5-104 können Messdaten- wie aggregierte Informationen der Leittechnik, direkt zur Verfügung gestellt werden.

1 Niederinduktives SiC-Leistungsmodul in Moldtechnologie mit Direktkühlung

2 UseP-Demonstrator bestückt mit Sensoren (Beschleunigung, Vibration, Drehbewegung, Neigung, Lufttemperatur, -feuchte, -druck)

3 IoT-Gateway für einen modularen Sensorbalken mit LoRo- und Bluetooth LE V5 Schnittstelle

INFORMATION & KOMMUNIKATION

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 25-jährige Erfahrung im Bereich der Systemintegration.



1



2



3

Anwendungsorientierte Forschung im Bereich Elektro- und Elektronikgeräte stärkt Kreislaufwirtschaft

In der EU soll in allen Lebensphasen eines Produkts mehr Wert auf Recycling gelegt werden. Diese Zielvorgabe aus dem ersten Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft der Europäischen Kommission setzen wir mit folgenden Maßnahmen um: Die Ökodesign-Richtlinie umfasst nun Materialeffizienz-Anforderungen zur Ersatzteilverfügbarkeit, Reparierbarkeit und Recyclingfähigkeit. Ökodesign-Kriterien für Server – seit März 2019 geltendes Recht – beruhen auf unseren Vorarbeiten. Die Kommission stärkt den Verbraucherschutz vor geplanter Obsoleszenz mit einem vom Fraunhofer IZM geleiteten Prüfprogramm.

Im Sinne der EU-Strategie für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft haben wir kürzlich ein Projekt zur Wiederverwendung von ABS abgeschlossen.

In einem weiteren Projekt konnten wir in der Industrie den Rezyklateinsatz und das recyclinggerechte Design erfolgreich umsetzen.

Textile Leiterplatten

In den letzten Jahren hat das Interesse an dehnbaren elektronischen Systemen (Conformable Electronics), die dreidimensional gebogen oder geformt werden können, stark zugenommen. Im Bereich der textilintegrierten elektronischen Systeme (e-Textiles) ist die mechanische Belastung der elektronischen Komponenten und Leiterzüge besonders hoch, da in der Anwendung dauerdynamischer Stress sowie starke mechanische Einwirkungen durch die Waschreinigung auftreten können.

In Ergänzung des bereits am Fraunhofer IZM vorhandenen Technologieportfolios sind nun auch textile Leiterplatten (Text-PCB) verfügbar, die auf der Basis versilberter Flächengebilde aufgebaut und in eine dünne thermoplastische Elastomer-Matrix eingebettet sind. Mittels Laserschneiden können die Textilien zu Leiterbahnen oder Sensorflächen strukturiert werden.

Ökodesign am Beispiel modularer Aufbauten

Modulares Produktdesign ermöglicht längere Produktlebensdauern, erleichtert Reparatur und Wiederverwendung und kann somit zu nachhaltigeren Produktkonzepten beitragen.

Mehrere Ökobilanzen einzelner Technologien, wie der Einbettung von Komponenten, Steckern und Smartphones, zeigen die erhöhten Umweltauswirkungen durch die Fertigung modularer Geräte auf. Nur wenn die Nutzungsgewohnheiten sich tatsächlich ändern in Richtung einer längeren Produktnutzung, machen sich die Aufwendungen für modulares Design bezahlt. Unter bestimmten Bedingungen kann Embedding-Technologie dazu beitragen, die Umweltbilanz smarterer Geräte zu verbessern.

1 Volltransparente Kontaktierung von LEDs in Polycarbonat

2 Textile Leiterplatte, entwickelt am Fraunhofer IZM

3 Modularisierung auf Leiterplattenebene: Digitaler Sprachrekorder mit eingebetteten Komponenten in Modulen

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) für Entwicklung, Prototypenrealisierung und Kleinvolumenproduktion unter Verwendung unterschiedlicher Wafermaterialien (z. B. Silizium III/V, Keramik, Glas) und -größen (4"-12"). Die Projekt-/ Prozessarbeiten werden auf beiden Linien unter Berücksichtigung der ISO 9001:2015 Managementstandards durchgeführt.

Prozessmodule

- Cu-TSV-Integration (Via-middle-, Via-last-Prozesse)
- Silizium und SiC Plasmaätzen – DRIE (TSV, Kavitäten)
- Dünnfilmabscheidung (Sputter, CVD, Photolithographie, reaktiver Ionenstrahl-Ätzer)
- PECVD Prozesskammer (200/300 mm) für die Abscheidung von TEOS-Oxid, Silan-Oxid und Silan-Nitrid
- High-Density Thin-Film-Multilayer (Cu/Polymer-RDL)
- Wafer-Level Bumping (Cu-Pillar, SnAg, Ni, Au, In, AuSn)
- Waferdünnen und Vereinzeln (Blade, Laser Grooving & Stealth Dicing)
- Waferbonden – permanent, temporär
- Wafer-Level Assembly bis 300 mm (D2W)
- Automatisches in-line Wafer-Messsystem (200/300 mm) für Schichtdicken, Topographien, Rauheiten sowie TTV/Warpage/Bow
- Vollautomatisiertes, elektrisches Wafer-Messsystem

Prozesslinie zur Substratfertigung

Im Leiterplattenbereich können Vollformatsubstrate mit einer Größe von 460x610 mm² für die Resist- und Leiterplatten-

lamination 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 480 m² 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, Sensor-Packages mit freigestellter Oberfläche und Power-SiPs:

- Präzisionsbestückung und Compression Molding auf Wafer- und Panelebene (610x460 mm²)
- Umverdrahtung in 2D (PCB-basierend und Dünnfilm) 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 produktionsstauglicher 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 Dampfphasenvakuumlötanlage
- Flussmittelfreies Löten von Baugruppen mit Ameisensäuretechnologie in Stickstoff- und Dampfphasenatmosphäre
- Hermetizitätsmessstand
- Lecksuche inkl. Probenlagerung unter Heliumdruck bis 10 bar

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
- 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 -65°C bis 300°C
- Temperaturlagerung bis 350°C

Power-Lab

- Prüfeinrichtung hetero-höchstintegrierte Leistungselektronik
- Aktives Zykeln von Leistungsmodulen für die Lebensdauerbestimmung
- Kalorimetrisches Messen des Wirkungsgrades von hocheffizienten Geräten

DESIGN

Hochfrequenz-Labor

- Free Space Messplatz bis 170 GHz, Fabry-Perot Resonatoren bis 140 GHz sowie THz-System zur Materialcharakterisierung
- Halbautomatische Probestation mit Thermokammer von -60°C bis 300°C
- EMV & Testumgebung für drahtlose Kommunikationssysteme im Multi-Gigabit- und Terabit-Bereich
- Antennen-Messsystem bis 330 GHz
- Testumgebung für mm-Wellen-Module für Radar und Kommunikation, Signalquelle (AWG) und Spektrumanalysator bis 325 GHz
- Zeitbereichsmessplatz (Sample Oszilloskop bis 70 GHz / BERT bis 64 Gbit/s)

Mikroelektroniklabor

- Entwicklung und Qualifizierung mechatronischer Systeme und energieeffizienter Funksensorsysteme
- PXA für Reichweitenabschätzung, Konformitätschecks und Fehleranalysen (ab 162 µs Signalzeit)

Weitere Labore

- Mikrobatterielabor mit 10 m langer Batterieentwicklung- und Montagelinie
- Labor für textilintegrierte Elektronik (TexLab)
- Photoelektronenspektroskopie und Electron Spectroscopy for Chemical Analysis (ESCA)
- Korrosionslabor
- Electronics Condition Monitoring Labor (ECM) für Funktionstests elektronischer Systeme bei Umgebungsbeanspruchung, Salznebel, Shaker
- Qualifikations- und Prüfzentrum für elektronische Baugruppen (QPZ)
- Labor für thermomechanische Zuverlässigkeit
- Thermal & Environmental Analysis Lab

VERANSTALTUNGEN



EVENTS & WORKSHOPS

Symposium Panel Level Packaging in Dresden and Berlin

Fast 100 Teilnehmer kamen am 30. Januar 2019 zum vierten Symposium »Status & Trends in Panel Level Packaging« im Hilton Hotel in Dresden zusammen. Internationale Experten aus Industrie und Wissenschaft präsentierten die neuesten Forschungsergebnisse im Bereich des Panel Level Packaging und stellten in halbstündigen Vorträgen Markt- und Anwendungstrends, neueste Technologieergebnisse, Material-, Geräte- und Prozessentwicklungen für die Großflächen- und Feinstbearbeitung sowie Kostenanalysen vor.

Am darauffolgenden Tag trafen sich die Mitglieder des Panel Level Packaging Consortium am Fraunhofer IZM in Berlin. Die Expertise des Fraunhofer IZM in den Bereichen Wafer Level Packaging und Substrattechnologie war 2016 der Keim für die Gründung des Konsortiums mit 17 Industriepartnern aus Europa, den USA, Japan, Korea und Taiwan. Bei dem Treffen in Berlin wurde ein Fazit zum bestehenden Konsortium gezogen und zugleich die Nachbereitung des Projekts eingeleitet.

