

Jahresbericht 2024 / 2025

Crossing Frontiers in Microelectronics



**Das Fraunhofer IZM
bringt Chiplet-
Technologien aus
der Forschung in
die Anwendung –
mit industrienaher
Entwicklung ent-
lang der gesamten
Prozesskette.«**

Prof. Dr. Ulrike Ganesh
Institutsleiterin des Fraunhofer IZM

Inhalt

Vorwort	4
Fraunhofer IZM	
Kernkompetenzen	6
Abteilung System Integration & Interconnection Technologies	8
Abteilung Wafer Level System Integration	9
Abteilung Environmental & Reliability Engineering	10
Abteilung RF & Smart Sensor Systems	11
Highlight: Neue Packaging- und Design-Lösungen für energieeffiziente HPC- und KI-System	12
Highlight: 15 Jahre Fraunhofer IZM-ASSID	14
Highlight: Chiplet-Innovationen für Europa	16
Fraunhofer – ein starkes Netzwerk	18
Geschäftsfelder und Branchen	20
Ausstattung und Leistungen	32
Events & Nachwuchsförderung	34
Facts & Figures	44
Das Fraunhofer IZM in Zahlen und Fakten	44
Auszeichnungen	46
Dissertationen, Editorials	50
Vorlesungen	51
Kooperationen mit Universitäten	52
Kooperationen mit der Industrie	53
Mitgliedschaften	54
Publikationen	55
Patente & Erfindungen	60
Kuratorium	61
Kontakt	62
Impressum	64



Vorwort

Liebe Freundinnen und Freunde, liebe Interessierte des Fraunhofer IZM,

wir blicken auf ein aufregendes Jahr voller Innovation, kreativer Durchbrüche und struktureller Veränderungen zurück. Die Zusammenarbeit bleibt weiterhin eine tragende Säule unserer Forschungsarbeit. Vielfältige, enge Kooperationen mit Partnerinnen und Partnern aus der Industrie, den Universitäten und anderen Forschungsinstituten sind eine wichtige Grundlage der innovativen Forschungsarbeit am Fraunhofer IZM und wir sind stolz, dass die Zusammenarbeit mit den Universitäten im vergangenen Jahr weiter gestärkt werden konnte: Neben der langjährigen Kooperation mit dem Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik an der TU Berlin sind hier auch die Kooperationen mit der TU Dresden, der BTU Cottbus-Senftenberg und der TU Delft hervorzuheben.

Am Fraunhofer IZM wird die strategische Ausrichtung und Innovationskraft seit August 2024 in einer Doppelspitze gestaltet. Mit Ulrike Ganesh ist seither die Professur für das Fachgebiet »Design and Hetero-integration of Micro-electronic Systems« an der TU Berlin neu besetzt. Gleichzeitig bereichert die renommierte Expertin auf dem Gebiet der Charakterisierung und Fehleranalyse von hochentwickelten Halbleitertechnologien gemeinsam mit Martin Schneider-Ramelow die Strategiebildung des Fraunhofer IZM als Institutsleitung.

Das Jahr 2024 in Zahlen: Die Anzahl der Mitarbeitenden ist inzwischen auf ca. 460 gewachsen. Zudem haben wir den Wirtschaftsertrag auf über 18 Millionen Euro gesteigert. Auch der Betriebshaushalt hat sich auf 45 Millionen Euro erhöht.

Im vergangenen Jahr trat ein wichtiger Baustein des EU Chips Acts in Kraft – die Pilotlinie für »Advanced Packaging and Heterogeneous Integration for Electronic Components and Systems« (kurz APECS). Das Fraunhofer IZM beteiligt sich im Rahmen der APECS-Pilotlinie aktiv an Europas Plan zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit im Halbleiterbereich. Durch eine klare Positionierung und den One-Stop-Shop-Ansatz wird die Wettbewerbsfähigkeit des europäischen Standorts nachhaltig gestärkt. Umfassende Mittel von der EU, dem BMBF und den Bundesländern Berlin und Sachsen ermöglichen modernste Ausrüstungen für wafer- und substratbasierte Höchstintegration und bieten dem Fraunhofer IZM damit zukünftig hervorragende Entwicklungsmöglichkeiten.

Die Nachfrage nach zuverlässiger, leistungsstarker und langlebiger Mikroelektronik ist nach wie vor sehr hoch, und das Fraunhofer IZM entwickelt seine Packaging-Themen kontinuierlich weiter. Dazu gehören Technologien wie Chiplets, HF-Packaging für 5G- und 6G-Anwendungen, High-Performance Computing sowie das kryogene Packaging für das Quantencomputing. Auch die Bioelektronik mit aktiven Implantaten stellt derzeit einen bedeutsamen Innovationsmotor dar.

Zusätzlich gewinnen Umweltthemen wie Ökobilanz, Öko-design und Eco-Reliability in der Elektronik zunehmend an Relevanz. Die Bedeutung von Produktbewertungen im Kontext des Carbon Footprints wird durch die ambitionierten Klimaziele vieler Unternehmen verstärkt.

Im Projekt »Green ICT@FMD« erreichte das Fraunhofer IZM gemeinsam mit Partnerinnen und Partnern knapp 200 Teilnehmende vor Ort und 800 Zuschauende online im Rahmen der zweiten »Green ICT Connect« in Berlin – und war somit ein voller Erfolg.

Weitere Höhepunkte des vergangenen Jahres:

- Im Großprojekt »QSolid« konnte das über 160-köpfige Konsortium im November letzten Jahres den ersten Prototypen für einen deutschen Quantencomputer mit optimierter Qubit-Qualität in Betrieb nehmen. Hervorzuheben ist hier die Entwicklung eines Silizium-Flex-Interposers am Fraunhofer IZM-ASSID, der optimal für den Einsatz bei tiefen Temperaturen geeignet ist und eine Weiterentwicklung für die damit verbundene Herstellungstechnik bedeutet.
- Im europaweiten Projekt »Moore4Medical« konnte ein ultraschallbetriebenes Neuromodulationsimplantat zur neuronalen Aktivierung und Hemmung entwickelt werden. Das Fraunhofer IZM leistete hierbei einen maßgeblichen Beitrag zur Integration, Montage und Verkapselung des ultraschallbetriebenen Neurostimulators und der Ultraschallstimulationsmanschette.

- Gemeinsam mit Industriepartnern entwickelte das Fraunhofer IZM im Projekt »Dauerpower« einen leistungsstarken Automobil-Wechselrichter. Der besondere Clou: Bei Design, Herstellung und Testung kamen führende Technologien wie PCB-Embedding, PML-Kondensatoren und Metall-3D-Druck zum Einsatz.

Auch an unserem Dresdner Standort, dem Fraunhofer IZM-ASSID, können wir stolz auf die Erweiterung des »Center for Advanced CMOS and Heterointegration Saxony« (kurz: CEASAX) im letzten Jahr zurückblicken. In enger Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IPMS bietet die Erweiterung eine große Chance zur Weiterentwicklung der 300-mm-Wafer-Technologien.

Ein besonderes Highlight: Im November 2024 gewann das talentierte Team rund um Dr. Hermann Oppermann und ams-OSRAM mit der Entwicklung einer wegweisenden LED-Matrix-Technologie den Deutschen Zukunftspreis des Bundespräsidenten. Zu dieser herausragenden Leistung gratulieren wir herzlich dem ganzen Team – und insbesondere Dr. Hermann Oppermann.

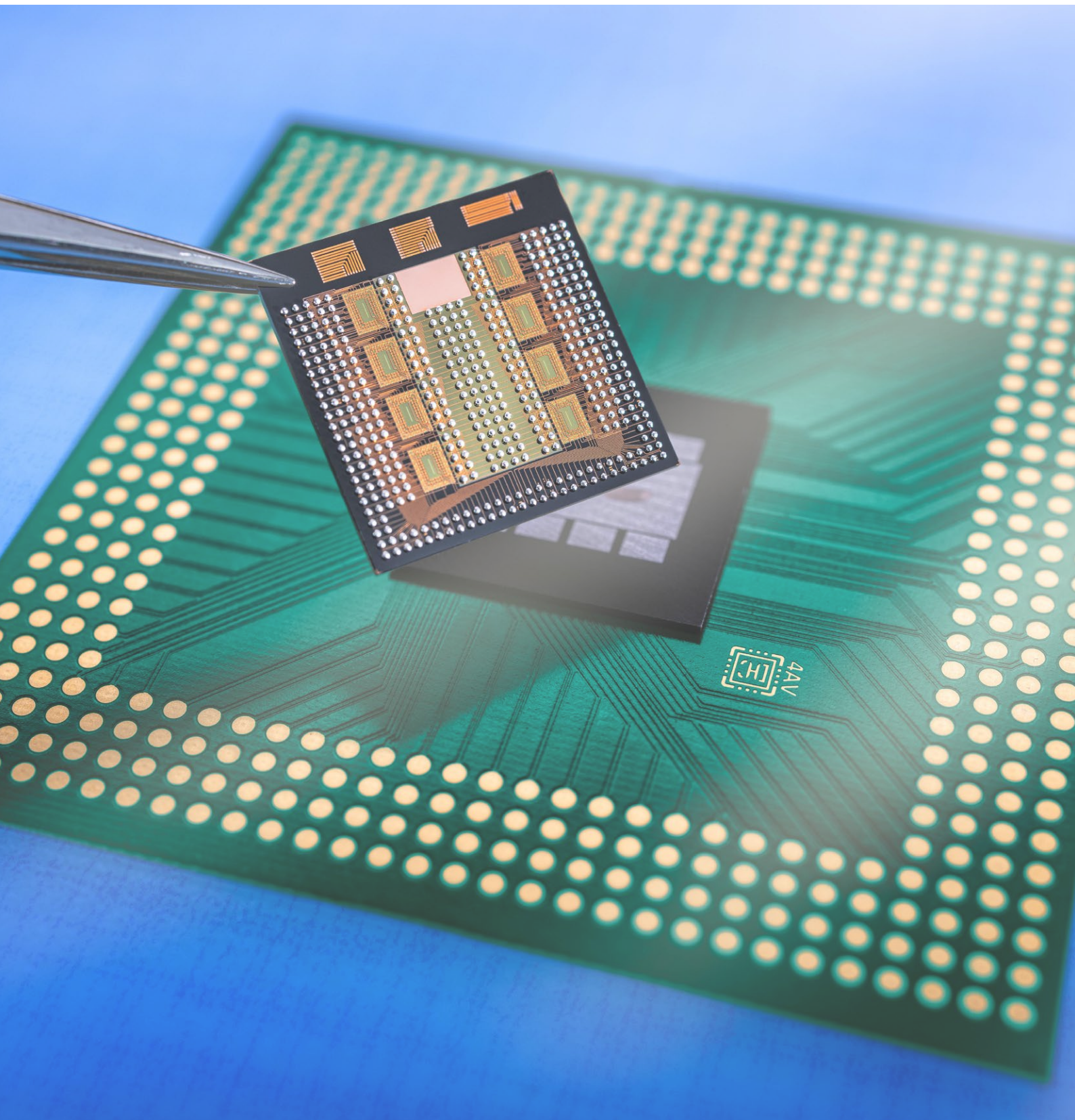
Dieses großartige Ergebnis ist in erster Linie den hochmotivierten Mitarbeitenden des Fraunhofer IZM zu verdanken, denen wir an dieser Stelle unseren besonderen Dank aussprechen möchten. Ohne eure Arbeit und euer unermüdliches Streben nach Innovation wäre dieser Erfolg nicht möglich gewesen.

Ein besonderer Dank gilt zudem unseren Partnerinnen und Partnern aus Industrie und Forschung sowie den Fördernden aus der Politik – sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene – und den Projektträgern, die uns tatkräftig unterstützen.

Dies sind nur einige der Höhepunkte. Nun wünschen wir viel Vergnügen beim Lesen des Jahresberichts und blicken trotz aller Krisen und Herausforderungen optimistisch in die Zukunft!

Herzliche Grüße

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Ganesh und
Prof. Dr.-Ing. Martin Schneider-Ramelow



Neu entwickelte photonisch integrierte Schaltungen (PICs) werden im Projekt »PUNCH« so in einem elektrischen System integriert, dass Netzwerkübertragungen künftig ohne Verluste und Verzögerungen auskommen

Kernkompetenzen

High-End Performance Packaging 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 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 460 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 hin zur disruptiven High-End-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.

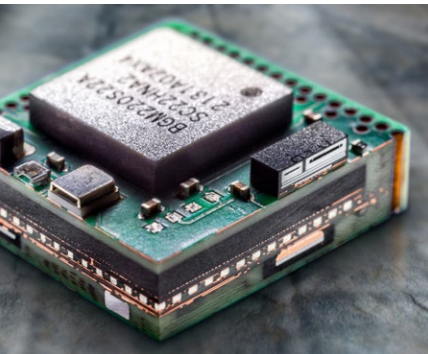
Heterogene Integration

Hochleistungssysteme zu geringeren Kosten – das versprechen heterogene Integrationslösungen und Technologien wie Chiplet-Architekturen. Das Fraunhofer IZM versteht sich als Bindeglied zwischen den Hersteller*innen der Materialien, Maschinen und Komponenten sowie den Spezialist*innen der Aufbau- und Verbindungstechnik. Bei den Vorbereitungen für den Europäischen Chips Act (EuCA) ist das Institut als Partner für die Integrationsinnovationen engagiert.

Trendthemen treiben

Chiplet Assembly, Hybrid Bonding, Silizium-Interposer Technologien, Fan-Out Wafer Level Packaging, Kryo-Packaging, die Integration von Speichern mit hoher Bandbreite (HBMs), HF-Charakterisierung und das Packaging für 5G/6G-Anwendungen sind nur einige Technologien und Beispiele dieses Leistungskatalogs, um den Trendthemen der Zukunft gerecht zu werden.

System Integration & Interconnection Technologies



*Hochminiaturisiertes
Edge-IOT-Modul*

Das Leistungsspektrum der Abteilung Systemintegration und Verbindungstechnologien (SIIT) mit ihren rund 170 Mitarbeiter*innen reicht von der Beratung über Prozessentwicklungen bis hin zu technologischen Systemlösungen. Dabei stehen die Entwicklung von Prozessen und Materialien für Verbindungstechniken auf Board-, Modul- und Package-Ebene sowie die Integration elektrischer, optischer und leistungselektronischer Komponenten und Systeme im Vordergrund.

Wir unterstützen Unternehmen bei ihrer anwendungsorientierten vorwettbewerblichen Forschung und bei Prototypenentwicklung und Kleinserienfertigung. Unser Angebot beinhaltet Anwendungsberatung, Technologietransfer und praxisorientierte Weiterbildungen für Mitarbeiter*innen.

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

- SMD, CSP, BGA, POP und Bare-Die-Präzisionsbestückung
- Flip-Chip-Techniken (Löten, Sintern, Kleben, Thermokompression- und Thermosonic-Bonden)
- Die-Attach (Löten, Sintern und Kleben)
- Draht- und Bändchen-Bonden (Ball/Wedge, Wedge/Wedge, Dickdraht und Bändchen)
- Flip-Chip-Underfilling und COB-Glob-Topping
- Transfer- und Compression Molding
- Einbetten von Chips und Komponenten
- Leistungselektronik: elektrischer/elektromagnetischer/thermischer/thermomechanischer Entwurf, Bauteilauswahl, Prototypenfertigung
- Dünnglas- und Silizium-Photonik-Packaging
- Faserkopplung und optische Verbindung zu planaren Wellenleitern, Faserlinsen und Laserfügen

Ein Fokus liegt auf den Herausforderungen der Opto- und Leistungselektronik, den Anforderungen von Hochtemperatur- und Hochfrequenzanwendungen sowie der Nutzbarmachung von Höchstintegrationstechnologien für Anwendungen z. B. in der Medizintechnik. Wir arbeiten in hochmodernen Reinraum-, Technologie- und Zuverlässigkeitslabors.

- Prozesslinie zur Substrat- und Panelfertigung bis 610 x 456 mm²
- Laser-Direct-Imaging-System (bis 4 µm L/S) für großflächige Lithografieprozesse
- Präzisions-Montagelinie zur vollautomatischen SMD, CoB, FC und großflächigen Chipbestückung für Embeddingprozesse
- Ausrüstung für Selektiv-, Plasma-, Dampfphasen- und Konvektionslöten
- Wafer- und Panel-Level-Verkapselung
- Transfer Molding für SiPs und großvolumige Leistungselektronik-Packages
- Integration von Elektronik in Textilien
- Entwicklung von Glassubstraten: Laserstrukturierung, Ätzen und Glätten, Metallisierung, integrierte optische Wellenleiter, Mikrolinsen, Gitter, Resonatoren
- Fügetechnik: Design, optische Faserkopplung, Faserlinsen, automatisches optisches Mikroassembly
- Labor für elektrische Charakterisierung und Inbetriebnahme von Leistungselektronik
- Entwurfswerkzeuge für Leistungselektronik: elektrisch, elektromagnetisch, konstruktiv, thermisch, mechanisch
- SSXPS, Röntgen CT, US-Mikroskopie, FIB, REM
- Fein-Topographieanalyse von Oberflächen mittels taktiler, konfokal scannender und optischer Large-Area-Verfahren sowie Package-Verwölbung
- Materialanalyse: DSC, TMA, DMA, TGA, Rheometer, Dielektrische Analyse, Sorptionsanalyse
- Zuverlässigkeitstest wie APC, TCT, HT, HAST, Drop, Vibration...

Kontakt

Dr.-Ing. Tanja Braun
tanja.braun@
izm.fraunhofer.de

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

Wafer Level System Integration

Die Abteilung »Wafer Level System Integration« (WLSI) konzentriert ihre Forschungsaktivitäten auf die Entwicklung von Advanced Packaging- und Systemintegrationstechnologien auf Waferebene und bietet so kundenspezifische Lösungen für mikroelektronische Produkte. Rund 80 Wissenschaftler*innen am Standort des Fraunhofer IZM in Berlin und am Institutsteil »ASSID – All Silicon System Integration Dresden« (mit 2.000 m² Reinraum) forschen in den Bereichen:

- 3D-Integration inkl. Cu-TSV und Wafer Stacking
- Prozessierung und Integrationstechnologien für dünne Wafer
- Heterogene Integration
- Wafer Level Packaging, Fine-Pitch Bumping und Interconnect-Technologien
- Hermetisches MEMS- und Sensor-Packaging
- High-Density Flip-Chip Assembly
- Sensorentwicklung und -integration
- Hybrid Photonic Integration
- Photonic & Plasmonic System Development

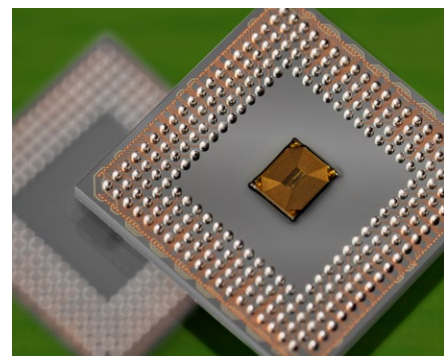
Die Abteilung hat an beiden Standorten Leading-Edge-Prozesslinien zu bieten, die eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Prozessierung von 200–300 mm Wafern erlauben, sich durch eine hohe Anpassungsfähigkeit und Kompatibilität der Einzelprozesse auszeichnen und insbesondere auf eine fertigungsnahe und 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 im Mikroelektronikbereich.

Die technologische Expertise liegt in den Bereichen:

- Heterogene Wafer Level Systemintegration
- 3D Wafer Level System-in-Package (WL-SiP, CSP, WSI)
- Applikationsspezifische Cu-TSV-Integration: Via Middle, Via Last, Backside TSV
- Cu-TSV-Interposer mit Mehrlagen-RDL und Mikrokavitäten
- Glas-Interposer mit TGV und Mehrlagen-RDL
- High-Density Interconnect Formation: Mikro-/Nano-Interconnects und Pillar-Bumps mit Lötkappen (Cu, SnAg, CuSn, Au, AuSn, In, InSn, nano-porous Au)
- Pre-Assembly (Dünnen, Handling dünner Wafer, Laser Grooving, Laser Dicing, Laser Debonding, Blade Dicing)
- 3D Assembly (D2D, D2W, W2W)
- 3D Wafer Level Stacking
- Waferbonden, Direct Bond Interconnect (DBI) – W2W (12"), Kleben, Löten
- Mikrosensorentwicklung und -integration
- MEMS Packaging (hermetisch)
- Simulation und Charakterisierung von photonischen und plasmonischen Komponenten und Systemen
- Photonische Systemintegration (inkl. Wellenleiter und Selbstjustage)

Das Serviceangebot für Industriekunden umfasst Prozessentwicklung, Materialevaluierung und -qualifizierung, Prototyping, qualifiziertes Low- und Middle-Volume Manufacturing sowie Prozesstransfer. Die neu entwickelten Technologien werden an die Anforderungen des Kunden angepasst.



Eingebetteter Mikro-RFID-Tag in der Umverdrahtung eines Chips zur Komponentenidentifikation und Sicherstellung vertrauenswürdiger Lieferketten

Kontakt

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

Dr.-Ing. Manuela Junghänel
manuela.junghaehnel@
assid.izm.fraunhofer.de

Environmental & Reliability Engineering



Einheitliche Ladeanschlüsse und modularer Geräteaufbau fördern die Circular Economy

Die Vereinbarkeit von Umwelt und Mikroelektronik hat mittlerweile in der Industrie einen hohen Stellenwert. Das Fraunhofer IZM ist Vorreiter in diesem Forschungsgebiet – die Abteilung »Environmental and Reliability Engineering« unterstützt seit über 20 Jahren Produktentwicklungen und die Vorentwicklung langlebiger und grüner neuer Technologien. Mit der einzigartigen Kombination von Umwelt- und Zuverlässigkeitsuntersuchungen deckt die Abteilung folgende Bereiche ab:

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

Mit einem interdisziplinären Team entwickeln wir Verfahren und Modelle und begleiten unsere Partner bei der Integration umwelt- und zuverlässigkeitsrelevanter Kriterien in den Design- und Entwicklungsprozess. So können wir bei der Einführung neuer Technologien, Materialien, Prozesse, Komponenten und Anwendungen frühzeitig Schwachpunkte und Potenziale identifizieren und geeignete Lösungen aufzeigen.

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

Die Anfragen der Industrie, sei es zu Designkonzepten für konkrete Produkte oder zu Umweltverbesserungen von Basistechnologien, steigen derzeit deutlich an. Wir unterstützen auch Zulieferer und kleinere Unternehmen bei der Erarbeitung individueller Klimaschutz- und Ressourceneffizienzziele.

Auch die Langlebigkeit, Demontagefähigkeit und Reparierbarkeit werden zunehmend durch Gesetzgebung, durch Kundenforderungen, die Weiterentwicklung der Standards und als Zuliefererauflage eingefordert. Die applikationsspezifische Zuverlässigkeitsabsicherung spielt hier eine wichtige Rolle, um lange Lebensdauern der ressourcenintensivsten Elektronikmodule sicherzustellen.

Im Bereich der Zuverlässigkeitsabsicherung auf Technologieebene werden die Untersuchungsmethoden und Simulationsmodelle permanent weiterentwickelt. Alle wesentlichen Versagensmechanismen und Belastungen von elektronischen Baugruppen werden je nach Anwendung untersucht, dazu gehören mechanische Vibration, Temperatur, Feuchte, Temperaturwechsel sowie Strom- und Spannungsbelastungen. Besonders prägnante Schwerpunkte sind derzeit Warpage und Korrosion. Auf der Basis individuell angepasster Tests und Simulationsmodelle werden die Technologieparameter (Materialauswahl, Geometrien, Prozessführung) optimiert, um die Zuverlässigkeitsanforderungen in der Fertigungskette und in der Applikation zu erfüllen.

Kontakt

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

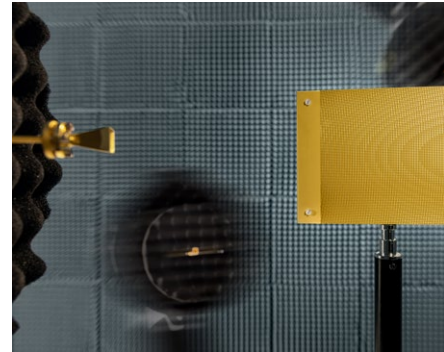
RF & Smart Sensor Systems

Die Abteilung »RF & Smart Sensor Systems« befasst sich mit der Erforschung, Entwicklung und industriellen Anwendung von drahtlosen Sensor- und Kommunikationssystemen. Im Fokus der Arbeiten stehen 5G- und 6G-Kommunikationssysteme, Radarsensorik sowie drahtlose Sensorknoten. Die funktional bestimmenden Kriterien und die größte Herausforderung in Bezug auf Forschung und Entwicklung sind große Bandbreiten, hohe Robustheit und ein Maximum an Energieeffizienz.

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, Antennen und Komponenten (bis 220 GHz)
- HF-Systemintegration und Modulentwurf unter Berücksichtigung von Signal- und Power-Integrität
- Entwicklung hochintegrierter Radarsensorik
- Entwurf und Realisierung autarker drahtloser Sensorsysteme für den industriellen Einsatz
- Entwicklung von Mikrobatterien sowie von Energieversorgung und -management für autarke Systeme
- Werkzeuge für den optimierten Entwurf von Mikrosystemen und Server-Client-Software-Architekturen für IoT-Anwendungen



Vermessung von intelligenten reflektierenden Oberflächen (IRS) für 6G-Anwendungen

Kontakt

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

Harald Pötter
harald.poetter@
izm.fraunhofer.de

Highlight

Neue Packaging- und Design-Lösungen für energieeffiziente HPC- und KI-Systeme

Michael Schiffer, Ivan Ndip und Karl-Friedrich Becker

Im Bereich High Performance Computing (HPC) und der Anwendung künstlicher Intelligenz (KI) spielt ein passgenaues High-End Performance Packaging eine entscheidende Rolle, da es die physische und elektrische Verbindung zwischen verschiedenen Chiplet-Komponenten mit hoher Datenrate ermöglicht. Ein optimales Systemdesign gewährleistet nicht nur eine effiziente Wärmeableitung, sondern auch eine hohe Signal- und Power-Integrität (SI/PI), die für die schnelle Datenübertragung und -verarbeitung unerlässlich sind. Durch innovative Packaging-Technologien und Designmethoden können eine bessere Energieeffizienz, geringere Latenz und eine höhere Rechenleistung erzielt werden. Somit ist das Packaging ein entscheidender Faktor für die erfolgreiche Implementierung leistungstarker HPC- und KI-Systemlösungen Made in Europe.

Das Fraunhofer-finanzierte Projekt STXmod bot hierbei eine einzigartige Gelegenheit für die Entwicklung und Umsetzung eines holistischen Ansatzes basierend auf einem 2.5D Integrationskonzept mit Siliziuminterposer. Die Entwicklung der Designmethodik und der Technologieprozesskette vom Silizium über die Integration von HBM und Stencil- und Tensor-Beschleuniger-Chip (STX) bis zum PCB konnte in dem Projekt eindrucksvoll gezeigt werden.

Neben dem Fraunhofer IZM (Interposer-Design und technologische Umsetzung des HPC-Moduls), sind das Fraunhofer IIS (Frontend und Chipdesign) und das Fraunhofer ITWM (Co-Design, System und Software, Gesamtprojektleitung) beteiligt.

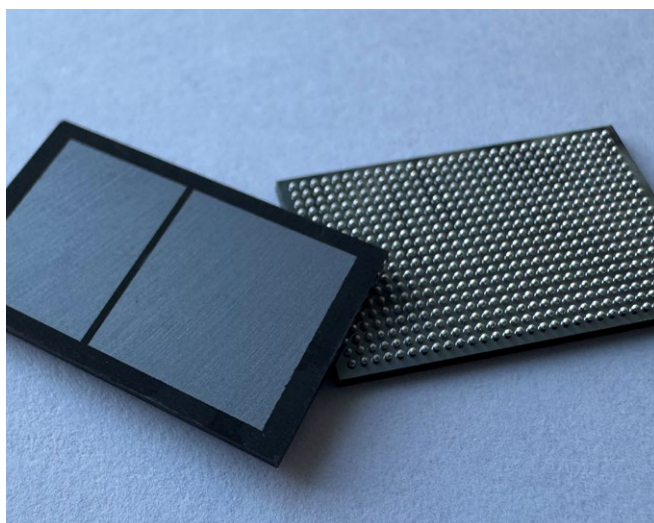
Beginnend mit der Ausarbeitung aller SI/PI-Anforderungen der intra-Chip Leitungen erfolgte zunächst das Systemlevel-Design. Die größte Herausforderung bestand darin, alle notwendigen elektrischen Verbindungen auf einem Siliziuminterposer mit Through Silicon Vias unter Erfüllung der technischen Spezifikation unterzubringen. Hierzu gehören 12 verschiedene Versorgungsspannungen, D2M-Datenleitungen nach dem PCIe-Gen-5-Standard sowie etwa

Kontakt

Karl-Friedrich Becker
karl-friedrich.becker@
izm.fraunhofer.de

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

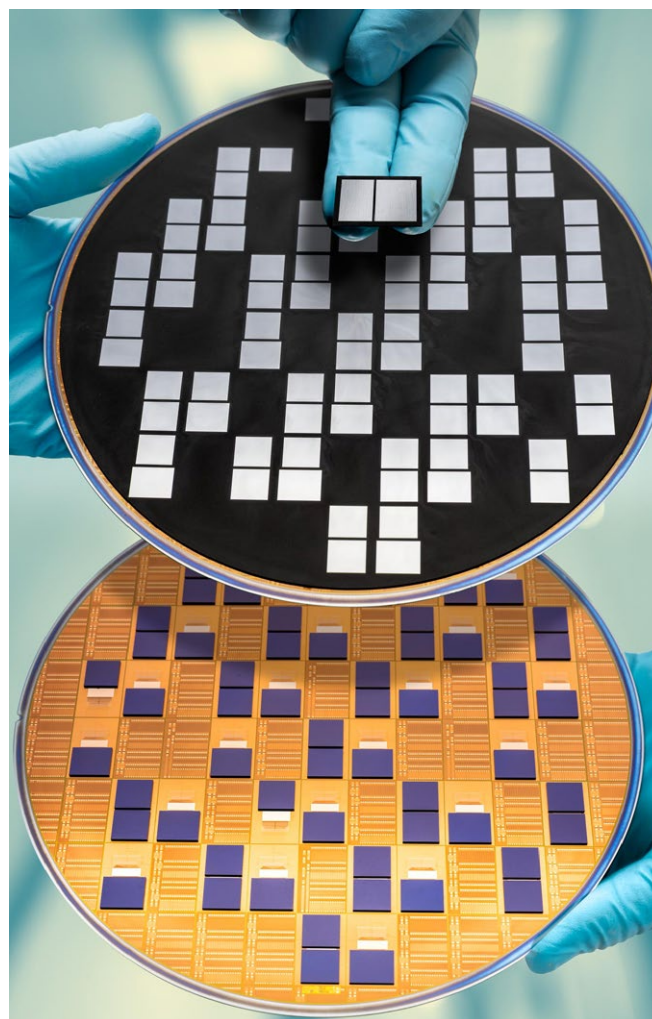
Dr.-Ing. Michael Schiffer
michael.schiffer@
izm.fraunhofer.de



Fertige HPC-Module nach Wafer Molding, Balling und Vereinzelung

3.500 Signal- und Stromleitungen für die hochgradig parallele Datenübertragung zwischen den Chiplets von bis zu 3 Tb/s. Um dabei ein optimales Verhältnis zwischen Fertigungsaufwand und elektrischer Leistung zu erzielen, wurden unterschiedliche Topologien und Aufbaukonzepte analysiert. Diese Untersuchungen wurden mittels 3D HF-Modellierung und einer Kombination aus kommerziellen und eigens entwickelten Feldlösern systematisch durchgeführt. Unter Berücksichtigung der technologiespezifischen Randbedingungen (Leiterbahnbreite/ Abstand (L/S), Lagenanzahl, BGA-Pitch, usw.) konnten daraufhin optimale Lösungen für das Layout und die Herstellung der HPC-Module entwickelt werden. Durch die Ausarbeitung geeigneter Testkonzepte, mit denen die elektrische Modellierung der Signalleiter evaluiert werden kann, wurden neben funktionalen Modulen auch Test-Reticle-Layouts erstellt, um deren messtechnische Verifikation mittels Zwei- und Vier-Port-Messungen zu ermöglichen.