Die 3. PLATE Konferenz war ein voller Erfolg!

Mehr als 200 Teilnehmer aus aller Welt trafen sich vom 18. bis 20. September 2019 in Berlin zur 3. Product Lifetimes and the Environment (PLATE) Konferenz. Wie gewohnt bot die Veranstaltung, die in diesem Jahr vom Fraunhofer IZM in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Berlin organisiert wurde, ein starkes wissenschaftliches Programm mit drei Keynotes, 11 Workshops, 105 Vorträgen und 20 Posterpräsentationen.

Die alle zwei Jahre stattfindende Konferenz brachte erneut Wissenschaft, Industrie, NGOs und politische Entscheidungsträger zusammen, die an allen drei Veranstaltungstagen das

Thema Produktlebenszeiten im Kontext der Nachhaltigkeit diskutierten. Der Schwerpunkt der diesjährigen Konferenz lag auf brandaktuellen Themen wie Kreislaufwirtschaft, Ökodesign und kollaborativer Konsum.

Ein Highlight der Konferenz stellten die praktischen Workshops dar, die an zwei Tagen stattfanden. In den 11 Workshops wurden Ansätze aufgezeigt, mit denen Produkte nachhaltiger gemacht werden können. Vom proaktiven Obsoleszenz-Management und nachhaltigen Smartphone der Zukunft über Strategien zur Verlängerung der Lebensdauer von Modeprodukten bis hin zu Tests auf vorzeitige Obsoleszenz – für jeden war etwas Interessantes dabei.

»Laufend am Forschen«: Das IZM beim Berliner Firmenlauf

Mittlerweile ist es schon eine kleine Tradition und das Team-Event im Sommer: der Firmenlauf. Aus den sechs Berliner und Brandenburger Fraunhofer-Instituten trafen sich am 22. Mai fast 190 Läuferinnen und Läufer, um zunächst die 5,5 km lange Strecke zurückzulegen und sich anschließend am Grill mit Wurst und Bier von den Strapazen zu erholen.

Das alljährliche Training hat sich gelohnt: In der Mannschaftswertung kamen die Fraunhofer-Institute sogar auf Platz 2! Herzlichen Glückwunsch allen sportlich Engagierten!

1 Lätet die nächste Runde des Panel Level Packaging ein –
Dr. Tanja Braun vom Fraunhofer IZM beim
PLP Symposium in Dresden

2 PLATE 2019: Viele der Teilnehmenden solidarisierten sich
mit dem weltweiten Klimastreik am 20. September



700 Teilnehmer auf MikroSystemTechnik Kongress

Zum ersten Mal nach 2009 fand der Mikrosystemtechnik Kongress, die größte deutschsprachige Veranstaltung auf dem Gebiet der Elektronik- und Mikrosysteme, 2019 wieder in Berlin statt. Vom 28.–30. Oktober trafen sich rund 700 Expertinnen und Experten aus Politik, Forschung und Industrie, um unter dem Vorsitz von IZM-Institutsleiter Prof. Klaus-Dieter Lang aktuelle Trends in der Mikrosystemtechnik zu diskutieren.

Der Kongress bot seinen Teilnehmern nicht nur eine Plattform zur Netzwerkbildung, sondern lieferte auch jede Menge neuen Input zu aktuellen Entwicklungen, Chancen und Herausforderungen der Mikrosystemtechnik: insgesamt vier Keynotes, mehr als 100 Vorträge, zwei umfangreiche Poster Sessions, eine Diskussionsrunde, einen Workshop sowie Führungen durch drei wissenschaftliche Einrichtungen. Komplettiert wurde das Programm durch eine Begleitausstellung, auf der 44 Unternehmen und Institute ihre neuesten Produkte, Geräte und Entwicklungen präsentierten. Das Fraunhofer IZM war auf der Messe ebenfalls mit einem Stand vertreten und stellte neue Entwicklungen aus dem Bereich des Electronic Packaging vor.

Auch der Nachwuchs kam bei dem Kongress auf seine Kosten. Schüler und Studierende konnten sich nicht nur über Berufschancen in Hightech-Zukunftstechnologien informieren, sondern darüber hinaus eigene Projekte für die Wettbewerbe »COSIMA« und »Invent a Chip« ins Rennen schicken.

IZM-Forschung auf der SMTconnect und der PCIM 2019

Lot- und Sinterverbindungen, aber auch Bumping-Technologien und Lebensdauer-Fragestellungen – diese Themen wurden besonders intensiv am Stand des Fraunhofer IZM auf der SMTconnect nachgefragt. Europas führende Fachmesse für Systemintegration in der Mikroelektronik war nicht zuletzt dank der »Future-Packaging«-Fertigungslinie Mittelpunkt für Diskussionen über Design, Leiterplattenfertigung, Bauelemente, Aufbau- und Verbindungstechnologien sowie Test-Equipment.

Zeitgleich war das Fraunhofer IZM auch auf der PCIM (Power Conversion Intelligent Motion) Europe vertreten. Hier konnten Besucher das komplette Dienstleistungsspektrum des Fraunhofer IZM im Bereich der Leistungselektronik erleben: vom Systemdesign über Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Systeme und Zuverlässigkeitsaspekte bis hin zu Kühlkonzepten. Ein besonderes Highlight war eine Live-Demo in Form einer Messkammer, mit der Schaltverluste von Wide-Bandgap-Halbleitern gemessen werden können, ohne zusätzliche parasitäre Effekte und unter realen Bedingungen.

Auswahl der Messeaktivitäten des Fraunhofer IZM

3D & Systems Summit	Januar, Dresden
SPIE. Photonics West	Februar, San Fran., USA
embedded world	Februar, Nürnberg
Smart Systems Integration	April, Barcelona, ESP
PCIM Europe	Mai, Nürnberg
SMTconnect	Mai, Nürnberg
connecticum	Mai, Berlin
ECTC	Mai, Las Vegas, USA
LASER World of Photonics	Juni, München
Sensor+Test	Juni, Nürnberg
Semicon West	Juli, San Francisco, USA
FMD Innovation Days	September, Frankfurt (Oder)
ELIV	Oktober, Bonn
IWLPC	Oktober, San José, USA
Productronica	November, München
SEMICON Europa	November, München
COMPAMED	November, Düsseldorf
SEMICON Japan	Dezember, Tokio, JPN

Starthilfe für Hardware-Start-ups

Start-ups, Partner und Neugierige aus der Industrie und Hardware-Branche kamen im September zu einem Workshop besonderer Art zusammen: einer Tech-Safari, in der die Teilnehmerinnen und Teilnehmer den Weg von der Idee zum Produkt an einzelnen Stationen nachempfinden konnten. Unter dem Titel »Start-A-Factory Reloaded« erlebten 40 Interessierte den Mix aus Geräteinfrastruktur und Arbeitsumgebung, der speziell auf die Bedürfnisse von Hardware-Start-ups ausgerichtet ist. In projektbasierten Kooperationen und mit modernsten Anlagen ermöglicht die SAF-Umgebung Entwicklerteams eine schnelle Realisierung von der ersten Idee bis zum professionellen Prototypen – eingebettet in ein Netzwerk von Fraunhofer IZM-Spezialisten und weiteren Partnern.

Nachdem nun alle Elemente aufgebaut und bereit zum Einsatz sind, haben die Macherinnen und Macher der SAF zu einem »walk-around«-Event eingeladen. Neben Workshops zu den einzelnen Stationen mikroelektronischer Hardware-Entwicklung waren die Keynotes ein besonderes Highlight. Mike Richardson, Gründer und Technical Advisor, aber auch Container-Nutzer in der SAF, erklärte dem Publikum, wie die Nerds der Zukunft aussehen: »The special thing about a tech dork is the mix of a nerd and a communicative and social person.«

In 21 Tagen per Rad in die Mongolei

Als Team möglichst viele Radkilometer innerhalb von 21 Tagen fahren – dafür tauschten 20 Kolleg*innen das Auto und die Bahn gegen das Rad ein und erradelten damit 5.556 km, eine Strecke von Berlin bis in die Mongolei. Die Aktion »Stadtradeln« läuft deutschlandweit, um eine Anregung zum Umdenken zu schaffen. 80 Prozent aller Haushalte besitzen ein Fahrrad, nutzen es aber selten. Im Team ist der Anreiz weitaus höher. In einer App können die gefahrenen Kilometer eingetragen oder auch die Touren aufgezeichnet werden. Diese aufgezeichneten Strecken werden anonymisiert von der TU Dresden analysiert und den Kommunen zur Verfügung gestellt, um die Radinfrastruktur zu optimieren. So sollen nach und nach die Möglichkeiten zum Radfahren verbessert werden. Für ein

besseres Klima, für einen guten Ausgleich zum Arbeitsalltag und für den Teamgeist unter Kolleg*innen.

iCampus in Cottbus nimmt die Arbeit auf

Am »Innovationscampus Elektronik und Mikrosensorik Cottbus« entwickeln zukünftig 40 Wissenschaftler*innen neuartige Sensoren und darauf basierende Systeme, darunter die Kolleg*innen der Cottbusser IZM-Außenstelle Hochfrequenz-Sensorsysteme unter der Leitung von Dr. Dr. Ivan Ndip. Ebenfalls im Boot sind das Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik, das Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik und das Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS sowie 10 Lehrstühle der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg.