Nach einer ersten Warpage-Risikoanalyse mittels Technologie-Shortloop wurde ein »Mold Last«-Prozess angewendet. Hierbei erfolgt zunächst die Prozessierung der 200-mm-Siliziuminterposer-Wafer inklusive TSVs und Mehrlagenumverdrahtung (RDL). Für Letztere konnte eine Miniaturisierung der L/S auf 4/4 µm bei 6 µm Polyimiddicke und 8 µm Viadurchmesser erreicht werden, und dies bei 4 Lagen plus Assembly-Pad Lage. Das rückseitige Abdünnen auf 100 µm zur Freilegung der TSVs sowie der Realisierung der Ballingpads auf der Rückseite wurde durch mehrfaches temporäres Umbonden der Wafer im Prozess ermöglicht. Im Anschluss erfolgen das Chip-Assembly auf dem auf Glas geträgerten Wafer und das Verkapseln mittels Wafer Compression Molding.



TSV-Wafer mit HD-Mehrlagenverdrahtung und Test-ICs vor und nach dem Molden, sowie ein fertiggestelltes Modul (Projekt STXmod)

Auf Grundlage der gewonnenen Messergebnisse einer Vielzahl kritischer Kopplungspfade konnten eine sehr hohe HF-Performance und sehr gute Übereinstimmung mit der Modellierung gezeigt werden. Darauf basierende Zeitbereichsanalysen verifizieren deren Eignung für die hochparallele Signalübertragung mit Bandbreiten bis zu 3,6 Tb/s.

Die in diesem Projekt gewonnenen Erkenntnisse bilden den Grundstein für zukünftige Projekte im Bereich des HPC und hier insbesondere für die Unterstützung von der Prototypenphase bis zum Ramp-up.

Highlight

15 Jahre Fraunhofer IZM-ASSID

Manuela Junghänel, Kathrin Reinhardt

*Flip-Chip-Chips auf einem
Demonstratorwafer mit
Mikro-Bumps zur Evaluierung
hochdichter Verdrahtung
in einem 2.5D-Silizium-
Interposer mit Optionen für
TSVs und 3D-Chip-Stapelung*

Pionierarbeit in der 3D-Systemintegration

Im Jahr 2010 wurde eines der heute weltweit führenden Forschungszentren im Bereich der 3D-Integration und Advanced Wafer Level Packaging eröffnet: das Fraunhofer IZM All Silicon System Integration Dresden (ASSID). Die Gründung erfolgte auf Initiative von Prof. Herbert Reichl, dem damaligen Leiter des Fraunhofer IZM, der mit Weitblick die Bedeutung von 3D-Technologien für die Zukunft der Mikroelektronik frühzeitig erkannt hatte.

Mit Unterstützung des Freistaats Sachsen, des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), der Europäischen Kommission und der Fraunhofer-Gesellschaft wurde das Fraunhofer IZM-ASSID im Herzen von Silicon Saxony aufgebaut – direkt in einer industrietauglichen 200/300 mm-Reinraumumgebung. Der Standort Dresden bot ideale Voraussetzungen: internationale Halbleiterkonzerne, eine exzellente Forschungslandschaft und eine dynamisch wachsende Mikroelektronikindustrie.

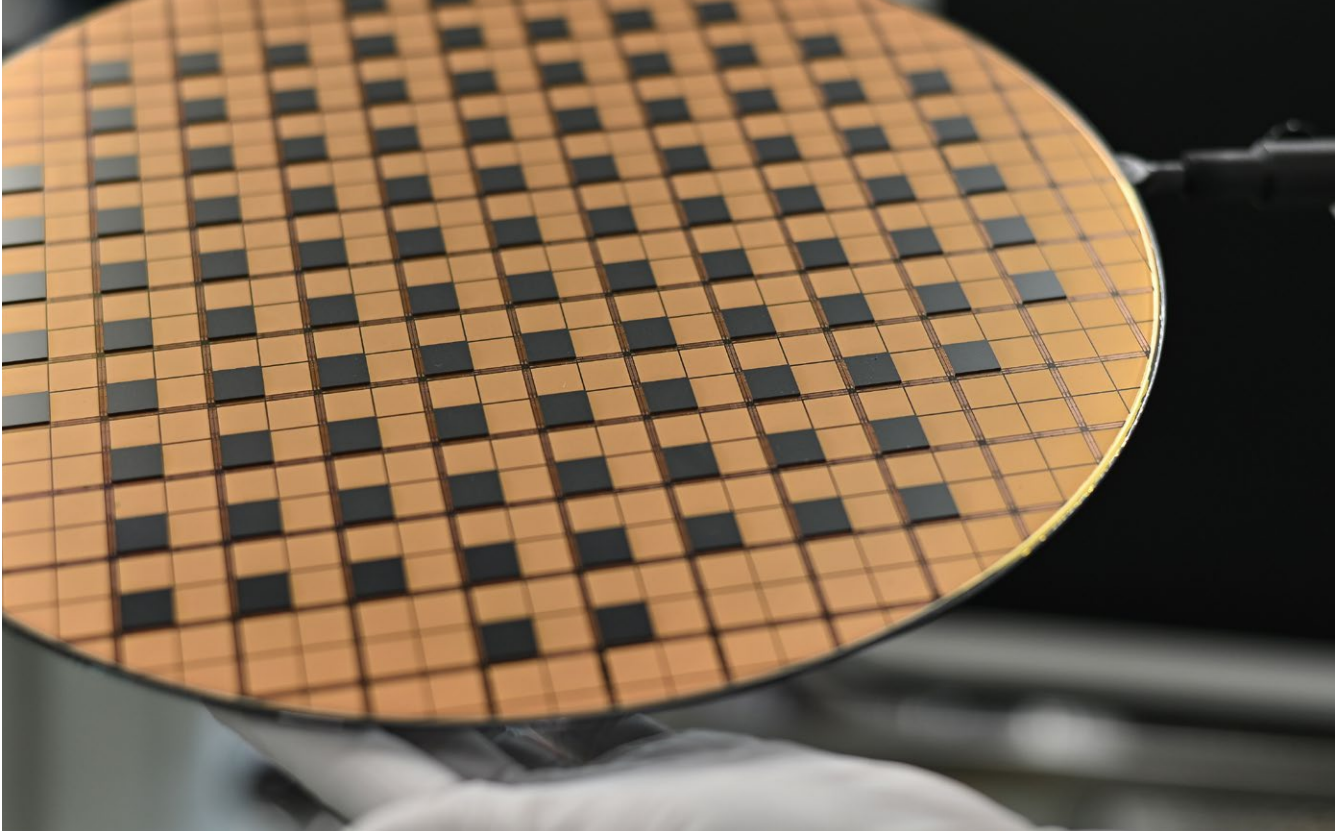
Technologische Meilensteine

Das IZM-ASSID war die erste 300 mm-Forschungs- und Entwicklungsinfrastruktur in Deutschland, die sich vollständig der 3D-Integration widmete. Bereits in den Anfangsjahren arbeitete das Team unter Leitung von M. Jürgen Wolf an der Entwicklung von Technologie-Bausteinen für die 2.5D- und 3D-Integration. In enger Zusammenarbeit mit lokalen Foundry-Partnern wurden Schlüsseltechnologien wie Through Silicon Vias (TSV), die Umverdrahtung auf Wafer Ebene (Redistribution Layer - RDL), Chip Stacking und Micropillar-Interconnects zur Produktionsreife gebracht.

Kontakt

Dr. Manuela Junghänel
manuela.junghaehnel@
assid.izm.fraunhofer.de

Dr. Kathrin Reinhardt
kathrin.reinhardt@
assid.izm.fraunhofer.de



Zu den herausragenden technologischen Entwicklungen der letzten 15 Jahre gehören:

- Etablierung einer kompletten Prozesskette für 3D-Wafer-Level-Integration: von Wafer Bonding und Thinning über mehrlagige RDL-Strukturen bis zu Assembly und In-Line-Metrologie
- Umsetzung des EU-Projekts CarrlCool, das eine aktiv gekühlte Silizium-Interposer-Lösung mit Fluidkanälen für Hochleistungsrechner erforschte
- Weiterentwicklung des Hybrid Wafer Bonding für 300-mm-Wafer und erfolgreiche Validierung mit eigenem Testchip-Design. Dabei wurde eine Ausbeute von über 95 % bei hochdichten 3D-Interconnects im Sub10µm-Bereich erzielt
- Aufbau eines ISO-9001-zertifizierten Pilotbetriebs im Jahr 2014 zur Unterstützung industrieller Klein- und Mittelserienproduktion
- Entwicklung von RDL-first Fan-out Packaging und universellen Sensorplattformen für miniaturisierte System-in-Package (SiP)-Lösungen

Aktuell arbeitet das IZM-ASSID, seit 2022 unter der Leitung von Dr. Manuela Junghänel, an der nächsten Generation von Packaging-Technologien: Chiplet-Integration, Quantencomputing-Packaging mit supraleitenden Materialien sowie Trusted Electronics für sicherheitskritische Anwendungen.

Starke Netzwerke und Partnerschaften

Im Laufe der Jahre hat das Fraunhofer IZM-ASSID ein starkes Netzwerk aus Kooperationen und strategischen Partnerschaften aufgebaut. Es arbeitet in gemeinsamen Projekten mit namhaften Industrieunternehmen wie GlobalFoundries, Infineon

Technologies und NXP, ebenso wie im Rahmen von Joint Development Agreements mit führenden Toolherstellern.

Als aktiver Partner im Netzwerk Silicon Saxony e. V. ist das IZM-ASSID Teil eines der größten europäischen Cluster für Halbleiter-, Informations- und Kommunikationstechnologie. Die Mitgliedschaft in der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland eröffnet darüber hinaus den Zugang zu hochmodernen Anlagen sowie die enge Zusammenarbeit mit anderen Fraunhofer-Instituten und internationalen Forschungseinrichtungen. Ein herausragendes Beispiel hierfür ist das europäische Projekt PREVAIL – eine EU-geförderte Initiative von CEA-Leti, imec, VTT und Fraunhofer, die den Aufbau einer gemeinsamen Test- und Entwicklungsplattform für 3D Edge-AI-Hardware zum Ziel hat. Näheres zu den Arbeiten des Fraunhofer IZM-ASSID im PREVAIL-Projekt finden Sie auf Seite 27 in diesem Bericht.

Eine besonders enge Verbindung besteht mit der TU Dresden, wo ASSID-Gruppenleiterin Prof. Juliana Panchenko die Professur für „Nanomaterials for Electronics Packaging“ innehat – ein Beweis für die enge Verzahnung von angewandter Forschung und universitärer Lehre.

Ein weiterer Meilenstein ist die Gründung des Center for Advanced CMOS & Heterointegration Saxony (CEASAX) im Jahr 2024 in Kooperation mit dem Fraunhofer IPMS, gefördert vom Freistaat Sachsen und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung. Das Zentrum vereint die gesamte 300-mm-Wertschöpfungskette der Mikroelektronik an einem Ort und bietet mit einem 4.000 m² großen Reinraum sowie modernster Infrastruktur optimale Voraussetzungen für die Erforschung zukunftsweisender Technologien wie Neuromorphic Computing und Quanteninformatik. Mit diesem zweiten Standbein ist das IZM-ASSID auch für die nächsten 15 Jahre hervorragend aufgestellt!

Highlight

Chiplet-Innovationen für Europa

Rolf Aschenbrenner und Erik Jung

Fraunhofer IZM im Zentrum der APECS-Pilotlinie zur Förderung heterogener Systemintegration

Mit der Etablierung der APECS-Pilotlinie (»Advanced Packaging and Heterogeneous Integration for Electronic Components and Systems«) entsteht in Europa eine Schlüsselplattform zur Förderung innovativer Chiplet-Technologien. Das Fraunhofer IZM übernimmt dabei eine zentrale Rolle als Entwicklungspartner und Systemintegrator.

Die Pilotlinie ist ein bedeutender Baustein des EU Chips Acts und soll Chiplet-Innovationen gezielt vorantreiben, um Europas Forschungs- und Fertigungskapazitäten im Halbleiterbereich nachhaltig zu stärken. Das Fraunhofer IZM bringt seine umfassende Expertise in der System-Heterointegration ein – ein Bereich, der durch die zunehmende Modularisierung von Halbleitersystemen rasant an Bedeutung gewinnt.

Schlüsseltechnologien für die heterogene Integration

Innerhalb der APECS-Pilotlinie verantwortet das Fraunhofer IZM die Entwicklung und Umsetzung hochpräziser Prozesse zur Chiplet-Integration. Dabei deckt das Institut den gesamten Herstellungsprozess ab – von der Bereitstellung einzelner Chiplet-Bausteine über die Packaging-Technologien bis hin zur abschließenden Testumgebung.

Dazu gehören unter anderem:

- 300 mm-Silizium-basierte Interposer-Technologien mit extrem feinen Kontaktrastern unter 1 µm
- Organische Interposer bis zu 5 µm Strukturbreite und eingebetteten ICs auf großformatigen Panels bis 600 mm
- 2.5D-Integrationstechnologien für Chiplets auf Interposern
- sowie Montagetechnologien für 2D-, 2.5D- und 3D-Integration mit Fokus auf Hochgeschwindigkeit bei extrem hoher Verdrahtungsdichte

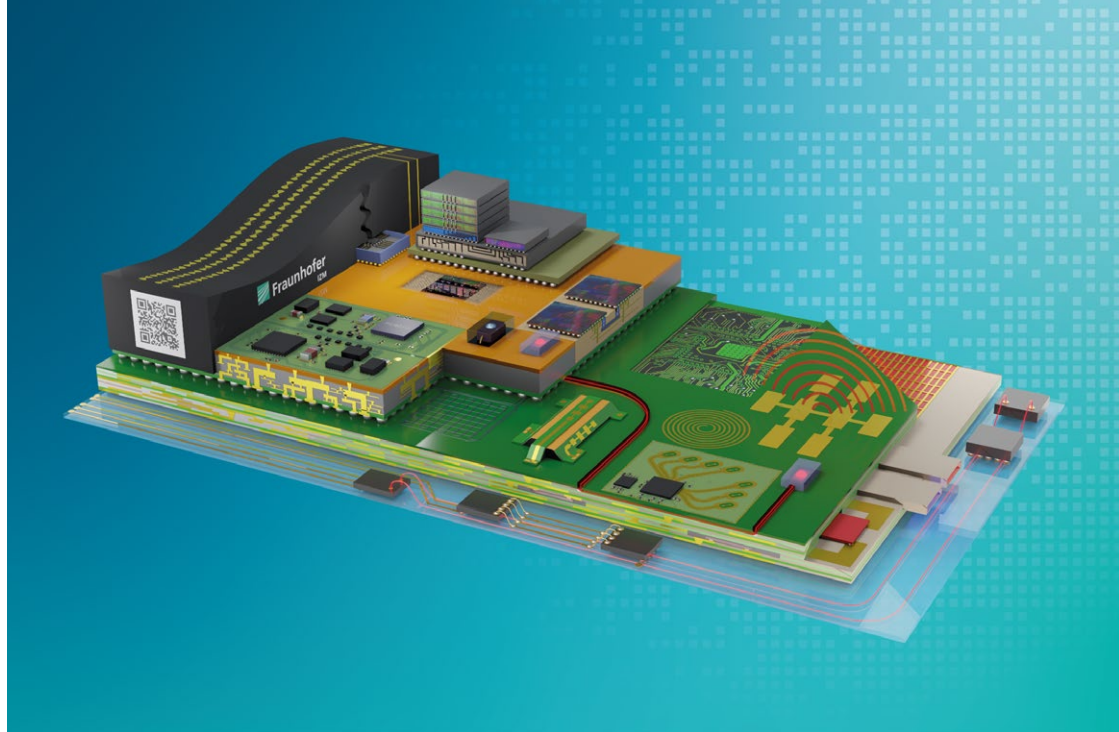
Kontakt

Rolf Aschenbrenner
rolf.aschenbrenner@
izm.fraunhofer.de

Erik Jung
erik.jung@
izm.fraunhofer.de

Weitere Informationen:
www.apecs.eu

Keine Chiplets ohne heterogene Integration: Das High-End Performance Packaging vom Wafer zum System ist einer der Schlüssel zur Hardware-Realisierung innerhalb der APECS-Pilotlinie



Zudem stellt das Fraunhofer IZM umfassende Test- und Qualifikationsumgebungen bereit, um die Funktionalität der integrierten Chiplets abzusichern – eine wichtige Voraussetzung für industrielle Anwendungsreife.