Ziel des auch als iCampus bezeichneten Innovationscampus ist es, die Anforderungen an die Funktionalität und das Leistungsprofil von Sensoren konkret zu erfassen und durch Zusammenführung der Kompetenzen aller Partner zu adressieren.

Das im Rahmen des Sofortprogramms der Bundesregierung in Höhe von rund 7,5 Millionen Euro finanzierte Verbundprojekt »Innovationscampus Elektronik und Mikrosensorik Cottbus« hat seine Arbeit offiziell am 15.11.2019 aufgenommen.

70 Jahre Fraunhofer – Das Institut feiert mit einem

1 Aktion »Stadtradeln« – Team Fraunhofer IZM

2 Intensive Gespräche am IZM-Stand auf der SMTconnect

3 Vlnr: Prof. Tillack (Leibniz), Prof. Wehrspohn (Fraunhofer-Vorstand), Prof. Hipp (BTU), Dr. Münch (MWFK), Prof. Schieferdecker (BMBF), Prof. Schenk (Projektleiter), Prof. Tränkle (FBH), Holger Conrad (Fraunhofer IPMS), Dr. Dr. Ndip (Fraunhofer IZM)



Tag der offenen Tür

Am 6. September wurde am Fraunhofer IZM ein Fest zu Ehren des Jubiläums der Fraunhofer-Gesellschaft gefeiert. Unter dem Motto »70 Jahre Zukunft – #WHATSNEXT« haben Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter Erinnerungen aus den vergangenen Jahren aufleben lassen und gemeinsam einen Blick auf die Zukunft geworfen. Zum Auftakt richtete Institutsleiter Prof. Klaus-Dieter Lang einige Worte an die Gäste und dankte

nicht nur den Forscherinnen und Forschern, sondern auch ihren Familien. An zahlreichen Aktionsständen auf dem historischen Gelände im Berliner Wedding konnten sich die Angehörigen, Alumni, langjährigen Kunden und Mitarbeitenden vielfältig ausprobieren: Von einer steilen Kletterwand mit 25 Grad Überhang für die Sportiven über eine Station zum Bemalen von Tassen für die Kreativen bis hin zu kulinarischen Leckereien war für jeden Geschmack etwas dabei.

Auswahl von Veranstaltungen unter Beteiligung des Fraunhofer IZM	
Panel Level Packaging Symposium	Januar, Dresden, Berlin
Arbeitskreis: Systemzuverlässigkeit von Aufbau- und Verbindungstechnologien	Februar, Mai, Oktober, Berlin, Nürnberg
Arbeitskreis: Rechtskonformes Umweltmanagement in der Elektronikindustrie	März, Juni, November, Berlin
Girls' Day 2019	März, Berlin
Workshop: Ecodesign Learning Factory	März, Berlin
6. GMM Workshop: Packaging von Mikrosystemen	März, Berlin
Lab Course: EMC Optimized Design – Parasitics in Power Electronics	April, Berlin
Start-A-Factory Reloaded	September, Berlin
7 th Optical Interconnect in Data Centers Symposium	September, Dublin, IRL
Workshop: Polymeralterung und Verlässlichkeit mikroelektronischer Packages	September, Berlin
Workshop: Modern Power Semiconductors and their Packaging	Oktober/November, Aalborg, SWE
Workshop: Zuverlässigkeit elektronischer Systeme	November, Berlin
Lab Course: Autarke Funksensoren	November, Berlin



NACHWUCHSFÖRDERUNG AM FRAUNHOFER IZM

Zwei Auszubildende im Bereich der Mikrotechnologie machten 1999 im Fraunhofer IZM den Anfang in der dualen Berufsausbildung. Seither hat das Institut knapp 40 jungen Menschen den erfolgreichen Abschluss in diesem spannenden und zukunftssträchtigen Beruf ermöglicht.

Viele von ihnen bilden heute einen wichtigen Teil der technischen Belegschaft in den Laboren und Reinräumen des Fraunhofer IZM. Auch 2019 wurden zwei ausgelernte Mikrotechnologen aufgrund ihrer sehr guten Leistungen mit einer Anstellung belohnt. Seit 1999 erweiterte sich das Ausbildungsangebot: Ausbildungsplätze im Bereich Feinwerkmechanik oder als Kaufmann/-frau für Bürokommunikation kamen hinzu. Seit letztem Jahr ergänzen nun vier neue Azubis die IZM-Belegschaft. Und es sollen noch mehr werden: Ab 2020 startet das Institut mit der Ausbildung zur Oberflächenbeschichterin bzw. zum Oberflächenbeschichter. Wer handwerkliches Können mit Spaß an der Technik verbinden möchte, kann sich hier angesprochen fühlen. Das Fraunhofer IZM hat sich zum Ziel gesetzt, junge Menschen vermehrt für technische Entwicklungen und Berufe in Technik und Forschung zu interessieren. Zu diesem Zweck bietet das Institut auch Praktika für Jugendliche an, die einen Einblick in die Ausbildungs- und Studienmöglichkeiten für naturwissenschaftliche (MINT-)Berufe erlauben. Im Rahmen eines zwei- bis dreiwöchigen Praktikums konnten im Jahr 2019 insgesamt 25 Schülerinnen und Schüler die Arbeit in den Laboren des Fraunhofer IZM kennenlernen.

Löten, schrauben, rechnen – Girls' Day 2019

Am 28. März 2019 fand bereits zum 16. Mal in Folge der Girls' Day am Fraunhofer IZM statt, dieses Mal mit 10 Schülerinnen vom Gabriele-von-Bülow-Gymnasium – der Berliner Partnerschule des Fraunhofer IZM. Zunächst durften die Mädchen die IZM-Labore besichtigen und erfahren, wie für ein

elektronisches Gerät neue Bestandteile oder Funktionen entwickelt werden und wie ein Smartphone trotz Frost, Sommer-sonne oder gar nach einem Sturz zuverlässig funktioniert. Sie legten auch selbst Hand an: Handys auseinanderbauen, Widerstände berechnen, schrauben und löten – die Teilnehmerinnen hatten allerhand zu tun. Zum Abschluss galt es, mit wenig Material eine so genannte »Eierflugmaschine« zu basteln, mit der ein rohes Ei einen Fall aus vier Metern Höhe schadlos überstehen kann. Der Clou: Alle Eier blieben unversehrt und die Schülerinnen hatten allen Grund, stolz auf ihr Projekt zu sein.

Netzwerke für die Nachwuchsgewinnung nutzen!

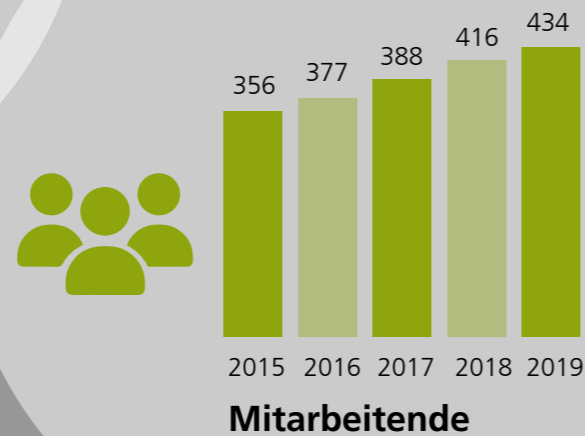
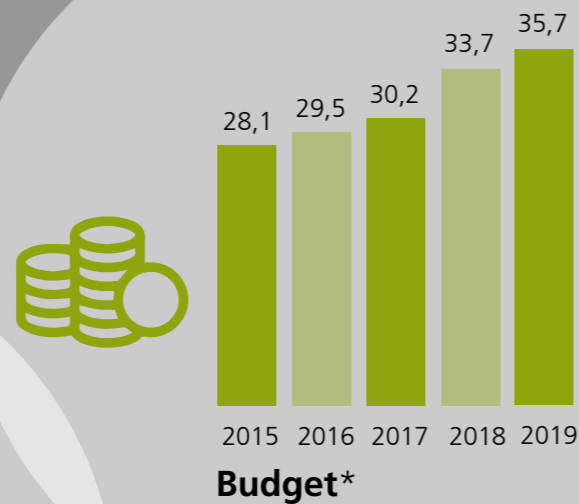
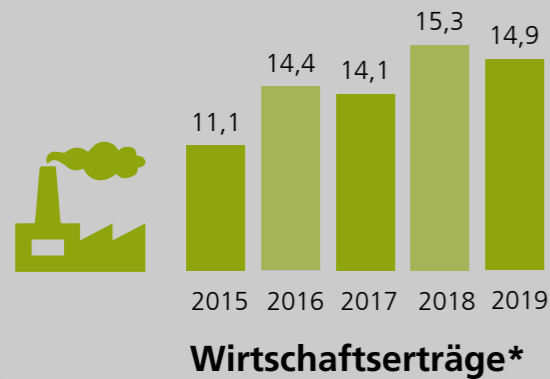
Dass es dem Fraunhofer IZM mit der Förderung von Heranwachsenden ernst ist, zeigt auch der Beitritt des Instituts zum neugegründeten Verein zur Fachkräftesicherung im Hightech-Bereich proANH e. V., von dessen Aus- und Weiterbildungsnetzwerk Hochtechnologie sich das Fraunhofer IZM Unterstützung bei der Nachwuchsgewinnung und Fachkräftesicherung erhofft. Auch Stände auf Ausbildungs- und Karrieremessen wie der Connecticum in der Arena Berlin oder »Traumberuf IT & Technik« in einer Halle der STATION Berlin dienen dazu, den Nachwuchs für Forschungsberufe zu begeistern.