Substrat-Prototyping für Industrie und Forschung

Ein Innovationsschwerpunkt liegt in der Entwicklung und Fertigung von Substraten mit Strukturgrößen bis hinunter zu einem Mikrometer. Dies ermöglicht die Realisierung komplexer Prototypen für Partner aus Industrie und Forschung – insbesondere in Bereichen wie künstlicher Intelligenz und High Performance Computing. Neben organischen Substraten rücken dabei auch neuartige Materialien wie Glas verstärkt in den Fokus der Forschungsarbeiten am Institut.

Modularität, Wiederverwendbarkeit und Nachhaltigkeit

Durch die Integration spezialisierter Chiplets auf einem einzigen Substrat werden Systeme nicht nur kompakter, sondern auch modular und kosteneffizient. Das Fraunhofer IZM unterstützt dies durch eine Toolbox vielfältiger Integrationsverfahren, die im Rahmen von APECS kontinuierlich weiterentwickelt wird. Die Wiederverwendbarkeit bestehender Designs erhöht die Innovationsgeschwindigkeit und fördert eine nachhaltige Produktentwicklung.

APECS leistet hier einen entscheidenden Beitrag zur sogenannten »System Technology Co-Optimization« (STCO), bei der Integrationstechnologien und Systemarchitekturen gemeinsam optimiert werden. So lassen sich auch kleine Stückzahlen wirtschaftlich realisieren – ein essenzieller Aspekt für KMU und Start-ups.

Ein europäischer One-Stop-Shop für Mikroelektronik

Die APECS-Pilotlinie wird sich als zentraler europäischer Hub für Advanced Packaging und heterogene Integration etablieren. Ihr One-Stop-Shop-Ansatz integriert modernste Design- und Pilotproduktionskapazitäten in einer durchgängigen Plattform – vom Labor bis zur skalierbaren Fertigung. Dabei profitieren Industrieunternehmen, Mittelständler und Start-ups gleichermaßen vom niederschweligen Zugang zu Spitzentechnologien.

Die Pilotlinie entsteht in enger Zusammenarbeit innerhalb der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) sowie mit europäischen Partnern und wird durch das Chips Joint Undertaking sowie nationale Förderprogramme von Belgien, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Österreich, Portugal und Spanien im Rahmen der »Chips for Europe Initiative« kofinanziert. Mit einem Gesamtbudget von 730 Millionen Euro über viereinhalb Jahre bildet APECS die bislang umfangreichste europäische Initiative der Fraunhofer-Gesellschaft in diesem Technologiesegment.

Impulse für Klimaschutz und Resilienz

Neben technologischer Exzellenz fördert APECS auch Nachhaltigkeit: Die Pilotlinie wird als Motor für Ökodesign und umweltfreundliche Fertigungsprozesse dienen. Damit leistet sie einen Beitrag zur Transformation hin zu einer klimaneutralen, kreislaforientierten europäischen Wirtschaft.

Als Plattform der Zusammenarbeit zwischen Forschung, Industrie und Hochschulen schafft APECS ein dynamisches Innovationsökosystem – ein europäischer Schulterschluss für technologische Resilienz und globale Wettbewerbsfähigkeit.



Weltweit führend in der angewandten Forschung

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. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 75 Institute und Forschungseinrichtungen. Knapp 32.000 Mitarbeitende, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von rund 3,6 Milliarden Euro. Davon fallen 3,1 Milliarden Euro auf den Bereich Vertragsforschung.

Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland

Seit 2017 ist das Fraunhofer IZM Teil der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD), die das Know-how und die technologische Infrastruktur von 15 Fraunhofer- und Leibniz-Instituten vereint. Gemeinsam entwickeln sie anwendungsorientierte Technologien und Systemlösungen für eine zukunfts-fähige Mikroelektronik und leisten somit einen entscheidenden Beitrag zur technologischen Resilienz Deutschlands und Europas.

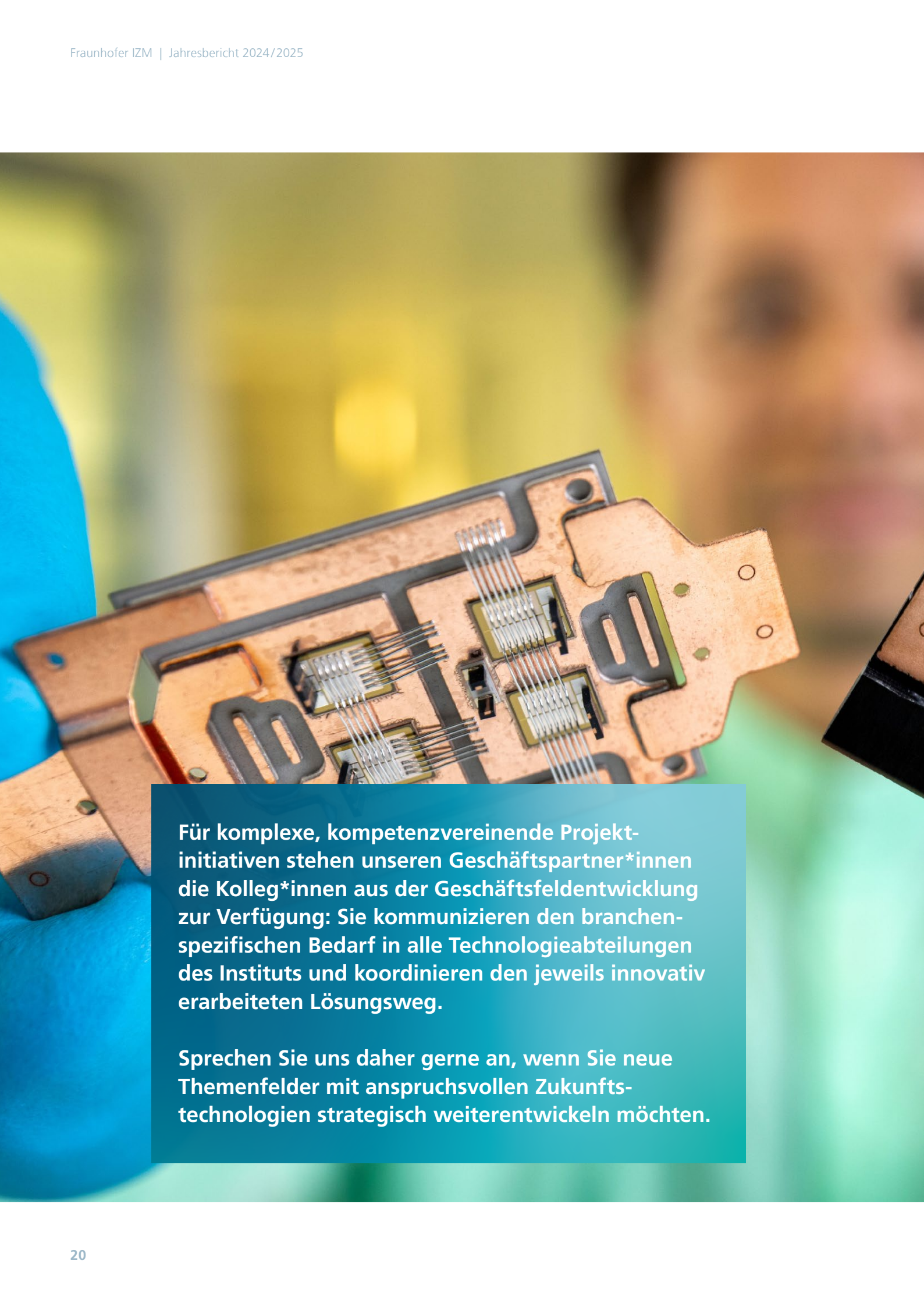
Im Rahmen des EU Chips Acts baut die FMD derzeit gemeinsam mit europäischen Partnern die APECS-Pilotlinie auf. Ziel ist es, Chiplet-Innovationen voranzubringen und die Halbleiterfertigung in Europa nachhaltig zu stärken. Die Linie soll Unternehmen jeder Größe einen niederschweligen Zugang zu Spitzentechnologien ermöglichen.

Mit regelmäßigen Events im Rahmen instituts-übergreifender Großprojekte wie »Green ICT @ FMD« oder »FMD-QNC« bringt die FMD wichtige Stakeholder zusammen, um künftige Herausforderungen der Elektronikforschung gemeinsam anzugehen und Impulse für die Technologien von morgen zu geben.

Neben technologischer Entwicklung setzt die FMD auf Fachkräftesicherung und gezielte Nachwuchsförderung. Dazu zählen Programme wie der Green ICT Award, das Green ICT Camp für Studierende sowie die Accelerators »Green ICT Space« und »QNC Space«, die Start-ups, Forschungsgruppen und KMU unterstützen. Auch über das Netzwerk »Chip-design Germany«, das die FMD mit Partnern aufbaut, werden Kompetenzen gebündelt, Weiterbildungsmaßnahmen entwickelt und der vorwettbewerbliche Austausch im Chip-design gefördert – mit dem Ziel, den Standort Deutschland langfristig zu sichern.

Leistungszentren

Das Leistungszentrum »Funktionsintegration für die Mikro-/Nanoelektronik« vereint die entlang der Wertschöpfungskette für Produkte der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik angeordneten Kompetenzen der vier Fraunhofer-Institute/-Außenstellen IPMS, ENAS, IIS-EAS und IZM-ASSID sowie der Universitäten/Hochschulen TU Dresden, TU Chemnitz und HTW Dresden. Das Leistungszentrum ist eingebettet in den Mikroelektronik-Standort Sachsen. 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.



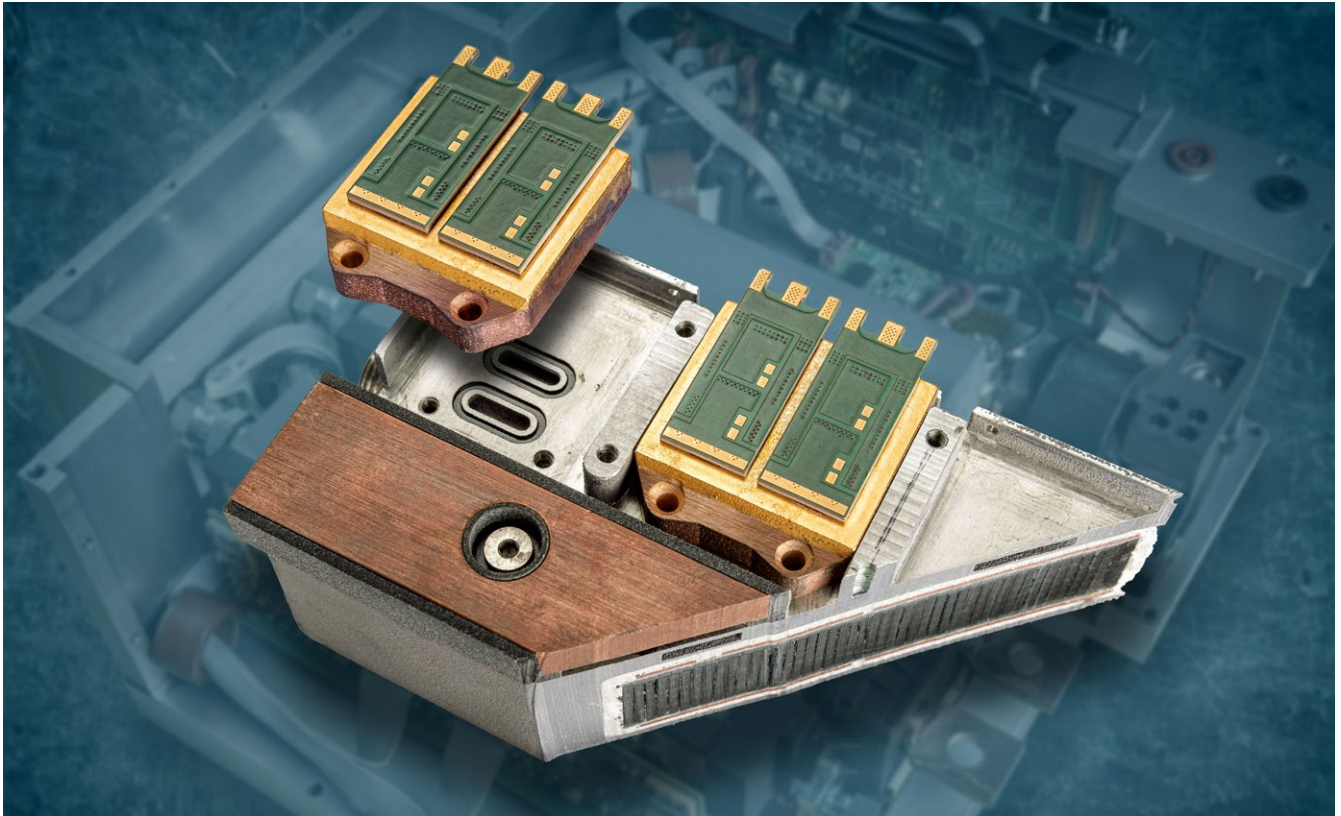
Für komplexe, kompetenzvereinende Projektinitiativen stehen unseren Geschäftspartner*innen die Kolleg*innen aus der Geschäftsfeldentwicklung zur Verfügung: Sie kommunizieren den branchenspezifischen Bedarf in alle Technologieabteilungen des Instituts und koordinieren den jeweils innovativ erarbeiteten Lösungsweg.

Sprechen Sie uns daher gerne an, wenn Sie neue Themenfelder mit anspruchsvollen Zukunftstechnologien strategisch weiterentwickeln möchten.

Geschäftsfelder & Branchen

Automobil- und Verkehrstechnik.....	22
Medizintechnik	24
Halbleiter.....	26
Industrieelektronik.....	28
Information und Kommunikation	30

Automobil- und Verkehrstechnik



*Schnitt durch eines der drei
Phasenmodule eines 600 kW
Wechselrichters*

Moderner Verkehr sollte so sicher, umweltfreundlich und kostenoptimiert wie möglich gestaltet werden. Zu diesem Zweck kommen für innovative Verkehrsträger und Prozesse leistungsfähige, zuverlässige und bei Bedarf hochminiaturisierte elektronische Systeme zum Einsatz. Diese Applikationsfelder gehören zu den Kernkompetenzen einer jeden Abteilung am Fraunhofer IZM, das OEM, Tier 1 und deren Zulieferer bei der Elektrifizierung des Fahrzeugs auf allen Ebenen unterstützt. Zudem werden sowohl für konventionelle, hybride und elektrische Antriebstechnologien als auch für Systeme zur Gewährleistung von Sicherheit und Komfort zukunftssträchtige und zuverlässige Lösungen entwickelt und anschließend prototypisch realisiert.

Fraunhofer IZM revolutioniert Ladesysteme mit neuem OBC

Das Fraunhofer IZM hat einen neuen On-Board-Charger (OBC) für Elektrofahrzeuge entwickelt, der doppelte Ladeleistung (22 kW) bei halbem Volumen ermöglicht. Durch den Einsatz von Galliumnitrid-Halbleitern und hochfrequenter Schaltung wurden sperrige Bauteile durch kompakte, maschinell gefertigte Komponenten ersetzt, was die Herstellung günstiger macht. Der OBC ist bidirektional und erlaubt es, Energie nicht nur in die Batterie zu laden, sondern auch ins Netz zurück-zuspeisen. Er ist mit 400- und 800-Volt-Batterien kompatibel und erreicht einen Wirkungsgrad von über 97 %. Zudem nutzt er eine innovative PFC-Drossel auf Leiterplattenbasis, die Platz spart und Kosten senkt. Diese Fortschritte verbessern die Ladeinfrastruktur, machen E-Autos effizienter und unterstützen die Energiewende, indem sie die Fahrzeugbatterie als Stromspeicher nutzbar machen.