1 Stellten sich den Fragen der Nachwuchsforscher: das IZM-Team auf der Connecticum

2 Eierflugmaschinen-Ingenieurinnen im Einsatz

FACTS & FIGURES

2015–2019 auf einen Blick



- Berlin ●
- Cottbus ●
- Dresden ●

* in Mio. Euro



DAS FRAUNHOFER IZM IN FAKTEN UND ZAHLEN

Finanzielle Situation

Auch im Jahr 2019 blieb das Fraunhofer IZM auf Erfolgskurs. Das Budget stieg gegenüber dem Vorjahr um 5,8 Prozent auf 35,7 Millionen Euro. Dabei deckte das Fraunhofer IZM 78,6 Prozent seines Betriebshaushaltes mit eingeworbenen externen Erträgen. Insgesamt wurden Projekte in Höhe von 27,9 Millionen Euro extern finanziert.

41,8 Prozent seiner Kosten konnte das Fraunhofer IZM durch direkte Aufträge aus der Wirtschaft decken. Die Erträge blieben mit 14,9 Millionen Euro stabil. Der Anteil der öffentlich finanzierten Projekte stieg gegenüber dem Vorjahr um 3,3 Prozent. Das Projektvolumen in diesem Bereich betrug insgesamt 13 Millionen Euro.

Geräteinvestitionen

Für laufende Ersatz- und Erneuerungsinvestitionen wurden im Jahr 2019 Eigenmittel in Höhe von 2,1 Millionen Euro aufgewendet. Diese Mittel wurden eingesetzt, um die Geräteausstattung des Fraunhofer IZM mit zahlreichen gezielten Einzelmaßnahmen zu verbessern und die Effizienz vorhandener Anlagen zu erhöhen.

Weitere 3,7 Millionen Euro flossen in verschiedene kleinere Baumaßnahmen. So wurde zum Beispiel mit finanzieller Unterstützung des Landes Berlin die Reinraumfläche des Fraunhofer IZM erweitert. Der Aufbau der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) in Berlin nähert sich dem erfolgreichen Abschluss. Für weitere 5,5 Millionen Euro wurden im Jahr 2019 Geräte und Anlagen beschafft. Diese Maßnahme wird im Rahmen einer Förderung durch das BMBF realisiert.

Personalentwicklung

Die Kennzahlen des Personalbestandes bilden das Wachstum des Fraunhofer IZM ab. An den Standorten Berlin und Dresden/Moritzburg wurden 285 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt, das sind 25 mehr als im Jahr 2018.

Das Fraunhofer IZM bietet Studentinnen und Studenten die Möglichkeit, ihr Studium mit praktischer wissenschaftlicher Arbeit in den Büros und Laboren des Fraunhofer IZM zu verbinden. Zum Jahresende 2019 wurden 149 Praktikanten, Bacheloranden, Masteranden und studentische Hilfskräfte am Fraunhofer IZM betreut und 8 Auszubildende als Mikrotechnologien und Kauffrau/-mann für Büromanagement ausgebildet.

Das Fraunhofer IZM 2019

Budget	35,7 Millionen Euro
Externe Erträge	27,9 Millionen Euro (entspricht 78,6 Prozent)
Standorte	Berlin, Cottbus und Dresden/Moritzburg
Laborfläche	> 8.000 m ²
Mitarbeitende	434 (davon 149 Studierende, Diplomanden, Praktikanten und 8 Azubis)



1



2



3



AUSZEICHNUNGEN

GMM-Award für Klaus-Dieter Lang

Im Rahmen der Eröffnung des diesjährigen MikroSystem-Technik Kongresses wurde der IZM-Institutsleiter Prof. Klaus-Dieter Lang mit der höchsten VDE-Auszeichnung der Gesellschaft Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik – dem GMM-Award – geehrt. Lang war 2019 Chairman des MST-Kongresses und ist der GMM seit vielen Jahren verbunden, etwa durch seine Mitgliedschaft im Steuerungskomitee des MST-Kongresses und der Arbeit in verschiedenen Gremien. Wegen seiner überdurchschnittlich hohen Anforderungen wird der GMM-Award höchstens alle drei Jahre an Persönlichkeiten vergeben, die sich in außerordentlicher Weise und mit hohem Engagement für die Wirksamkeit der GMM verdient gemacht haben.

Forschungspreis »Transformative Wissenschaft« für Melanie Jaeger-Erben

Der Forschungspreis »Transformative Wissenschaft« des Wuppertal Instituts und der Zempel-Stiftung im Stifterverband wurde in diesem Jahr an Prof. Dr. Melanie Jaeger-Erben, Leiterin der Arbeitsgruppe »Transdisciplinarity for Sustainable Electronics« am Fraunhofer IZM, vergeben.

Die Professorin Melanie Jaeger-Erben überzeugte die Jury mit ihrem eindrucksvollen inter- und transdisziplinären Profil, ihren bisherigen akademischen Erfolgen und der Fähigkeit, aktuelle Fragestellungen der Nachhaltigkeitsforschung mit innovativen transdisziplinären Methoden zu bearbeiten und zu reflektieren. Melanie Jaeger-Erben freut sich über die Anerkennung ihrer Arbeit: »Mit dem Preisgeld möchte ich voraussichtlich unsere Arbeit an einer öffentlichkeitswirksamen Plattform zur Verbreitung der Idee einer transformativen und inklusiven ‚Circular Society‘ intensivieren.«

Auszeichnung für das Fraunhofer IZM beim »Ideenwettbewerb für Internationales Forschungsmarketing«

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat im Rahmen des Ideenwettbewerbs für Internationales Forschungsmarketing das Fraunhofer IZM ausgezeichnet. Der Forschungspreis wurde für das Konzept eines wissenschaftlichen Blogs im Bereich Mikroelektronik vergeben. Die Plattform soll nicht nur einen globalen Wissensaustausch ermöglichen und die Bedeutung von Forschungsschwerpunkten und Forschungseinrichtungen auf internationaler Ebene erhöhen, sondern auch die digitale Zusammenarbeit von national und international qualifizierten Forscherinnen und Forschern und Interessierten fördern.

»Young Engineer Award« für Christoph Marczok

IZM-Nachwuchswissenschaftler Christoph Marczok wurde für seinen Beitrag zum Thema »Low Inductive SiC Mold Module with Direct Cooling« mit dem Young Engineer Award der PCIM Europe 2019 ausgezeichnet.

Um die überlegenen Eigenschaften von Wide-Bandgap-Halbleitern nutzen zu können, benötigen Leistungsmodule eine optimale thermische Leistung, gute parasitäre elektromagnetische Eigenschaften, hohe Temperaturbeständigkeit und die Möglichkeit eines hohen Integrationsgrades. Christoph Marczoks Paper zeigt einen neuen Aufbau für Leistungsmodule mit SiC-Leistungs-MOSFETs, bei denen mehrschichtige Keramiksubstrate mit direkter Wasserkühlung des Substrats verwendet werden.

Die Preisverleihung fand am 7. Mai im Rahmen der Eröffnungsveranstaltung der PCIM Europe Konferenz in Nürnberg statt.

Tanja Braun in das IEEE EPS Board of Governors gewählt

Im Dezember 2019 wurde Dr. Tanja Braun zum Member-at-Large des IEEE EPS Board of Governors für das kommende Jahr gewählt. IEEE, »Institute of Electrical and Electronics Engineers«, ist der weltweit größte Berufsverband für Ingenieure. In der Electronics Packaging Society (EPS) bündelt sich das Fachwissen zu den Bereichen Mikroelektronik und Packaging.

Das EPS Board of Governors setzt ständige Ausschüsse ein, um die Aktivitäten in verschiedenen operativen und strategischen Bereichen, wie internationalen Konferenzen, Veröffentlichungen und technologischen Netzwerken, zu koordinieren und zu überwachen. In diesem Zusammenhang ist Tanja Braun nun für die Weiterentwicklung von »Women in Engineering« verantwortlich. Die Wahl spiegelt ihr hohes Ansehen in der EPS Community wider.

Dominik Andrä gewinnt 3. Platz beim Fraunhofer Kommunikationspreis 2019

Jedes Jahr wird im Namen der Fraunhofer-Gesellschaft ein Kommunikationspreis für hervorragende PR-Arbeiten verliehen – als Ansporn, eigene Ideen zu entwickeln und umzusetzen. IZM-Student Dominik Andrä gewann mit dem Videoclip »Hinter den Kulissen am Fraunhofer IZM« auf Anhieb den 3. Platz. Das Projekt hatte er ohne Budget als Praktikant begonnen. Der Clip ist auf der IZM-Karriere-Seite zu sehen und wurde bereits über 2.000 Mal angeschaut. Er soll jungen Menschen einen ersten Einblick in die Arbeit des Instituts geben.

»Think Tank Award 2019« für das Leistungszentrum Digitale Vernetzung

Das Exponat des Leistungszentrums Digitale Vernetzung (LZDV) wurde bei den Think Tank Awards der Fraunhofer-Gesellschaft auf der Hannover Messe 2019 mit dem dritten Platz prämiert. Die Berliner Fraunhofer-Institute FOKUS, IZM, HHI und IPK zeigten mit ihrem gemeinsam entwickelten Ausstellungsstück und dem Slogan »Light up your Production«, wie die digitale Vernetzung mittels optischer Drahtlostechnik die hohen Anforderungen im industriellen Umfeld effizient bedienen kann. In einem produktionstechnischen Szenario wurde die »Optical Wireless Communication – OWC« als eine zukunftsfähige Alternative zu funkbasiertem WLAN vorgestellt. OWC nutzt Licht anstelle von Funk als drahtloses Medium und ist damit nicht anfällig für Funkstörungen. Sie gewährleistet hohe Übertragungsgeschwindigkeiten bei geringer Latenz.

1 Prof. Klaus-Dieter Lang bei der Verleihung des GMM-Award durch den GMM-Vorsitzenden Ronald Zengerle

2 Prof. Melanie-Jaeger-Erben, Gruppenleiterin am Fraunhofer IZM, wurde mit dem Forschungspreis »Transformative Wissenschaft« ausgezeichnet

3 Christoph Marczok ist der Gewinner des Young Engineer Awards der PCIM Europe 2019

BEST PAPER, EDITORIALS, DISSERTATIONEN

Best Paper

Best Paper of Track für Tina Thomas bei der IMAPS 2019

Für ihr Paper »Ferrites in Transfer Molded Power SiPs – Challenges in Packaging« wurde IZM-Forscherin Tina Thomas im Oktober 2019 mit dem Best Paper of Track auf dem IMAPS International Symposium on Microelectronics in Boston, USA, ausgezeichnet. Thomas ist Expertin für das Alterungsverhalten von Verkapselungsmaterialien und die Verkapselung von Elektronik mittels Transfer Molding. In dem preisgekrönten Paper präsentieren sie und ihre Co-Autoren Marius van Dijk, Marc Dreissigacker, Stefan Hoffmann, Hans Walter, Karl-Friedrich Becker und Martin Schneider-Ramelow neueste Erkenntnisse zur Verkapselung von Ferriten in Epoxid basierten Verkapselungsmaterialien.

Presentation Award für Dr. Robert Hahn auf der Material Science and Nanotechnology Conference

Für die »phänomenale und wertvolle« Präsentation seines Vortrags »Materials Process Engineering for Extremely Miniaturized Batteries«, wurde IZM-Wissenschaftler Dr. Robert Hahn auf der 2. International Conference on Material Science and Nanotechnology in London mit dem Presentation Award ausgezeichnet. Robert Hahn ist Spezialist für die Entwicklung und den Aufbau höchstminiaturisierter Batterien mit einer Kantenlänge von unter einem Millimeter.

Best Paper für David Schütze bei der EBL

Auf der »EBL 2020 – Elektronische Baugruppen und Leiterplatten« wurde David Schütze mit dem Best Paper Award geehrt. In ihrem Beitrag »Realisierung hochminiaturisierter robuster Funksensorknoten mittels Komponenteneinbettung in die Leiterplatte« beschreiben Schütze und seine Co-Autoren Karl-Friedrich Becker, Christian Tschoban, Christian Voigt, Thomas Löher, Stefan Kosmider, Andreas Ostmann, Lars Böttcher, Martin Schneider-Ramelow und Klaus-Dieter Lang die Entwicklung eines energieautarken, extrem kleinen und robusten Sensormoduls mithilfe der Leiterplatten-Embedding-Technologie.

Editorials

International Journal of Microelectronics and Electronic Packaging

Ndip, I. (Associate Editor)

MEMS Accelerometers (MDPI)

Ngo, Ha-Duong (Herausgeber)

PLUS Journal (Eugen G. Leuze Verlag)

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

Dissertationen

Benecke, Stephan

»Systemverhalten von Energy Harvestern in autonomen Sensoren unter Betrachtung der Wechselwirkung von Funktionalität und Umweltverträglichkeit«

Bicakci, Aylin

»Thermische Untersuchung von Schaltungsträgern für leistungselektronische Halbleitermodule mit organischem Isolator«

Hanß, Alexander Oliver

»Zuverlässigkeitsuntersuchungen von LED-Interconnects mit Hilfe der Transienten Thermischen Analyse«

Härter, Stefan

»Qualifizierung des Montageprozesses hochminiaturisierter elektronischer Bauelemente«

Heilmann, Jens

»Lebensdauermodellierung für gesinterte Silberschichten in der leistungselektronischen Aufbau- und Verbindungstechnik durch isotherme Biegeversuche als beschleunigte Ermüdungstests«

Hu, Xiaodong

»Influence of Bonding Temperature and Material on Anodic Bonding for Stress Sensitive MEMS«

VORLESUNGEN

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Dr. G. Engelmann

- Aufbau- und Verbindungstechnik/Heterogene Mikrosysteme

Prof. Dr. H.-D. Ngo

- Microsystems Engineering / Microsensors and Actuator Technologies

Dr. H. Walter

- Werkstoffe der Mikrosystemtechnik

Technische Universität Berlin

Dr. R. Hahn

- Miniaturisierte Energieversorgungssysteme/ Harvesting

Prof. Dr. M. Jaeger-Erben

- Soziologie des Ingenieur*innen-Berufs I und II
- Von der Wegwerfkultur zur Kreislaufgesellschaft (im Rahmen der Ringvorlesung »TU Berlin for Future«)

Dr. J. Jaeschke, Dr. O. Wittler

- Zuverlässigkeit von Mikrosystemen

Dr. J. Köszegi

- Design, Simulation and Reliability of Microsystems
- High-frequency Measurement Techniques in Microelectronic Packaging

Prof. Dr. K.-D. Lang

- Aufbau multifunktionaler Elektroniksysteme
- Aufbautechnologien für Mikroelektronik und -systemtechnik

Dr. Dr. I. Ndip

- EMV in elektronischen Systemen

Prof. Dr. H.-D. Ngo

- Herstellungstechnologien von Halbleitersensoren

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

- Umweltgerechtes Design elektronischer Systeme

Prof. Dr. M. Schneider-Ramelow

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

Dr. T. Tekin

- Antennen

Technische Universität Dresden

Jun.-Prof. Dr. I. Panchenko

- Materials for the 3D System Integration

Universität Aalborg

Prof. Dr. E. Hoene

- Design of Modern Power Semiconductors Components
- EMI/EMC in Power Electronics

KOOPERATIONEN MIT UNIVERSITÄTEN (AUSWAHL)

Eine Auswahl weiterer universitärer Forschungspartner
AGH University of Science and Technology, Polen
Binghampton University, USA
Imperial College London, Großbritannien
KU Leuven, Belgien
San Diego State University, USA
Technische Universität Delft, Niederlande
Technische Universität Eindhoven, Niederlande
Tohoku University, Japan
Universität Aalborg, Dänemark
Universität Cádiz, Spanien
Universität Tokio, Japan
Universität Twente, Niederlande
Universität Uppsala, Schweden
Universität Wien, Österreich
University College London, Großbritannien
University of New South Wales, Australien
University of Utah, USA
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Humboldt Universität zu Berlin
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Technische Universität Chemnitz
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. Seit 2011 leitet Professor Klaus-Dieter Lang nicht nur das Fraunhofer IZM, sondern zusätzlich dazu auch noch den Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik.

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.

Zusammenarbeit mit der BTU Cottbus-Senftenberg

Das Fraunhofer IZM intensiviert seine Zusammenarbeit mit der BTU durch Eröffnung einer Außenstelle für Hochfrequenz-Sensorsysteme in Cottbus. Die Forschungsaktivitäten im Rahmen des Innovationscampus (iCampus) Cottbus konzentrieren sich auf Entwurf, Testverfahren und Charakterisierung von integrierten Antennen, auf das Co-Design von Chip-Package-Antennen sowie Systemintegrationslösungen für die Realisierung von miniaturisierten Hochfrequenz-Sensorsystemen.