Neue Materialien für höchste Frequenzen

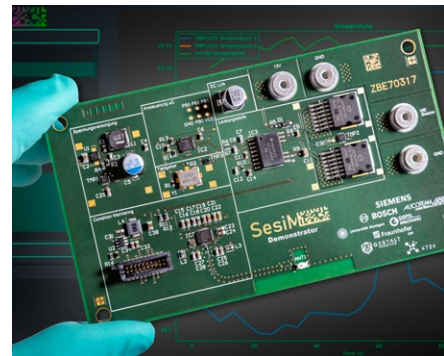
Die ständig steigenden Frequenzen in Kommunikations- und Radaranwendungen stellen nicht nur die Systementwickler*innen, sondern auch die Materialherstellenden vor Herausforderungen. Neben der Prozesstauglichkeit und ggf. den mechanischen und thermischen Anforderungen müssen die Materialien jetzt auch für den Einsatz in der Hochfrequenztechnik geeignet sein. Das Fraunhofer IZM prüft im Auftrag von Materialhersteller*innen, ob Materialien der Aufbau- und Verbindungstechnik die Anforderungen für den Einsatz in Anwendungen wie Radarsystemen im Automotiveumfeld erfüllen. Grundlage der Untersuchungen bilden eigens entwickelte planare Mikrostreifen-Gabelresonatoren sowie breitbandige Einzelelement- und 1x4-Element-Patch-Antennengruppen. Untersucht wird, ob die Impedanzbandbreiten sowie der Antennengewinn den Anforderungen genügen.

Digitaler Zwilling für die Zustandsbestimmung

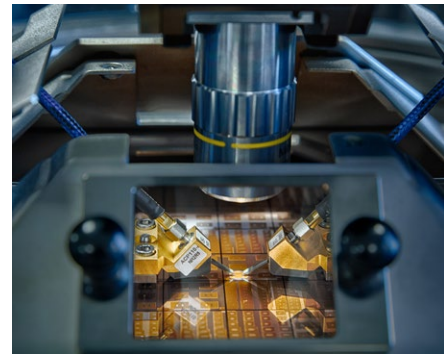
Ein Digitaler Zwilling ist ein virtuelles Abbild realer Objekte mit spezifischen Zielen wie der Zustandsbestimmung. Die Grey-Box-Modellierung, eine Kombination aus physikalischen und datengetriebenen Ansätzen, bewertet die Zuverlässigkeit und Restlebensdauer mechatronischer Systeme im Betrieb. Vertrauenswürdige Daten und Modelle ermöglichen die Analyse des theoretischen Verhaltens und dessen Vergleich mit der Realität. Herausforderungen bestehen in der Datenqualität und -verfügbarkeit, dem Bedarf an IP-geschützten Modellen sowie der digitalen Durchgängigkeit durch standardisierte Schnittstellen. Diese werden in den BMW-Projekten »SesiM« und »DIREKT« für Anwendungen in der Automobil-, Bahn- und Luftfahrttechnik intensiv erforscht. Zukünftig sollen die gewonnenen Erkenntnisse auf Fragen der Kreislaufwirtschaft, wie die Wiederverwendung von Bauteilen, übertragen werden.

Virtuelle Freigabe von elektronischen Baugruppen

Zuverlässige mikroelektronische Systeme müssen vor ihrem Produkt-Release langwierig und kostenintensiv qualifiziert werden. Durch eine Virtualisierung dieser Tests können diese deutlich schneller, flexibler und günstiger umgesetzt werden. Zusammen mit Partnern aus Industrie, Universitäten und Forschungseinrichtungen arbeitet das Fraunhofer IZM daran, das zugehörige Forschungsfeld zu strukturieren und neue Simulationsansätze zu entwickeln. Aktuell werden im 2024 gestarteten BMBF-Projekt »MikroVAL« unter anderem Validierungsansätze für vertrauenswürdige Simulationen sowie der Einsatz von Reduced-Order-Modelling-Methoden zum Schutz geistigen Eigentums untersucht.

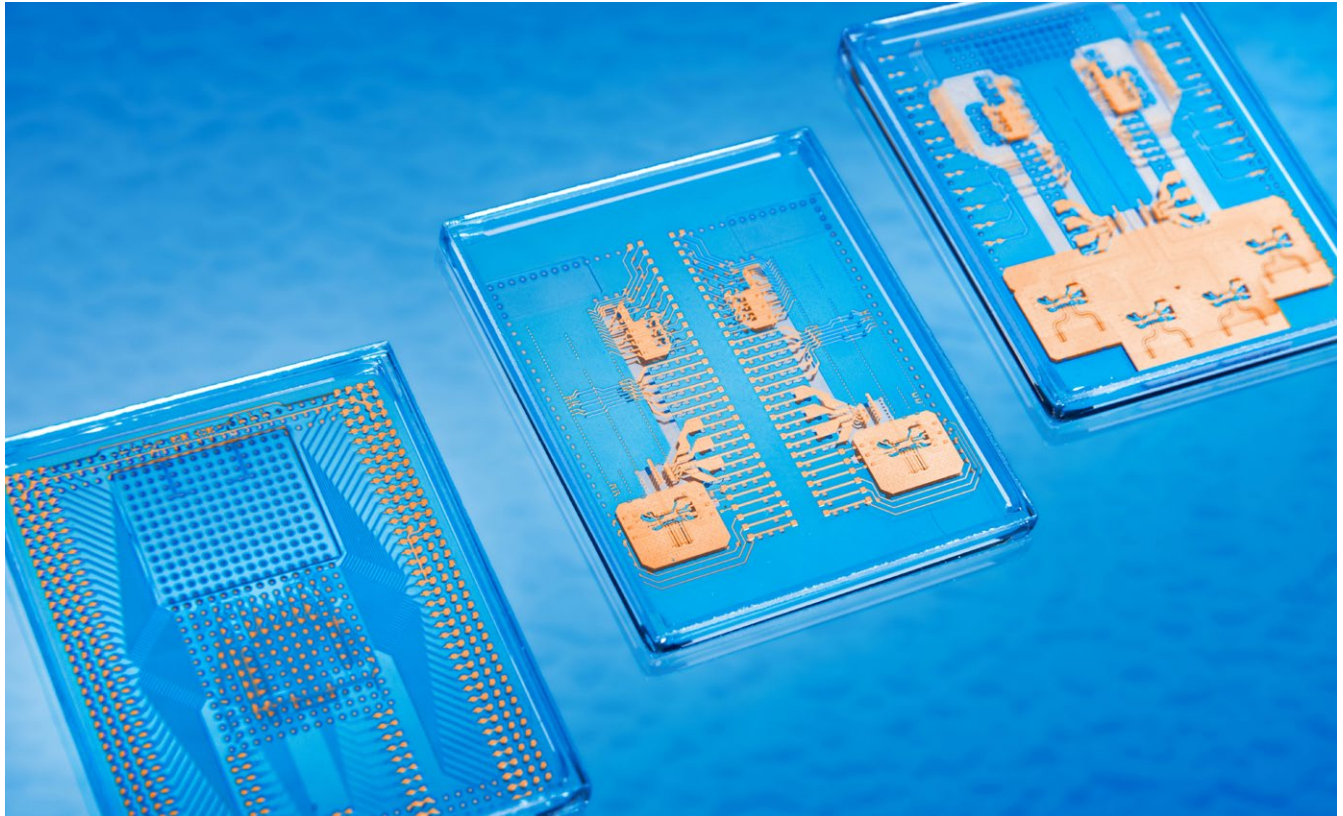


KI-gestützte Echtzeit-Prognose des Systemzustands anhand funktionaler Parameter



Halbautomatische Vermessung von Teststrukturen

Medizintechnik



*Mit Prozessen
auf Wafer Ebene
erstellter strukturiert-
metallisierter Dünn-
glas-Interposer –
vor der Bestückung
mit photonischen
Komponenten (und
Package-Verschluss)*

Viele medizinische Innovationen, die das Leben von Patient*innen erleichtern, basieren auf fortschrittlichen Mikrointegrationstechnologien. Schon seit vielen Jahren begleitet das Fraunhofer IZM diese Entwicklung und unterstützt Hersteller von medizintechnischen Geräten mit seinem breiten Erfahrungsschatz im Bereich der Mikrointegration, entsprechenden Fertigungstechnologien und dem Know-how zur Umsetzung in hochzuverlässige Geräte, die den Anforderungen des Medizinproduktegesetzes entsprechen. Darüber hinaus bietet das Fraunhofer IZM auch Zuverlässigkeitsbetrachtungen, Biokompatibilitätsbewertungen sowie die für eine Produktentwicklung notwendige Risikobetrachtung nach ISO 14971 an.

Glas-Interposer für photonisches Packaging

Das Projekt »PhotonicLEAP« entwickelt neuartige Ansätze für das photonische Packaging. Im Rahmen des Projekts hat das Fraunhofer IZM Dünnglas-Interposer entworfen und gefertigt, die durch thermische Through-Glass-Vias (TGVs) sowie elektrische Redistribution Layers (RDLs) funktionalisiert werden können. Dieses neuartige Glaträger-Substrat nimmt photonische ICs, Optiken, Laser und Treiber auf und stellt alle benötigten optischen, elektronischen und thermischen Verbindungen her. Durch Laser-Anschweißen von Dünnglas-Fenstern entstehen hermetisch verschlossene, flache Glas-Packages (typ. 18 x 21 mm²), die sich einfach als SMT-Komponenten in bestehende Systeme integrieren lassen. Der Ansatz bietet eine kostengünstige Alternative zu Silizium-Interposern, ist durch die Fertigung auf 200-mm- (zukünftig 300-mm-) Wafern hochskalierbar und eröffnet neue Anwendungsmöglichkeiten in Bereichen wie Biomedizin und Telekommunikation.

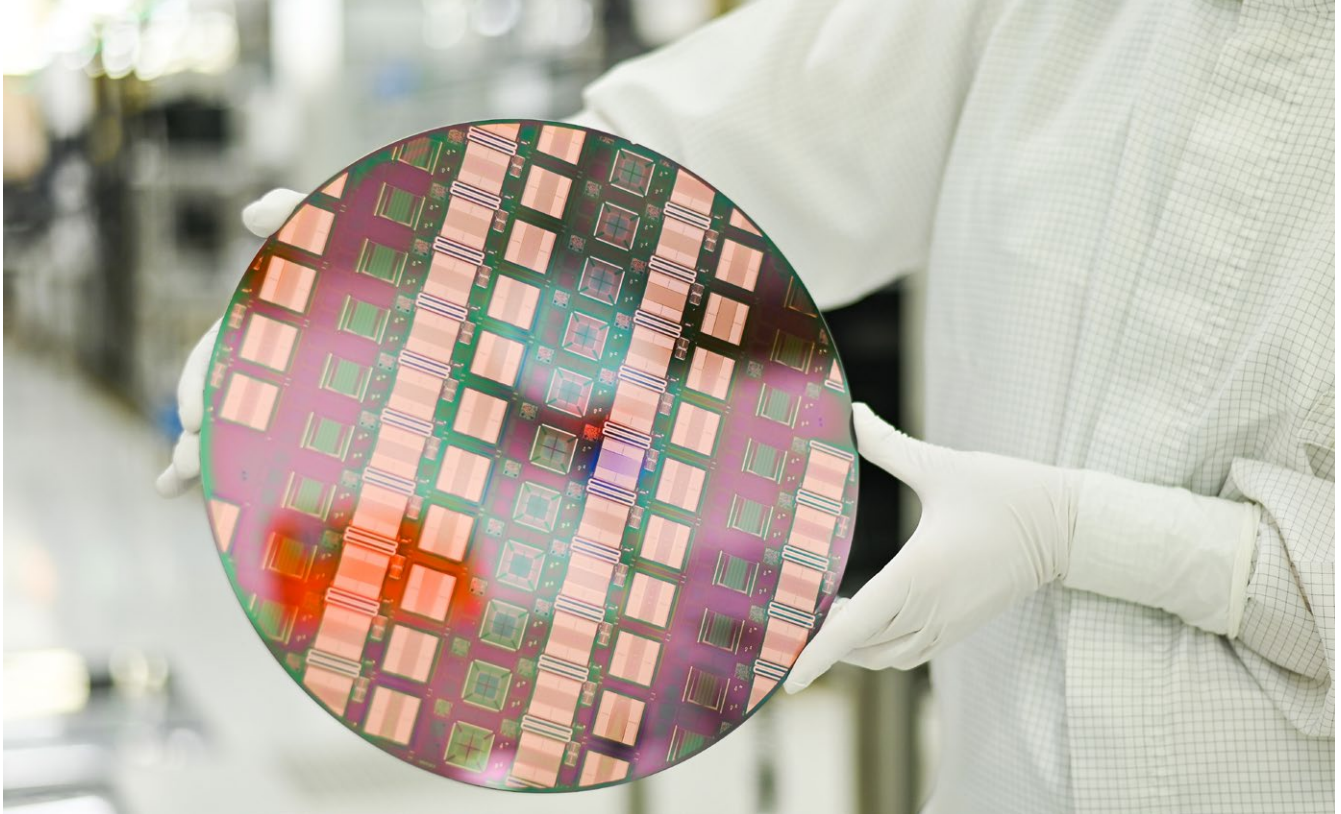
Innovative KI-basierte Diagnosesysteme: Das nächste Level der kardiovaskulären Überwachung

Die Forschungsgruppe »System on Flex« am Fraunhofer IZM hat bedeutende Fortschritte in der Entwicklung innovativer Technologien zur kardiovaskulären Überwachung erzielt. Ein Schwerpunkt lag auf der Integration Künstlicher Intelligenz in die Bioimpedanzspektroskopie (BIS) für neue nicht-invasive Methoden. Im Rahmen des Projekts »Maia« wurde ein miniaturisiertes Diagnosesystem realisiert, das die BIS mit weiteren Sensoren kombiniert. Ein tragbares System ermöglicht die Echtzeitüberwachung von mehr als 110 kardialen Parametern. Zu den zentralen Ergebnissen zählen die Entwicklung einer multisensorischen Datenfusion, hybrider KI-gestützter Diagnostikverfahren und innovativer textiler Elektroden. Die Forschung leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Etablierung tragbarer Diagnosesysteme und unterstützt die frühzeitige Erkennung von Herzinsuffizienz.

Langzeitstabile neuronale Implantate: Fraunhofer IZM und TU Delft veröffentlichen wegweisende Forschungsergebnisse

Die Forschungsgruppe »Technologies for Bioelectronics« am Fraunhofer IZM hat gemeinsam mit der Technischen Universität Delft und weiteren Partnern zentrale Fortschritte bei der Entwicklung langzeitstabiler neuronaler Implantate erzielt. Ziel der Forschung war es, die Widerstandsfähigkeit integrierter Schaltkreise (ICs) auf Siliziumbasis in der korrosiven Umgebung des menschlichen Körpers zu verbessern. In der Fachzeitschrift »Nature Communications« wurde nachgewiesen, dass ungekapselte Silizium-ICs unter physiologischen Bedingungen eine stabile elektrische Leistung aufrechterhalten – während eine Umhüllung mit PDMS ihre Lebensdauer signifikant verlängert. Ergänzend dazu wurden in der Fachzeitschrift »Small« ALD- und hybride Mehrschichtbeschichtungen hinsichtlich ihrer Eignung für miniaturisierte Implantate bewertet. Dabei zeigte sich, dass ultradünne ALD-Beschichtungen eine exzellente Biostabilität bieten – ein entscheidender Schritt hin zu zuverlässigen, langzeitstabilen neuronalen Implantaten, die eine zentrale Rolle in der Therapie neurologischer Erkrankungen wie Parkinson oder Depression spielen.