KOOPERATIONEN MIT DER INDUSTRIE (AUSWAHL)

AEMtec GmbH	Berlin
Ajinomoto Group	Tokio (J)
Amkor Technology, Inc.	Chandler, Arizona (USA)
AMO GmbH	St.Peter / Hart (A)
ams AG	Premstätten (A)
Apple Inc.	Cupertino, Austin (USA)
ASM Pacific Technology Ltd.	Singapur (SG)
AT&S AG	Leoben (A)
Atotech Deutschland GmbH	Berlin
AUDI AG	Ingolstadt
Baker Hughes INTEQ GmbH	Celle
BMW AG	München
BrewerScience	Rolla (USA)
Bundesdruckerei GmbH	Berlin
Cern	Meyrin (CH)
Continental AG	Regensburg
Daimler AG	Stuttgart
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY	Hamburg
DISCO Corporation	J
DResearch Digital Media Systems GmbH	Berlin
Ericsson	Stockholm (SE)
Evatec AG	Trübbach (CH)
Finisar Cooperation	D, USA
First Sensor AG Berlin	Berlin, Dresden
Fujifilm Electronic Materials	EU, USA
GEFRAN	Provaglio d'Iseo BS (IT)
GLOBALFOUNDRIES INC.	Dresden
Hitachi Chemical Company, Ltd.	Tokio (J)
Hitachi Metals Europe GmbH	Düsseldorf
Infineon Technologies AG	D
Intel Corporation	USA
Invensas	Santa Clara (USA)
Isola USA Corp.	Chandler (USA)
Jenoptik Power System	Jena

Johnson & Johnson	New Brunswick (USA)
Magneti Marelli	IT
MED-EL GmbH	Innsbruck (A)
Meltex Inc.	Tokio (J)
Merck KGaA	Darmstadt
Mitsubishi Electric Corporation	J
Mitsui Chemicals Tohcello, Inc.	Tokio (J)
Olympus Surgical Technologies Europe	Hamburg
Osram Opto Semiconductors GmbH	Regensburg, München
PANalytical B.V.	Almelo (NL)
POSIC S.A.,	Colombier (CH)
Robert Bosch GmbH	Reutlingen, Stuttgart
Schaeffler AG	Herzogenaurach
Semsysco GmbH	Salzburg (A)
Shin-Etsu Chemical	Tokio (J)
Siemens AG, Siemens Healthcare	D
Süss MicroTec SE	Garching, München
TDK-EPCOS AG	München
TRUMPF Laser GmbH	Berlin
Unimicron Technology Corporation	Taoyuan (TW)
Valeo	Creteil (FR)
Volkswagen AG	Wolfsburg
Würth Elektronik GmbH & Co. KG	Niedernhall, Rot a. S.
X-Fab	Erfurt
ZF Friedrichshafen GmbH	Friedrichshafen

MITGLIEDSCHAFTEN (AUSWAHL)

AMA Fachverband Sensorik, Wissenschaftsrat	H. Pötter	Member
Cluster Optik BB, Photonik für Kommunikation und Sensorik	Dr. H. Schröder	Spokesman
Deep Tech Award Berlin	Prof. K.-D. Lang	Award Committee
Deutsche Forschungsgemeinschaft	Prof. K.-D. Lang	Reviewer
Deutscher Verband für Schweißtechnik DVS	Prof. K.-D. Lang	Advisory Board
Deutscher Verband für Schweißtechnik DVS Arbeitsgruppe »Bonden«	Prof. M. Schneider-Ramelow	Chairman
ECPE Competence Centre	Prof. M. Schneider-Ramelow	Member
EURIPIDES Scientific Advisory Board	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
Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD)	Prof. K.-D. Lang	Steering Committee
Heterogeneous Integration Roadmap (HIR)	R. Aschenbrenner	Chair Technical Working Group SiP
IEEE Electronics Packaging Society Green Electronics Photonics – Communication, Sensing, Lighting IEEE CPMT German Chapter IEEE EPS TC Material & Processes	R. Aschenbrenner/Prof. K.-D. Lang Dr. N. F. Nissen Dr. T. Tekin R. Aschenbrenner Dr. T. Braun	Fellow Technical Chair Technical Co-Chair Chair Member
IMAPS International Microelectronics Assembly and Packaging Society IMAPS Europe/IMAPS Deutschland IMAPS Signal/Power Integrity Committee IMAPS Executive Council	Prof. M. Schneider-Ramelow Dr. Dr. I. Ndip Dr. Dr. I. Ndip	Past President/President Chair Director
IVAM Fachgruppe Wearables	E. Jung	Technical Chair
MikroSystemTechnik Kongress 2019	Prof. K.-D. Lang	General Chair 2019
OpTec Berlin Brandenburg e.V.	Prof. K.-D. Lang	Executive Board
Organic Electronics Saxony (OES)	K. Zoschke, Erik Jung	Representatives of Fraunhofer IZM
Photonics 21	Dr. R. Jordan	Board of Stakeholders
Photonics West Optical Interconnects Conference	Dr. H. Schröder	Chair
Semiconductor Manufacturing Technology Sematech	M. J. Wolf	Member
SEMI ESIPAT Group	Dr. T. Braun	Representative of Fraunhofer IZM
Silicon Saxony e.V.	M. J. Wolf	Member
SMTconnect	Prof. K.-D. Lang	Head of Programme Committee
Strategischer Arbeitskreis Silicon Germany	Prof. K.-D. Lang	Member
Wissenschaftlich-technischer Rat der Fraunhofer-Gesellschaft	Dr. N. F. Nissen	Representative of Fraunhofer IZM

PUBLIKATIONEN (AUSWAHL)

Arnold, P.; Tschoban, C.; Heuer, K.; Rochlitzer, R.; Thünen, T.; Lang, K.-D.

Multi Sensor Node for Long-term Wireless Measurement of Density, pH Value and Temperature in Silage for Bio Gas

Proceedings of ITG/GMA Symposium 2018, Nürnberg

Baeuscher, M.; Reinicke, O.; Henke, M.; Mackowiak, P.; Schiffer, M.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.; Ngo, H.-D.

Investigation of IDC Structures for Graphene Based Biosensors Using Low Frequency EIS Method

Proceedings of DeSE 2019, Kazan, Russland

Bickel, J.; Eberl, M.; Kaletta, K.; Ngo, H.-D.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.

Layer Analysis of Partial Atmospheric Pressure Sputtering for High Temperature Packaging Applications

Proceedings of MST-Kongress 2019, Berlin

Bickel, J.; Ngo, H.-D.; Schneider Ramelow, M.; Lang, K.-D.

Increasing the Productivity of the Novel Atmospheric Pressure Sputtering Technology for 3D Chip Interconnection

Proceedings of EMPC 2019, Pisa, Italien

Böttcher, L.; Kosmider, S.; Schein, F.; Kahle, R.; Ostmann, A.

High Density RDL Technologies for Panel Level Packaging of Embedded Dies

Proceedings of SMTA International 2019, Rosemont, IL, USA

Braun, T.; Becker, K.-F.; Hoelck, O.; Kahle, R.; Graap, P.; Wöhrmann, M.; Aschenbrenner, R.; Voges, S.; Dreissigacker, M.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.

Fan-out Wafer Level Packaging – A Platform for Advanced Sensor Packaging

Proceedings of ECTC 2019, Las Vegas, NV, USA

Braun, T.; Becker, K.-F.; Hoelck, O.; Voges, S.; Boettcher, L.; Töpfer, M.; Stobbe, L.; Aschenbrenner, R.; Voitel, M.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.

Panel Level Packaging – From Idea to Industrialization

Proceedings of ICSJ 2019, Kyoto, Japan

Brockmann, C.; Günther-Sorge, J.; Pötter, H.

Realisierung und Anwendung energieautarker miniaturisierter Funksensoren: Chancen durch IoT, 5G und Narrowband

Technisches Messen, 86(11), 2019, pp. 630-639

Bücheler, L.; Hillmer, I.; Reimer, V.; Jiang, Y.; Angelmahr, M.; Schade, W.; von Krshiwoblozki, M.; Pawlikowski, J.; Garbacz, K.; Stagun, L.; Fischer, M.; Guttowski, S.

Nicht-invasives Rehabilitationssystem für irreparable Nervenschädigungen im Handgelenksbereich

Proceedings of MST-Kongress 2019, Berlin

Clemm, C.; Emmerich, J.; Höller, V.; Schischke, K.; Nissen, N. F.; Lang, K.-D.

Benefits and Pitfalls of Better Lifetime Data – The Case of Batteries in Mobile Electronic Equipment

Proceedings of PLATE 2019, Berlin

Dils, C.; Werft, L.; Walter, H.; Zwanzig, M.; von Krshiwoblozki, M.; Schneider-Ramelow, M.

Investigation of the Mechanical and Electrical Properties of Elastic Textile / Polymer Composites for Stretchable Electronics at Quasi-Static or Cyclic Mechanical Loads

MDPI Materials, 12(3599), November 2019

Druschke, J.; Fath, S.; Stobbe, L.; Nissen, N. F.; Richter, N.; Lang, K.-D.

Ecological Cost-benefit Analysis of a Sensor-based Parking Prediction Service

Proceedings of Ecodesign 2019, Yokohama, Japan

PUBLIKATIONEN (AUSWAHL)

Fritzsch, T.; Tschoban, C.; Böttcher, M.; Phung, G. N.; Lang, K.-D.

Miniaturized 24 GHz Radar Positioning Transponder Module

Proceedings of Smart Systems Integration 2019, Barcelona, Spanien

Gao, G.; Mirkarimi, L.; Workman, T.; Fountain, G.; Theil, J.; Guevara, G.; Liu, P.; Lee, B.; Mrozek, P.; Huynh, M.; Rudolph, C.; Werner, T.; Hanisch, A.

Low Temperature Cu Interconnect with Chip to Wafer Hybrid Bonding

Proceedings of ECTC 2019, Las Vegas, NV, USA

Gernhardt, R.; Wöhrmann, M.; Müller, F.; Hauck, K.; Töpfer, M.; Lang, K.-D.; Hichri, H.; Arendt, M.

An Overview about the Excimer Laser Ablation of Different Polymers and Their Application for Wafer and Panel Level Packaging

Proceedings of IWLPC 2019, San Jose, CA, USA

Hahn, R.

Batteries for Novel Medical Applications Based on Wafer-level Processing

Proceedings of International Battery Seminar & Exhibit 2019, Fort Lauderdale, FL, USA

Hahn, R.; Ferch, M.; Kyeremateng, N. A.; Höppner, K.; Marquardt, K.; Lang, K.-D.

High-throughput Battery Materials Testing Based on Test Cell Arrays and Dispense / Jet Printed Electrodes

Springer Microsystem Technologies, Vol. 25(2019), S. 1137-1149

Hu, X.; Schiffer, M.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.

Numerical Investigation of Anodic Bonding for Stress Sensitive MEMS Devices

Proceedings of MST-Kongress 2019, Berlin

Kahle, R.; Schein, F.-L.; Ostmann, A.

Evaluation of Adaptive Processes for the Embedding of Bare Dies in IC Substrates

Proceedings of EMPC 2019, Pisa, Italien

Kaufhold, R.; Bäuscher, M.; Ngo, H.-D.; Mackowiak, P.; Wang, B.; Ehrmann, O.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.

An All-inkjet-printed Photosensor on Flexible Plastic Substrate for the Detection of Ultraviolet Radiation

Proceedings of Smart Systems Integration 2019, Barcelona, Spanien

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

Power Module Design for Utilizing of WBG Switching Performance

Proceedings of ETG-Kongress 2019 (VDE), Esslingen

Löher, T.; Seckel, M.; Haberland, J.; Marques, J.; von Krshiwoblozki, M.; Kallmayer, C.; Ostmann, A.

Conformable Electronics: Integration of Electronic Functions into Static and Dynamic Free Form Surfaces

Proceedings of IEEE CPMT Symposium Japan 2019, Kyoto, Japan

Mackowiak, P.; Erbacher, K.; Zoschke, K.; Al-Magazachi, S.; Baeuscher, M.; Schiffer, M.; Lang, K.-D.; Ngo, H.-D.

Ultra Thin Force and Acceleration Sensor Embedded in Flexible Thin Film Substrates Using Thin Chip Handling, Bonding and Carrier Release Technologies

Proceedings of DeSE 2019, Kazan, Russland

Mackowiak, P.; Wilke, M.; Wöhrmann, M.; Gernhardt, R.; Zoschke, K.; Lang, K.-D.; Scheider-Ramelow, M.; Ngo, H.-D.

Fabrication of High Voltage Capable TSV Using Backside Via Last Process and Laser Ablation of Dry Film BCB

Proceedings of EPTC 2019, Singapore, S. 83-86

Marczok, C.; Hoene, E.; Thomas, T.; Meyer, A.; Schmidt, K.

Low Inductive SiC Mold Module with Direct Cooling

Proceedings of PCIM Europe 2019, Nürnberg, S. 1-6

Müller, O.; Stube, B.; Schröder, B.

Effiziente Werkzeuge zur Adaption kritischer Teilschaltungen im Entwurfsprozess von hochkomplexen Schaltungen

Proceedings of MST-Kongress 2019, Berlin

Murugesan, K. S.; Voigt, T.; Tschoban, C.; Rossi, M.; Ndip, I.; Lang, K.-D.; Nädele, D.; Student, R.; Dengler, D.

Compact Wideband Wilkinson Power Divider in Thin-Film Glass Technology for 5G Applications

Proceedings of MST Kongress, Berlin

Nanbakhsh, K.; Kluba, M.; Pahl, B.; Bourgeois, F.; Dekker, R.; Serdijn, W.; Giagka, V.

Effect of Signals on the Encapsulation Performance of Parylene Coated Platinum Tracks for Active Medical Implants

Proceedings of EMBC 2019, Berlin

Ndip, I.; Le, T. H.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.

On the Impact of Reflector Elements of Yagi-Uda Bond Wire Antennas

Proceedings of EuMC 2019, Prag, Tschechien

Neumayr, D.; Bortis, D.; Kolar, J. W.; Hoffmann, S.; Hoene, E.

Origin and Quantification of Increased Core Loss in MnZn Ferrite Plates of a Multi-gap Inductor

CPSS Transactions on Power Electronics and Applications, 4(1), März 2019

Proske, M.; Jaeger-Erben, M.

Decreasing Obsolescence with Modular Smartphones? An Interdisciplinary Perspective on Lifecycles

Journal of Cleaner Production, Vol. 223(2019), S. 57-66

Proske, M.; Matthias F.

Obsolescence in LCA – Methodological Challenges and Solution Approaches

The International Journal of Life Cycle Assessment, November 2019

Raddo, T. R.; Cimoli, B.; Sirbu, B.; Rommel, S.; Tekin, T.; Tafur Monroy, I.

An End-to-end 5G Automotive Ecosystem for Autonomous Driving Vehicles

Proceedings of SPIE. Photonics West 2020, San Francisco, CA, USA

Rost, F.; Huber, S.; Walter, H.; Van Dijk, M.; Cramer, T.; Jaeschke, J.; Wittler, O.; Schneider-Ramelow, M.

Warpage Investigation of PCB Embedding Technology – Determination of Relevant Modelling Parameters by Means of FEM and Experiments

Proceedings of EuroSimE 2019, Hannover

Schein, F.-L.; Kahle, R.; Kunz, M.; Ostmann, A.

High Density Fan-out Panel Level Packaging of Multiple Dies Embedded in IC Substrates

Proceedings of EMPC 2019, Pisa, Italien

Schiffer, M.; Mackowiak, P.; Ngo, H.-D.; Ehrmann, O.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.

Mems Mass Flow Controller for Liquid Fuel Supply to HCCI-Driven Engine

Proceedings of Transducers 2019 – Eurosensors XXXIII, Berlin

Schischke, K.; Proske, M.; Nissen, N. F.; Schneider-Ramelow, M.

Impact of Modularity as a Circular Design Strategy on Materials Use for Smart Mobile Devices

MRS Energy & Sustainability: A Review Journal, Vol. 6(E16), 2019, S. 1-16

PUBLIKATIONEN (AUSWAHL)

Sirbu, B.; Eichhammer, Y.; Oppermann, H.; Tekin, T.; Kraft, J.; Sidorov, V.; Yin, X.; Bauwelinck, J.; Neumeyr, C.; Soares, S.
3D Silicon Photonics Interposer for Tb/s Optical Interconnects in Data Centers with Double-side Assembled Active Components and Integrated Optical and Electrical Through Silicon Via on SOI

Proceedings of ECTC 2019, Las Vegas, NV, USA

Sirbu, B.; Hasharoni, K.; Sidorov, V.; Seifried, M.; Baumgartners, Y.; Terzenidis, N.; Brimont, A.; Lawniczuk, K.; Papatryfonos, K.; Eichhammer, Y.; Oppermann, H.; Maman, A.; Kraft, J.; Horst, F.; Offrein, B. J.; Mourgas-Alexandris, G.; Moralis-Pegios, M.; Manolis, T.; Vyrsoinos, K.; Pleros, N.; Zanzi, A.; Sanchis, P.; Broeke, R. G.; Selviah, D. R.; Tang, M.; Seeds, A. J.; Liu, H.; Tekin, T.

Co-package Technology Platform for Low Power and Low Cost Data Centers

Proceedings of IMAPS 2019, Boston, MA, USA

Sirbu, B.; Tekin, T.; Weeber, J.-C.; Dereux, A.; Markey, L.
Unidirectional Data Center Interconnects Enabled by the Use of Broken-symmetry Gap Plasmon Resonators (BS-GPR)

Proceedings of SPIE. Photonics West 2019, San Francisco, CA, USA

Sültrop, C.; Lang, T.; Rohlf, F.; Helfrich, J.; Nogueira, P. B. A.; Weber, H.; Prüfer, U.; Bergmann, D.; Gebert, J.

Intelligente Netzknoten als Baustein für fehlertolerante Energiebordnetze in automatisierten Fahrzeugen

Proceedings of EEHE 2019, Bad Nauheim

Thomas, T.; van Dijk, M.; Dreissigacker, M.; Hoffmann, S.; Walter, H.; Becker, K.-F.; Schneider-Ramelow, M.

Ferrites in Transfer Molded Power SiPs – Challenges in Packaging

Proceedings of IMAPS 2019, Boston, MA, USA

Tschoban, C.; Rossi, M.; Reyes, J.; Ndip, I.; Lang, K.-D.
Development of a Glass Technology Based 79 GHz MIMO Radar Front-end Module for Autonomous Driving

Proceedings of EPTC 2019, Singapore

Urso, A.; Giagka, V.; van Dongen, M.; Serdijn, W. A.
An Ultra-high-frequency 8-Channel Neurostimulator Circuit with 68 % Peak Power Efficiency

IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems, 13(5), Oktober 2019, S. 882 – 892

Vagionas, C.; Ruggeri, E.; Kalfas, G.; Sirbu, B.; Leiba, Y.; Kanta, K.; Giannoulis, G.; Caillaud, C.; Cerulo, G.; Mallecot, F.; Raddo, T. R.; Mesodiakakia, A.; Gatzianas, M.; Apostolopoulos, D.; Avramopoulos, H.; Tafur-Monroy, I.; Tekin, T.; Miliou, A.; Pleros, N.