Halbleiter



Höhere Rechenleistung durch effektive Kühlung der Prozessor-Unterseite mit integrierten Mikrokanälen im Silizium-Interposer

In diesem Geschäftsfeld stehen die Integration von Halbleiter-elementen 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 Kund*innen eine geschlossene Umsetzungs-kette – von der Konzeption über die Prozessentwicklung bis hin zur Charakterisierung und Zuverlässigkeitsbewertung. Zur Verfügung stehen dabei alle notwendigen Prozesse für die Realisierung von Sensoren und Wafer Level Packages, was neben hermetischen Sensor-Packages auch die Entwicklung ganzer 3D-Systeme ermöglicht.

Chiplet-Bonding-Technologien für vertrauenswürdige Elektronik

Im Rahmen des BMBF-Projekts »T4T« wird ein innovativer Ansatz für ein System zur verteilten Fertigung (Split Manufacturing) in der Halbleiterproduktion auf 300 mm-Wafern realisiert. Dabei werden separat gefertigte elektronische Komponenten in Deutschland mittels hochpräziser Fine-Pitch-Verbindungstechnologien zu einem vertrauenswürdigen Gesamtsystem zusammengeführt. Das Fraunhofer IZM-ASSID konzentriert sich auf die Entwicklung robuster und stabiler D2W-Bonding-Prozesse für kleinste Verbindungen auf der Basis von Hybrid-Bonding, Nanodrähten und Mikrobumps. Ziel ist die Realisierung von 5 µm-Kontakten bei einem Pitch von 10 µm über alle Technologien hinweg, insbesondere für Anwendungen im Bereich High-Performance Computing. Ein Demonstrator soll die Kombination von mindestens zwei verschiedenen Bondtechnologien auf einem Si-Interposer veranschaulichen. Darüber hinaus arbeitet das Fraunhofer IZM-ASSID im Rahmen des Projekts an der Weiterentwicklung des Split-Ansatzes für die W2W-Hybrid-Bondtechnologie und an mehrschichtigen RDL-Interposern für den Einsatz in automobilen Anwendungen.

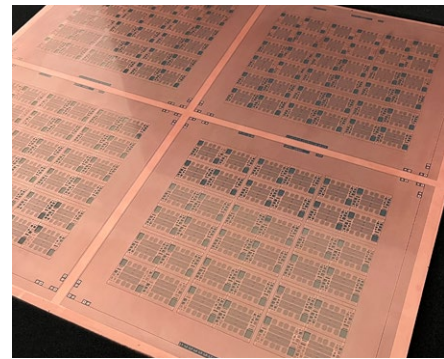
Eine Multi-Hub-Test- und Experimentierplattform für Edge-KI-Hardware

Im Rahmen des vom Digital Europe Programme geförderten Projekts »PREVAIL« entsteht eine Multi-Hub-Plattform mit dem Ziel, eine vertrauenswürdige Infrastruktur in Europa aufzubauen, die es EU-Akteuren erlaubt, innovative Chip-Prototypen herzustellen und in realen Edge-KI-Anwendungen zu testen. Die Konsortialpartner bieten damit Technologien für eingebettete nichtflüchtige Speicher, 3D-Integration, Silicon Photonics sowie HF-Konnektivität, die alle für Edge-KI-Chips erforderlichen Spezifikationen erfüllen. Das Fraunhofer IZM-ASSID entwickelt neue kombinierte 3D-Ansätze auf 300 mm-Waferlevel, wie z. B. Silizium-Interposer mit RDL auf Vorder- und Rückseite, Mixed-Pitch-Interconnect-Formation, Die-to-Wafer-Montage, TSV-Formation und/oder Vereinzelung. In Kombination mit weiteren über die Plattform

verfügbaren 3D-300 mm-Siliziumwafer-Technologien wird dem Kunden eine optimale Integration dedizierter Bausteine in Edge-KI-Systeme ermöglicht, was die Systemleistung und Integrationsdichte deutlich verbessert.

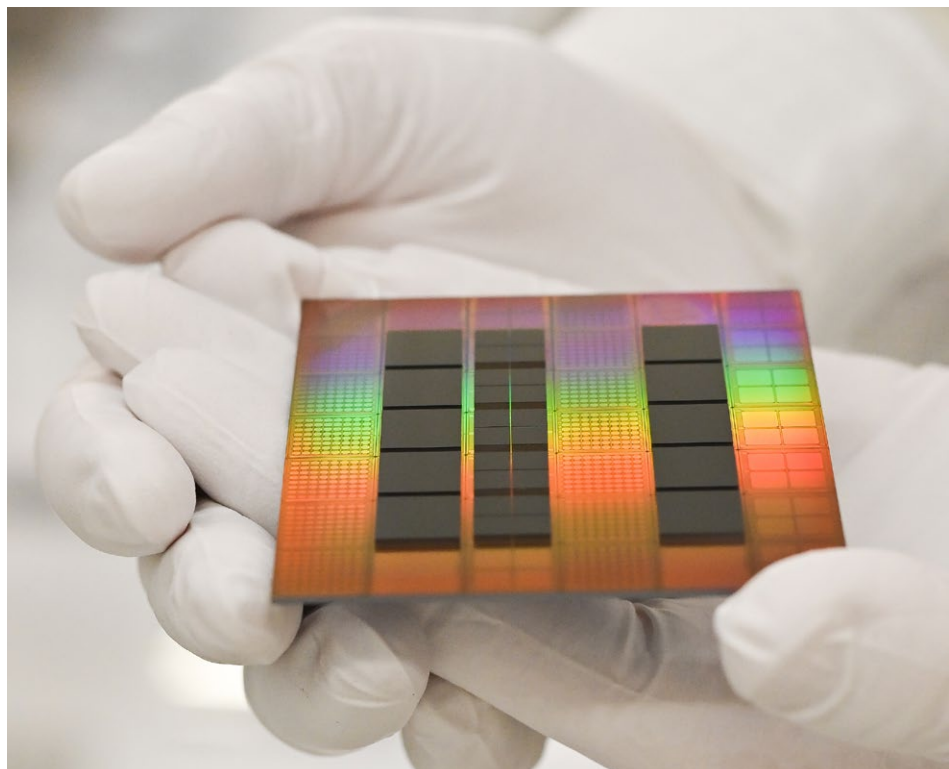
High Performance Packaging setzt auf Glas – neue Prozesstechnik für Glass Core Substrates

Glass Core Substrates stellen eine zukunftsweisende Technologie in der Mikroelektronik dar. Im Vergleich zu organischen Substraten bieten sie deutliche Vorteile, darunter eine höhere Signalintegrität sowie eine geringere thermische Ausdehnung. Durch den Einsatz von Glas lassen sich Leiterbahnbreiten unter 5 µm und äußerst hohe Integrationsdichten realisieren. Herausforderungen bei der Prozessierung von Through-Glass-Vias und die Zuverlässigkeit solcher GCS sind Fokusthemen der kürzlich ins Leben gerufenen Glass Panel Technology Group. Unter der Leitung des Fraunhofer IZM arbeiten darin führende Industriepartner eng zusammen, um diese Technologien gezielt weiterzuentwickeln – einschließlich der Integration optischer Wellenleiter in Glas.



*Glass Core Substrate
prozessiert in gemeinsamen
Vorversuchen*

*Montierte Chiplets mit
ultra-feinen Kupfer-
Hybridbondkontakten
auf einem Pitch von
10 µm*



Industrieelektronik



*Drahtlose, autarke,
miniaturisierte Sensor-
Aktor-Plattform für
Industrieanwendungen*

Im Zentrum der FuE-Aktivitäten im Geschäftsfeld Industrieelektronik steht am Fraunhofer IZM die Thematik Industrie 4.0. Als Schwerpunkte werden hier Cyber Physical Systems (CPS) und autarke Funksensoren fokussiert, insbesondere robuste Sensorsysteme. Diese nehmen in der jeweiligen Anwendung vor Ort die notwendigen Mess- und/oder Bildinformationen an, wandeln sie um und geben die Informationen daraufhin über Standard-Interfaces anwendungsspezifisch weiter. Die Thematik Industrie 4.0 betrifft jedoch nicht nur die CPS-Ver-netzung: Besonders wichtig ist auch die flexible Bereitstellung der Messdaten für stationäre Steuer- und Regelprozesse sowie eine On-Demand-Bereitstellung für mobile Endgeräte, z. B. zu Kontroll-, Wartungs- und Instandhaltungszwecken.

Ökobilanzen als Basis für nachhaltige Produktentscheidungen

Im Projekt »ZirkuPro« wurden umfangreiche Ökobilanzen von Partnerprodukten wie elektronischen Bauteilen eines Geldautomaten, einer E-Ladestation und von Touch Panels erstellt. Ziel ist es, Schwerpunkte für ein umweltoptimiertes Produktdesign zu identifizieren und Verbesserungsoptionen entlang des gesamten Lebenszyklus abzuwägen. Ein umfangreicher Maßnahmenkatalog entstand, der den Partnerunternehmen den Weg zur geschlossenen Kreislaufwirtschaft aufzeigt und Handlungsempfehlungen in den Bereichen Rezyklateinsatz, Leiterplattendesign und verantwortungsvolle Beschaffung mithilfe quantifizierbarer KPIs belegt. Den Unternehmen wurde in Workshops vermittelt, zukünftig eigene Ökobilanzierungen durchführen zu können.

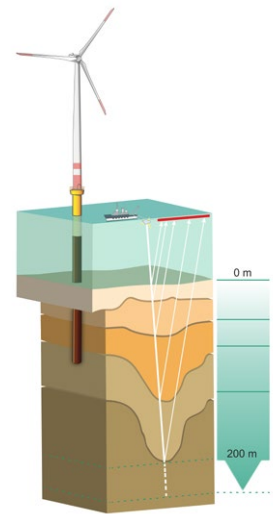
MEMS unterstützen Offshore-Windparkgründung

Seismische Untersuchungen sind essenziell für die Standortbestimmung von Offshore-Windparkfundamenten. Schallwellen werden in den Meeresboden geleitet, um deren Reflexionen zu analysieren. Konventionelle Systeme sind jedoch wetterabhängig und bieten nur begrenzte Auflösung.

Im Projekt »Streamer« entwickeln die Fraunhofer-Institute IWES, HHI und IZM eine innovative Lösung: eine Kette kaskadierter Sensoreinheiten mit jeweils bis zu acht akustischen Sensoren und einer IMU. Dieser Ansatz erlaubt die gerichtete Erfassung von hochaufgelösten Wellenfeldern und tiefere Schleppmessungen. Die verbesserte Signal-Störgeräusch-Trennung erhöht die Robustheit gegenüber Wettereinflüssen. Das Fraunhofer IZM verantwortet die Architektur der Sensorknoten, die Energieversorgung und Miniaturisierung – mit einer zeitsensitiven Sensorauslesung als Highlight.

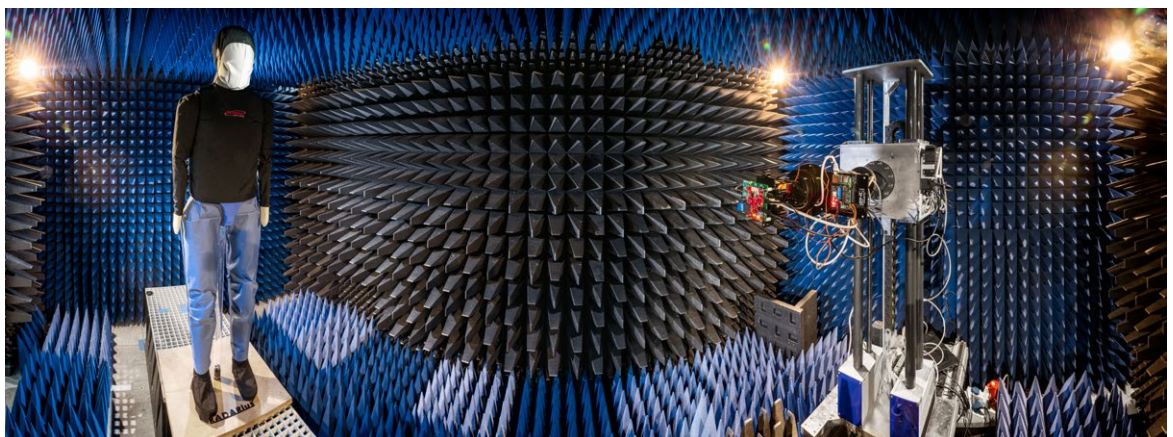
Dynamische Vermessung von kompakten Radarmodulen

Das Fraunhofer IZM entwickelt auf Basis innovativer Packagingtechnologien hochintegrierte, leistungsfähige Radarmodule. Radarsensorik ist derzeit im industriellen wie im häuslichen Umfeld von großem Interesse. Zum Nachweis der geforderten Funktionalität – wie Winkelauflösung, Detektionsbereich (FoV), Geschwindigkeitsmessung und räumliche Lokalisierung – wurde am Institut ein Labor zur dynamischen Vermessung von Radarmodulen eingerichtet. Mithilfe eines 4-Achsen-Roboters und vier zusätzlicher linearer Achsen können Radarmodule und Zielobjekte halbautomatisch positioniert und die Messergebnisse erfasst werden. Für humanzentrierte Anwendungen steht ein 79 GHz-Dummy zur Verfügung. Ein weiteres Highlight ist die Vermessung des Radarquerschnitts (RCS-Werte) beliebiger Körper.

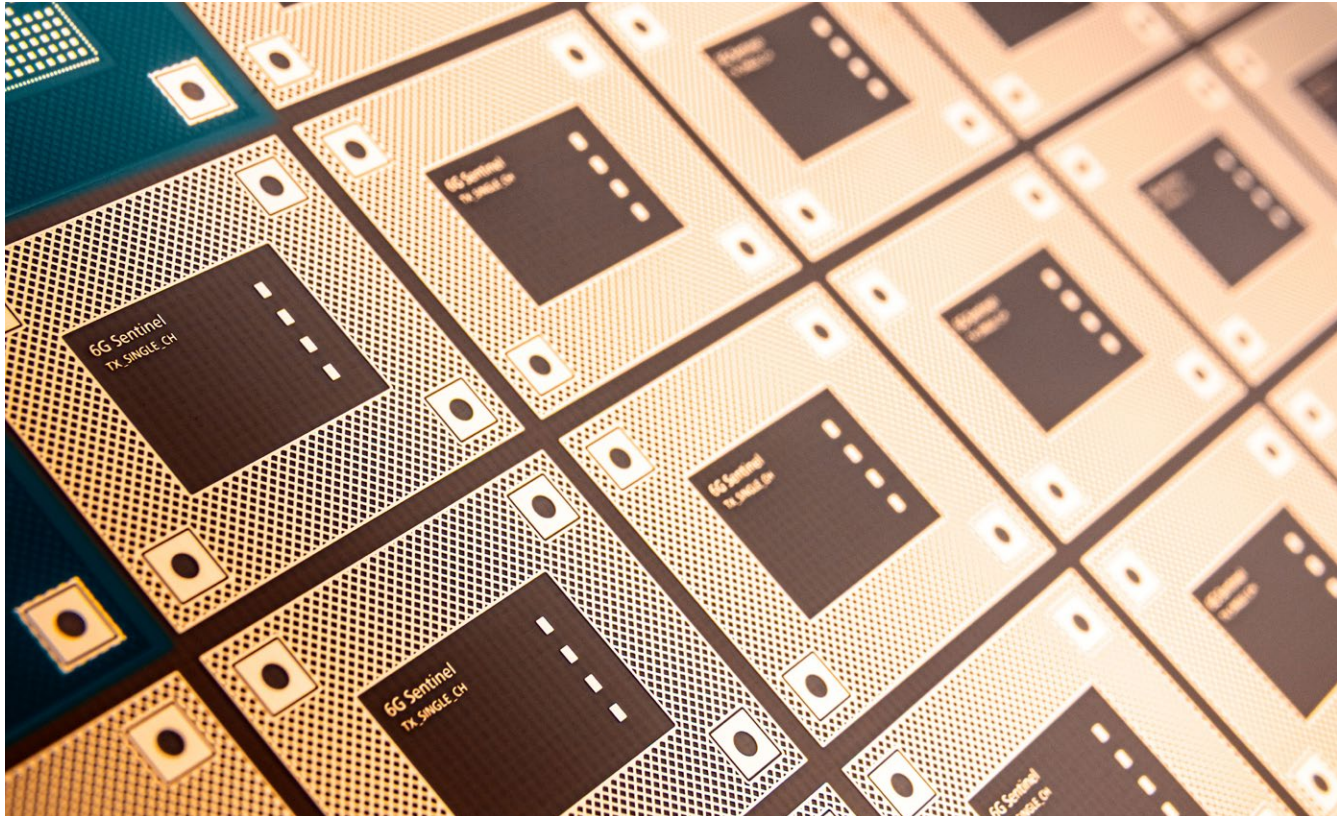


Seismisches Messkabel (Streamer) mit Echtzeitdatenerfassung

Vermessung eines Radarmoduls für den Einsatz in der Sicherheitstechnik mit einem 79 GHz-Dummy



Information und Kommunikation



*6G-Sentinel Embed-
ding Packages mit
integriertem 140GHz-
Verstärker und
Antennenarray*

Die zunehmende Vernetzung stellt die Fertigungstechnologien für Systeme von Informations- und Kommunikationstechnik vor besondere Herausforderungen: Für den effizienten Austausch und die Speicherung von Daten werden immer größere Rechenzentren und die Kombination elektrischer und optischer Signale benötigt. Zudem ergibt sich eine weitere Herausforderung aus der digitalen Vernetzung selbst: Es bedarf hier hochdynamischer Netze, die Daten transportieren, verarbeiten und analysieren können. Für derartige Herausforderungen bietet das Fraunhofer IZM umfassende Lösungen, nicht zuletzt dank seiner über 30-jährigen Erfahrung im Bereich Systemintegration.