An End-to-end 5G Fiber Wireless A-RoF/IFoF Link Based on a 60GHz Beamsteering Antenna and an InP EML

Proceedings of SPIE. Photonics West 2020, San Francisco, CA, USA

Voges, S.; Becker, K.-F.; Schütze, D.; Schröder, B.; Fruehauf, P.; Heimann, M.; Nerreter, S.; Blank, R.; Gottwald, S.; Hofmeister, A.; Schmied, M.; Kreitmair, M.; Fust, R.; Neifer, W.; Braun, T.
Highly Miniaturized Integrated Sensor Nodes for Industry 4.0

Proceedings of IMAPS 2019, Boston, MA, USA

Wagner, S.; Wuest, F.; Trampert, S.; Sehr, F.; Middendorf, A.; Wittler, O.

Condition Monitoring for Failure Monitoring of Power Electronic Assemblies

Proceedings of ELIV 2019, Bonn

Weber, C.; Hutter, M.; Schneider-Ramelow, M.
Silbergesinterte Flip-Chip-Kontaktierungen zur Realisierung von hochtemperaturfähigen Sensorsystemen

Proceedings of MST-Kongress 2019, Berlin

Weichart J.; Erhart, A.; Viehweger, K.

Preconditioning Technologies for Sputtered Seed Layers in FOPLP

Proceedings of ECTC 2019, Las Vegas, NV, USA

Wittler, O.

Challenges of Voltage Driven Failure Mechanisms in Power Electronics Packages Proceedings of International Conference

Automotive 48V Power Supply Systems 2019, Berlin

Wittler, O.; van Dijk, M.; Grams, A.; Huber, S.; Rost, F.; Walter, H.; Lang, K.-D.

Verwölbung in der Systemintegration – Status und zukünftige Herausforderungen

Proceedings of MST-Kongress 2019, Berlin, S. 374-277

Wöhrmann, M.; Ndip, I.

Fundamentals of RF Design and Fabrication Processes of Fan-out wafer/Panel Level Packages and Interposers

Proceedings of ECTC 2019, Las Vegas, NV, USA, Professional Development Course

Wöhrmann, M.; Toepper, M.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.

Entwicklung eines neuartigen, quantitativen Adhäsionsmessverfahren für Dünnschichten in der Mikroelektronik

Proceedings of MST-Kongress 2019, Berlin

Wolf, M. J.

Heterogeneous Integration – Requirements and Enabling Technologies

Proceedings of CISES 2019, Shanghai, China

Wüst, F.; Trampert, S.; Sehr, F.; Lang, K.-D.

Integrated Condition Monitoring by Measuring the Delay of Gate Turn-off

Proceedings of EMPC 2019, Pisa, Italien

Zanzi, A.; Vagionas, C.; Griol, A.; Rosa, A.; Lechago, S.; Moralis-Pegios, M.; Vyrsoinos, K.; Pleros, N.; Kraft, J.; Sidorov, V.; Sirbu, B.; Tekin, T.; Sanchis, P.; Brimont, A.
Alignment Tolerant, Low Voltage, 0.23 Vcm, Push-pull Silicon Photonic Switches Based on a Vertical pn Junction

Optics Express, 27(22), 2019, S. 32409-32426

Zoschke, K.; Mackowiak, P.; Ngo, H.-D.; Tschoban, C.; Fritsche, C.; Ndip, I.; Kröhnert, K.; Lang, K.-D.

High Density Flex and Thin Chip Embedding Technology for Polymeric Interposer and Sensor Packaging Applications

Proceedings of IWLPC 2019, San Jose, CA, USA

Zoschke, K.; Mackowiak, P.; Ngo, H.-D.; Tschoban, C.; Fritsche, C.; Kröhnert, K.; Fischer, T.; Ndip, I.

High-Density Flexible Substrate Technology with Thin Chip Embedding and Partial Carrier Release Option for IoT and Sensor Applications

Proceedings of ECTC 2019, Las Vegas, NV, USA

PATENTE & ERFINDUNGEN

Braun, Tanja; Becker, Karl-Friedrich; Kahle, Ruben; Töpfer, Michael

Verfahren zum Herstellen eines elektronischen Bauelements und elektronisches Bauelement

US 2017/0098611 A1

Dietrich, Lothar; Brink, Morten; Oppermann, Hermann

Formulierung und Verfahren zur Herstellung von Legierungsdepots aus Silber und Gold

DE 10 2019 202 899 B3

Guttowski, Stephan; Zurwehn, Volker; Hefer, Jan;

Wussow, Kai

Überwachungssystem für eine Vielzahl von Objekten

DE 10 2011 109 516 A1

Hahn, Robert

Brennstoffzellenanordnung

DE 10 2007 005 232 A1

Jung, Erik; Kallmayer, Christine; Alves Marques, Joao

Verfahren zur Übertragung von elektronischen Schaltkreisen auf Oberflächen

DE 10 2018 205 265 B3

Löher, Thomas; Ostmann, Andreas; Seckel, Manuel

Verfahren zur Erzeugung eines elektronischen Systems, Verfahren zur Erzeugung einer Freiformfläche mit einem solchen System, sowie elektronisches System und Freiformflächen mit einem solchen System

EP 2 449 865 B1

Ndip, Ivan

Antennenvorrichtung mit Bonddrähten

US 10,490,524

Ndip, Ivan; Braun, Tanja

Waver Level Package mit integrierter oder eingebetteter Antenne

US 10,461,399

Ndip, Ivan; Braun, Tanja

Wafer Level Package mit zumindest einem integrierten Antennenelement

EP 3 346 494 A1

Oppermann, Hermann; Dietrich, Lothar; Engelmann, Gunter;

Wolf, Jürgen

Verfahren zum Herstellen einer nanoporösen Schicht

DE 10 2007 055 019 A1

KURATORIUM



VORSITZENDER

Dr. Franz Richter

Süss MicroTec AG, Garching bei München

MITGLIEDER

Paradiso Coskina

VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin

Gabi Grützner

Micro resist technology GmbH, Berlin

Martin Hierholzer

Infineon Technologies Bipolar GmbH & Co. KG, Warstein

Dr. Stefan Hofschien

Bundesdruckerei GmbH, Berlin

Ministerialrat Bernd Lietzau

Der Regierende Bürgermeister von Berlin, Senatskanzlei Wissenschaft und Forschung

Johannes Stahr

AT&S AG, Leoben (A)

Prof. Dr. Christian Thomsen

Technische Universität Berlin

Prof. Dr. Bernd Tillack

IHP GmbH, Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik, Frankfurt (Oder)

Dr. Markus Ulm

Bosch Sensortec GmbH, Reutlingen

Dr. Thomas Wille

NXP Semiconductors Germany GmbH, Hamburg

Ministerialrat Christoph Zimmer-Conrad

Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Referat Technologiepolitik und Technologieförderung, Dresden

Dr. Tina Züchner

Bundesministerium für Bildung und Forschung, Referat Elektronik und autonomes Fahren, Bonn

GÄSTE

Ministerialrätin Dr. Annerose Beck

Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst, Dresden

Christian Wiebus

NXP Semiconductors Germany GmbH, Hamburg

FRAUNHOFER IZM KONTAKT

// FACTS & FIGURES

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ZUVERLÄSSIGKEIT UND MIKROINTEGRATION IZM

Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin
Telefon +49 30 46403-100
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



Stellvertretender Institutsleiter

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



Leitungsassistenz

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



Leitung Administration

Dipl.-Wi.-Ing. (FH) Jürgen Rahn
Telefon +49 30 46403-105
juergen.rahn@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: Dr.-Ing. Michael Schiffer
Telefon +49 30 46403-234
michael.schiffer@izm.fraunhofer.de



Leitung: Dipl.-Ing. M. Jürgen Wolf
Telefon +49 30 46403-606
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: Dr.-Ing. Andreas Ostmann
Telefon +49 30 46403-187
andreas.ostmann@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. Dr.-Ing. habil. 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: Dr.-Ing. Michael Schiffer
Telefon +49 30 46403-234
michael.schiffer@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

INSTITUTSTEIL COTTBUS

Außenstelle Hochfrequenz-Sensorsysteme

Karl-Marx-Straße 69, 03044 Cottbus



Leitung: Dr.-Ing. Dr.-Ing. habil. Ivan Ndip
Telefon +49 30 46403-679
ivan.ndip@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 2020

Fotografie:

Fraunhofer IIS/EAS (21), BTU Cottbus-Senftenberg (29), Henning Schacht (34)

Sämtliche anderen Bildrechte Fraunhofer IZM oder Fraunhofer IZM zusammen mit:
Janine Escher (5, 25); Tim Hosman (17); Volker Mai (Titel, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16,
17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 33); MIKA Berlin (10, 11, 34, 35, 46, 47); Erik Müller (8, 48)

Titel:

Kombiniertes Kamera-Radarmodul für die nächste Generation des autonomen Fahrens