Product Category Rules für Laptops

Der Informations- und Kommunikationstechnologiesektor ist im Bereich des Product Carbon Footprints sehr aktiv. Ökobilanzen bieten eine umfassende Methodik zur Berechnung des CO₂-Fußabdrucks eines Produkts. Sie dienen der Unterstützung von Kaufentscheidungen, Umsetzung unternehmensweiter Klimapolitik und Identifizierung von Hebeln für Verbesserungen im Produktdesign. All diese Maßnahmen erfordern einen transparenten Ansatz und eine eindeutige Methodik, die bisher nicht standardisiert ist. Angestoßen und finanziert von Google wurde ein branchenweiter Prozess initiiert, um Product Category Rules (PCR) für die Erstellung vergleichbarer Life Cycle Assessments (LCAs) zu entwickeln. Dieser Prozess wird vom Fraunhofer IZM moderiert.

Digitaler Produktpass

Die Forschungslandschaft zum digitalen Produktpass (DPP) hat sich im Jahr 2024 stark von der Konzeptphase zur Pilot- und Demonstrationsphase bewegt. Das Fraunhofer IZM begleitet das Projekt »CIRPASS 2« mit einer Umweltbilanzierung zu potenziellen Auswirkungen des DPP. Im Rahmen eines Fraunhofer-internen Programms, dem Projekt »PACT New«, wurde untersucht, inwiefern Daten aus der Produktherstellung und dem Remanufacturing für

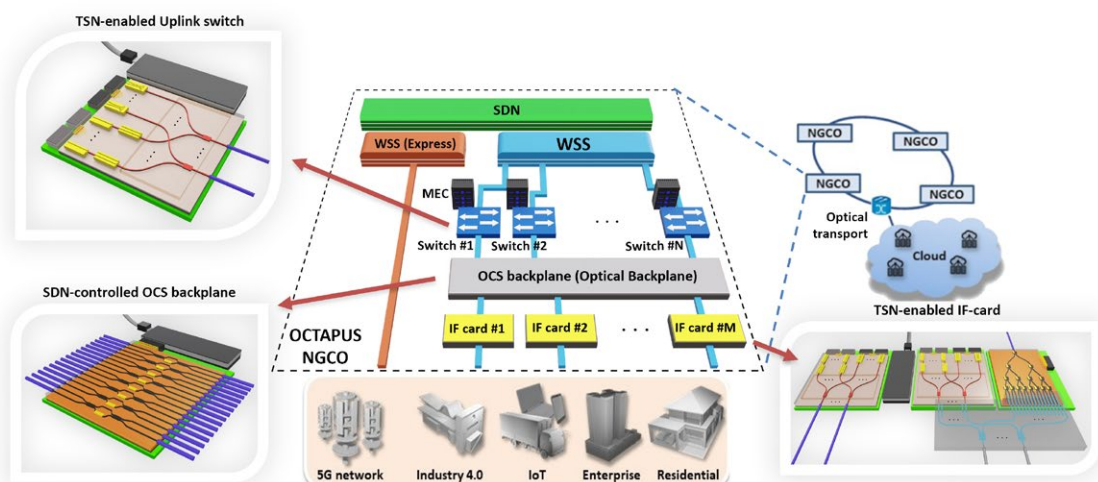
den DPP genutzt werden können. Parallel wurde ein Projekt mit der Industrie durchgeführt – hier besteht weiterhin der Wunsch, sich proaktiv auf die kommenden Anforderungen in den delegierten Rechtsakten der ESPR (Ecodesign for Sustainable Products Regulation) vorzubereiten.

Optische Schaltkreise für ultradynamische, rekonfigurierbare Vermittlungsstellen der nächsten Generation

Das Projekt »OCTAPUS« zielt darauf ab, Kommunikationsnetzwerke entscheidend weiterzuentwickeln, indem Latenzzeiten verringert werden und Time-Sensitive Networking (TSN) implementiert wird. Im Fokus stehen dabei die Re-Konfigurierbarkeit durch Software-Defined Networking (SDN) sowie die Nutzung von Telekommunikationswellenlängen im O- und C-Band.

Das Projekt umfasst die Entwicklung innovativer Komponenten wie Laser, optische Schalter und Diplexer. Die Aufgabe des Fraunhofer IZM besteht darin, Packaging-Konzepte für diese Geräte bereitzustellen, die in Demonstratoren münden, die die im Projekt entwickelten Komponenten veranschaulichen. Um die Leistung und Integration der Geräte zu verbessern, optimiert das Fraunhofer IZM die optische Kopplung und realisiert ein Ausrichtungssystem mit Klebstoffdispensierungsfunktion.

Kommunikationsnetzwerk: OCTAPUS Next Generation Central Office: Time-Sensitive-Networking-Komponenten werden für das Switching, Routing und die Schnittstelle nach außen eingesetzt. Software-Defined-Network-Agenten orchestrieren das System und die Ressourcenteilung mit anderen NGCO



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 die Entwicklung, Prototypenrealisierung und Klein volumenproduktion 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 (bis 300 mm)

- Cu-TSV-Integration (Via-middle-, Via-last-Prozesse)
- Silizium und SiC-Plasmaätzen – DRIE (TSV, Kavitäten)
- Multi-Lagen-Dünnschichtabscheidung (Sputter, CVD, ECD, Photolithographie/LDI (Auflösung bis 0,5 µm), 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, Cu-Demascene)
- Wafer Level Bumping (Cu-Pillar, SnAg, Ni, Au, In, InSn, AuSn, Cu Nano-Interconnects, Nanoporous Au)
- Waferdünnen und Vereinzeln (Blade, Laser Grooving und Stealth Dicing)
- Waferbonden – permanent, temporär
- Wafer Level Assembly bis 300 mm (D2W)
- Automatisches Inline Wafer-Messsystem für Schichtdicken, Topographien, Rauheiten sowie TTV/ Warpage/Bow
- Vollautomatisiertes, elektrisches Wafer-Messsystem (8"–12")

Prozesslinie zur Substratfertigung

Im Leiterplattenbereich können Vollformatsubstrate mit einer Größe von 460x610 mm² für die Resist- und Leiterplattenlamination vorbereitet, mit Lötstopplacken und Coverlays versehen 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. Leiterbahngeometrien mit einer Breite von bis zu 2 µm sind in der Entwicklung. Das Leistungsangebot:

- Einbetten von passiven und aktiven Komponenten
- Verpressen von Leiterplattensubstraten und Herstellen von feinsten Bohrungen, mechanisch oder mit dem Laser
- Qualitätssicherung und Röntgenmikroskopanalyse

Labor zur Moldverkapselung

Das Labor bietet Bestück- und Verkapselungsverfahren, Material- und Packageanalyse und die Zuverlässigkeitscharakterisierung. Der Schwerpunkt liegt auf FO-WLP/PLP, Sensor-Packages mit freigestellter Oberfläche und Power-SiPs. Die Übertragung in die industrielle Fertigung ist durch Verwendung produktionsstauglicher Maschinen gegeben.

- Präzisionsbestückung und Compression Molding auf Wafer- und Panelebene (610x460 mm²)
- Umverdrahtung in 2D und 3D (TMV)
- Transfer Molding von SiPs für Sensorik und Power
- Prozesssimulation und Ermittlung von Materialmodellen

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 Dampfphasenvakuumlötlage
- Hermetizitätsmessstand
- Flussmittelfreies Löten von Baugruppen mit Ameisensäure-technologie in Stickstoff- und Dampfphasenatmosphäre
- Lecksuche inkl. Probenlagerung unter Heliumdruck bis 10bar

Photoniklabor

- 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
- Fs-Schreibprozesse und thermischer Ionenaustausch für die integrierte Optik in Gläsern

Quantenlabor

- 3D-Glasstrukturierung durch selektives fs-Laserätzen
- 2PP-Druck von mikrooptischen Interconnects/Linsen
- Laser-Sealing hermetischer Kavitäten (Vakuum/Gas)
- Automatisierte Bekopplung von Quantenchips/PICs
- Charakterisierung von optischen Feldern (SNOM)

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

Langzeittest- und Zuverlässigkeitslabor

- Schnelle Temperaturwechseltests: -65 °C bis 300 °C
- Temperaturlagerung bis 350 °C
- Bauteil- und Baugruppenqualifikation nach AEC, IPC, JEDEC

Power Lab

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

Design

Hochfrequenzlabor

- 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 und Testumgebung für drahtlose Kommunikationssysteme im Multi-Gigabit- und Terabit-Bereich
- Antennenmesssystem bis 330 GHz
- Testumgebung für Millimeterwellenmodule für Radar und Kommunikation, Signalquelle & 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 10m langer Batterieentwicklungs- und Montagelinie
- Labor für textilintegrierte Elektronik (TexLab)
- Photoelektronenspektroskopie und Electron Spectroscopy for Chemical Analysis (ESCA)
- Korrosionslabor (CoALa)
- Electronics Condition Monitoring Labor für Funktionstests (Umgebungs-, Feuchte- und Vibrationsbeanspruchung)
- Qualifikations- und Prüfzentrum für elektronische Baugruppen (QPZ)
- Labor für thermomechanische Zuverlässigkeit und Werkstoffcharakterisierung
- Thermal & Environmental Analysis Lab

den



Mitschreiben war gestern. Gezückte Handys und Kameras sind heute ein sicheres Indiz für großes Interesse an wissenschaftlichen Vorträgen, hier bei der Electronics Goes Green im Juni in Berlin



Events & Nachwuchsförderung

Gemeinsam Wissen schaffen und kommunizieren – das Veranstaltungsjahr 2024

Mit Blick auf Veranstaltungen war 2024 für das Fraunhofer IZM geprägt durch internationale Begegnungen und neue wissenschaftliche Impulse. Ob auf hochkarätigen Konferenzen wie der IEEE ESTC oder der Electronics Goes Green, bei Fachmessen wie der PCIM Europe oder in interaktiven Formaten wie der Lab Week und dem GreenICT Camp: Das IZM präsentierte seine Forschung, diskutierte neue technologische Entwicklungen und vertiefte internationale Kooperationen.

In Online-Reihen wie »Powering the Future« oder »Advanced Substrates beyond PCB« wurden zukunftsweisende Themen wie Leistungselektronik auf Basis sehr schnell schaltender Halbleiter und innovative Substrattechnologien einem breiten Fachpublikum zugänglich gemacht. Auch das Thema Nachhaltigkeit zog sich als roter Faden durch das Jahr – sichtbar in Formaten wie den Green ICT Courses oder der Teilnahme am STADTRADELN.

Der intensive Besuchsaustausch – unter anderem mit dem Fraunhofer-Präsidenten, dem französischen Forschungsminister und dem Vorsitzenden der taiwanesischen Technologie-Forschungseinrichtung ITRI – unterstreicht die zentrale Bedeutung der internationalen Vernetzung für das Fraunhofer IZM.

Auf den folgenden Seiten finden Sie einen Überblick der vielfältigen Veranstaltungen und Begegnungen des Jahres 2024.

Events



Fraunhofer-Präsident Prof. Dr. Holger Hanselka ist nach dem Besuch am Fraunhofer IZM-ASSID noch sicherer, dass Fraunhofer im EU-Chips-Act eine bedeutende Rolle spielt

Fraunhofer-Präsident erkundet Halbleiterforschung in Dresden

Im Januar 2024 besuchte Prof. Dr. Holger Hanselka, der Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, im Rahmen seiner Antrittsreise das Fraunhofer IZM-ASSID in Dresden. Im Reinraum gaben Standortleiterin Dr. Manuela Junghänel und IZM-Institutsleiter Prof. Dr. Martin Schneider-Ramelow einen Einblick in die Herstellung von Detektoren im Pilotmaßstab, die für die neueste Generation von Computertomografen auf Wafer-Technologien basieren. Darüber hinaus erläuterten sie die zukünftigen Ziele des Standorts, insbesondere den Ausbau des »Center for Advanced CMOS & Hetero Integration Saxony« (CEASAX) in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IPMS-CNT. Prof. Dr. Hanselka hob die Bedeutung des Dresdner Standorts für die Umsetzung des europäischen Chips-Acts hervor und würdigte das Engagement der Forscher*innen.

Fraunhofer IZM stellt ASTROSE auf der CIGRE 2024 in Paris vor

Ende August 2024 stellte das Fraunhofer IZM sein innovatives Power Line Monitoring System ASTROSE auf dem weltweit führenden Fachkongress für Hochspannungstechnik – der CIGRE in Paris – vor. An Stand 146 der begleitenden technischen Ausstellung zeigte das IZM-Team die neuesten Funktionen des Systems. Im Fokus standen dabei insbesondere die Eisdetektion und die Steigerung der Stromtragfähigkeit elektrischer Leitungen – zwei Schlüsselfaktoren für einen sicheren und leistungsfähigen Netzbetrieb. Die CIGRE bot dem Fraunhofer IZM eine ideale Bühne, um technologische Fortschritte im Bereich der intelligenten Netzüberwachung zu zeigen und sich mit Fachleuten aus Forschung, Industrie und Energieversorgung international zu vernetzen.

Experten-Online-Reihe »Powering the Future – Innovative Technologies for Power Electronics Modules with SiC and GaN Semiconductors«

Die Expert-Sessions »Powering the Future – Innovative Technologies for Power Electronics Modules with SiC and GaN Semiconductors« des Fraunhofer IZM fanden von Januar bis März 2024 statt und thematisierten die Potenziale von Wide-Bandgap (WBG)-Halbleitern auf Basis von Siliziumkarbid (SiC) und Galliumnitrid (GaN) für die Leistungselektronik. Diese Materialien ermöglichen durch höhere Schaltgeschwindigkeiten sowie höhere Spannungs- und Temperaturbeständigkeit eine signifikante Miniaturisierung und Effizienzsteigerung von Systemen, was insbesondere für Anwendungen in der Elektromobilität und bei erneuerbaren Energien von Bedeutung ist.

In fünf Online-Sessions gaben Expert*innen des Fraunhofer IZM praxisnahe Einblicke in aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen der Leistungselektronik, beleuchteten neueste Ansätze und Technologien und gingen detailliert auf Anwendungsszenarien sowie die Chancen und Herausforderungen bei der maßgeschneiderten Entwicklung von Leistungselektronikmodulen ein.

Französischer Botschafter François Delattre zu Besuch am Fraunhofer IZM

Am 29. April 2024 besuchte der französische Botschafter François Delattre das Fraunhofer IZM in Berlin, um sich von der erfolgreichen Zusammenarbeit zwischen Deutschland und Frankreich in der Forschung zu überzeugen. Bereits seit Jahren bestehen enge Kooperationen, die nun weiter ausgebaut werden, insbesondere in den Bereichen Mikroelektronik für die Elektromobilität, integrierte Sensorik und dem Schutz kritischer Infrastrukturen. Im Gespräch mit Institutsleiter Prof. Dr. Martin Schneider-Ramelow erhielt der Botschafter einen tiefen Einblick in die deutsch-französischen und gesamteuropäischen Vorhaben für Innovationstransfer und Technologiesouveränität.

Besonders interessiert zeigte sich Delattre am Modell der »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland«, da es kleinen und mittelständischen Unternehmen ermöglicht, sich unabhängiger von den Bedingungen der Hochvolumenfertigung zu machen.



Michael Schiffer zeigt der französischen Delegation die Start-A-Factory und den Reinraum des Fraunhofer IZM

Auswahl von IZM-Veranstaltungen

Expert-Session-Series »Powering the Future - Innovative Technologies for Power Electronics Modules with SiC and GaN Semiconductors«

Januar – März 2024, online

Green ICT Courses

Februar-November 2024, online

Electronics Goes Green 2024

Juni 2024, Berlin

Expert-Session-Series »Advanced Substrates beyond PCB«

Oktober-Dezember 2024, online

E-Textiles Conference 2024

November 2024, Berlin



*Ulf Oestermann präsentiert die »Future Packaging«-Produktionslinie und steht den Besucher*innen während der Linienführungen Rede und Antwort*

Goodbye SMTconnect – Good Morning Future Packaging!

Im Juni vergangenen Jahres fand die SMTconnect zum letzten Mal statt. Die Fertigungslinie »Future Packaging« hat deshalb ihr Konzept weiterentwickelt und startet nun an anderer Stelle durch.

Was in den späten 1990er Jahren begann, wuchs kontinuierlich und vereinte zuletzt 19 Linienteilnehmer und Mitaussteller auf einer Fläche von 1200 m². Die 52 m lange »Future Packaging«-Linie zeigte live, wie Maschinen verschiedener Hersteller in der Elektronikfertigung perfekt zusammenarbeiten, um Platinen zu bestücken. Die Linienführungen zogen zahlreiche Fachbesucher*innen an und entwickelten sich zu einem der größten Anziehungspunkte der Messe. Bei ihrer letzten Ausgabe zählte der »Future Packaging«-Stand beeindruckende 2.700 Besucher*innen an den drei Messetagen. Doch die »Future Packaging« war weit mehr als nur eine technische Ausstellung – sie stand für Innovation und gelebte Zusammenarbeit in der Elektronikfertigung. Durch ihre kontinuierliche Weiterentwicklung und die Präsentation modernster Fertigungstechnologien wurde sie zu einem unverzichtbaren Highlight der Messe. Die SMTconnect mag nun Vergangenheit sein, nicht aber das Konzept der Future Packaging Linie. Eine erste Weiterentwicklung ist für die Productronica in München geplant.

Veranstaltungen mit IZM-Beteiligung (Auswahl)

embedded world 2024	April 2024, Nürnberg
techtextil 2024	April 2024, Frankfurt am Main
connecticum 2024	April 2024, Berlin
iCCC2024	Mai 2024, Cottbus
ECTC 2024	Mai 2024, Denver (USA)
PCIM Europe 2024	Juni 2024, Nürnberg
Sensor+Test 2024	Juni 2024, Nürnberg
SMTconnect 2024	Juni 2024, Nürnberg
3D & Systems Summit	Juni 2024, Dresden
SEMICON WEST 2024	Juli 2024, San Francisco (USA)
CIGRE 2024	August 2024, Paris (FR)
Green ICT Camp 2024	September 2024, Berlin
IEEE ESTC 2024	September 2024, Berlin
IMAPS International Symposium	Oktober 2024, Boston (USA)
Green ICT Connect 2024	Oktober 2024, Berlin
COMPAMED 2024	November 2024, Düsseldorf
MEDICA 2024	November 2024, Düsseldorf
Electronica 2024	November 2024, München
SEMICON Europa 2024	November 2024, München

iCampus Cottbus Konferenz 2024

Am 15. und 16. Mai 2024 fand in Cottbus die iCampus Cottbus Konferenz (iCCC2024) statt, die sich mit der Bedeutung von Sensorik, MEMS und Künstlicher Intelligenz für die Industrie 4.0, Umwelt und Energie befasste. Die Konferenz vereinte Fachleute aus Forschung und Industrie, um aktuelle Trends und Entwicklungen im Bereich der Mikrosensorik für industrielle Anwendungen zu präsentieren und den Wissensaustausch zu fördern. Als Mitorganisator und Aussteller war das Fraunhofer IZM aktiv beteiligt und stellte seine neuesten Forschungsergebnisse vor. Besonders im Fokus standen die Aktivitäten der IZM-Außenstelle »Hochfrequenz-Sensoren & High-Speed Systeme«, die unter der Leitung

von Prof. Dr. Dr. Ivan Ndip an innovativen Radar- und Näherungssensor-Systemen sowie an High-Speed- Modulen, -Packages und -Boards forscht.

Klimafreundlich unterwegs – das Fraunhofer IZM beim STADTRADELN

Im Juni 2024 nahm das Fraunhofer IZM erneut am deutschlandweiten Wettbewerb STADTRADELN teil. Ziel der Aktion: 21 Tage lang möglichst viele Alltagswege klimafreundlich mit dem Fahrrad zurückzulegen – ob auf dem Weg zur Arbeit, beim Einkaufen oder in der Freizeit. Mit großer Motivation und sportlichem Ehrgeiz beteiligten sich 60 Mitarbeitende aus verschiedenen Abteilungen des IZM und traten gemeinsam kräftig in die Pedalen. Das Ergebnis kann sich sehen lassen: Insgesamt legte das Team beeindruckende 15.000 Kilometer auf dem Fahrrad zurück. Diese gemeinschaftliche Leistung hatte nicht nur positive Effekte auf Fitness und Teamgeist, sondern vor allem auch auf das Klima: Durch die eingesparten Autofahrten konnten über 2,5 Tonnen CO₂ vermieden werden.

Electronics Goes Green 2024+: From Silicon to Sustainability

Mitte Juni 2024 richtete das Fraunhofer IZM zum siebten Mal die Electronics Goes Green 2024+ aus, eine der größten internationalen Konferenzen zum Thema Nachhaltigkeit in der Elektronik. Mehr als 360 Teilnehmende aus Wissenschaft, Industrie und Politik trafen sich in Berlin, um gemeinsam innovative Technologien, nachhaltige Prozesse und politische Maßnahmen zur Reduzierung von Umweltwirkungen elektronischer Geräte zu erörtern. In den Keynotes ging Todd Brady (Intel) auf die Herausforderungen und Potenziale einer nachhaltigeren Halbleiterproduktion ein, während Mads Kogsgaard Hansen (Bang & Olufsen) zirkuläre Ansätze vorstellte, die nachhaltige Innovationen in der Unterhaltungselektronik fördern. Das vielseitige Konferenzprogramm umfasste über 160 Fachbeiträge von 151 Vortragenden. Ergänzt wurde die Veranstaltung durch interaktive Workshops, Unternehmensbesuche und zahlreiche Gelegenheiten für den fachlichen sowie persönlichen Austausch.

Die Electronics Goes Green 2024+ setzte damit einmal mehr ein starkes Signal für die dringend notwendige Transformation der Elektronikbranche hin zu mehr Nachhaltigkeit.

ITRI-Vorsitzender Prof. Dr. Tsung-Tsong Wu zu Gast am Fraunhofer IZM

Am 27. August 2024 stattete Prof. Dr. Tsung-Tsong Wu, der Vorsitzende des Industrial Technology Research Institute (ITRI) aus Taiwan, dem Fraunhofer IZM einen Besuch ab. Das Treffen vertiefte die bereits langjährige Partnerschaft zwischen ITRI und dem Fraunhofer IZM, die seit 1998 besteht. In einem strategischen Austausch mit Institutsleiterin Prof. Dr. Ulrike Ganesh und Vertreter*innen der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) wurden zukünftige Kooperationsmöglichkeiten in den Bereichen Halbleitertechnologien, Generative KI und Green ICT besprochen. Ziel des Treffens war es, die bestehende Zusammenarbeit weiter auszubauen und die Innovationskraft beider Institute zu stärken, um eine führende Rolle in der globalen Mikroelektronik- und Nachhaltigkeitsforschung zu sichern.

*Die Technical Chairs Alexandra Morozov (rechts außen) und Dr. Nils F. Nissen (2. von links) mit den Gewinner*innen des Best Paper und Best Poster Awards der EGG 2024+*





*Der Französische Forschungsminister Patrick Hetzel zusammen mit Institutsleiterin Prof. Ulrike Ganesh, dem stellvertretenden Institutsleiter Rolf Aschenbrenner sowie Dr. Charles-Alix Manier und Dr. Tekfouy Lim und Begleiter*innen der Französischen Botschaft*

Besuch des französischen Forschungsministers Patrick Hetzel

Am 8. November 2024 empfing das Fraunhofer IZM Patrick Hetzel, den französischen Minister für Hochschulbildung und Forschung. Neben Institutsleiterin Prof. Dr. Ulrike Ganesh und dem stellvertretenden Institutsleiter Rolf Aschenbrenner nahmen auch Fraunhofer-Forscher*innen mit französischen Wurzeln teil. Im Fokus des Treffens standen Schlüsseltechnologien wie High Performance Computing, Quanten-Elektronik, Hardwaresicherheit und Nachhaltigkeit, sowie die Technologiesouveränität Europas im Halbleiterbereich. Die Gespräche betonten die Notwendigkeit, Abhängigkeiten von globalen Lieferketten zu verringern und die Zusammenarbeit zwischen Industrie und Forschung zu intensivieren, um Europas Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Der Besuch baut auf einem Austausch mit dem französischen Botschafter François Delattre im April auf und verdeutlicht die Bedeutung der deutsch-französischen Kooperation für die Zukunft Europas.

Die IEEE ESTC Conference 2024 in Berlin

Die 10. IEEE Electronics System-Integration Technology Conference (ESTC) fand vom 11. bis 13. September 2024 im MOA Hotel in Berlin statt und war ein voller Erfolg. Unter der Leitung von Dr. Tanja Braun, Abteilungsleiterin am Fraunhofer IZM und General Chair der Konferenz, trug die Veranstaltung

maßgeblich zum Austausch über die neuesten Entwicklungen in der elektronischen Systemintegration bei. Mit rund 430 Teilnehmer*innen aus 27 Ländern und einem umfangreichen Programm, das vier Keynotes, 117 Vorträge und 46 Posterpräsentationen umfasste, wurden aktuelle Themen wie Advanced Packaging, Wafer-Level-Packaging sowie die Zuverlässigkeit elektronischer Geräte und der Leistungselektronik behandelt. Ein besonderes Highlight der Konferenz war die begleitende Fachmesse, auf der über 40 Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus der ganzen Welt ihre Dienstleistungen präsentierten. Viele Konferenzbesucher*innen nutzten die Pausen, um sich über aktuelle Trends zu informieren, neue Kontakte zu knüpfen oder alte Bekanntschaften wiederaufleben zu lassen.

Expert*innen-Online-Reihe »Advanced Substrates beyond PCB«

Im Jahr 2024 organisierte das Fraunhofer IZM die Online-Expert*innenreihe »Advanced Substrates beyond PCB«, die sich mit innovativen Substrattechnologien jenseits der herkömmlichen Leiterplatten beschäftigte. Diese vierteilige Serie richtete sich an Fachleute aus Industrie, Wissenschaft und Politik und vermittelte tiefgehende Einblicke in die fortschrittlichen Lösungen für die Elektronik der nächsten Generation. Im Fokus standen Technologien, die den steigenden Anforderungen an Miniaturisierung, Leistungsfähigkeit und Nachhaltigkeit gerecht werden.

Die Themen reichten von Fan-out Wafer- und Panel-Level-Packaging als Plattform für 2D- und 2.5D-Systemintegration über die Integration von III-V-RFICs in Antenne-in-Package-Module für 5G/6G-Anwendungen bis hin zu hochdichten organischen Substraten und Glas-Kern-Substraten. Die Veranstaltungsreihe, die von Ende Oktober bis Anfang Dezember 2024 stattfand, bot eine wertvolle Gelegenheit für den Austausch über aktuelle Entwicklungen und zukünftige Trends in der Substrattechnologie und leistete somit einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung dieses Schlüsselbereichs der Elektronik.

Lab Week 2024 – Einblicke in die Forschung

Im Rahmen der Lab Week 2024 öffneten für fünf Tage zahlreiche Labore am Fraunhofer IZM ihre Türen. Mitarbeitende hatten die Gelegenheit, in insgesamt 18 Laboren einen direkten Einblick in die laufenden Forschungsarbeiten aller vier Abteilungen zu gewinnen. In 33 Führungen – davon neun auf Englisch – erklärten 23 engagierte Lab-Guides und Co-Organisator*innen anschaulich, woran im Institut geforscht, entwickelt und getestet wird. Insgesamt nahmen 208 Kolleg*innen an den Touren teil – deutlich mehr als im Vorjahr mit 172 Teilnehmenden. Die Lab Week bietet so eine wertvolle Möglichkeit, über den fachlichen Tellerrand hinauszublicken und die Vielfalt der Forschung am eigenen Institut kennenzulernen.

Green ICT Courses

Digital und nachhaltig – im Jahr 2024 organisierte das Fraunhofer IZM im Rahmen des Kompetenzzentrums »Green ICT @ FMD« eine Online-Seminar-Reihe, die sich mit der ökologischen Transformation der IKT-Branche beschäftigte. Die fünf Green ICT Courses von Februar bis November 2024 behandelten verschiedene Themen im Bereich nachhaltiger IKT-Technologien, angefangen bei der Vorstellung einer drahtlosen, autarken miniaturisierten Sensor-Aktor-Plattform bis hin zu Herausforderungen und Lösungsansätzen zur Verringerung des ökologischen Fußabdrucks in der Fertigung von elektronischen Baugruppen. Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Ökobilanzierung und der Klimaneutralität von IKT sowie der Entwicklung von praxisorientierten Werkzeugen zur Umweltbewertung. Darüber hinaus wurden die ökologischen Herausforderungen der Halbleiterproduktion und der Ressourcenverbrauch entlang der gesamten Prozesskette thematisiert. Den Abschluss bildete ein Vortrag, der die oft unsichtbaren ökologischen Auswirkungen der digitalen Welt beleuchtete. Die Seminarreihe bot Fachleuten aus Industrie und Forschung umfassende Einblicke und Lösungsansätze für eine nachhaltigere IKT-Branche.

E-Textiles Konferenz 2024

Vom 19. bis 21. November 2024 lud das Fraunhofer IZM zur sechsten E-Textiles Konferenz ins Fraunhofer Forum Berlin. Gesponsort von IEEE und IEEE-EPS bot die Veranstaltung eine wichtige Plattform für den internationalen Austausch über die neuesten Entwicklungen in der elektronischen Textiltechnologie.

Mit 149 registrierten Teilnehmenden aus Wissenschaft und Industrie war die Konferenz ein herausragendes Ereignis im Bereich der smarten Textilien. Das vielfältige Programm umfasste 30 Vorträge, verteilt auf sechs thematische Sessions, sowie 38 Posterpräsentationen. Zwei Keynotes, zwei Podiumsdiskussionen, eine Industry Pitch Session und elf Aussteller rundeten die Veranstaltung ab. Zu den acht eingeladenen Sprecher*innen zählten unter anderem auch die IZM-Wissenschaftler*innen Dr. Max Marwede und Sigrid Rotzler. Die Themen der Invited Talks reichten von nachhaltigen und zirkulären Ansätzen bis hin zu innovativen Anwendungen in der Medizintechnik und Fertigungstechnologien.

Die Teilnehmenden der E-Textiles Konferenz 2024 nutzen die Kaffeepause zum Netzwerken und zum Besuch der Begleitmesse

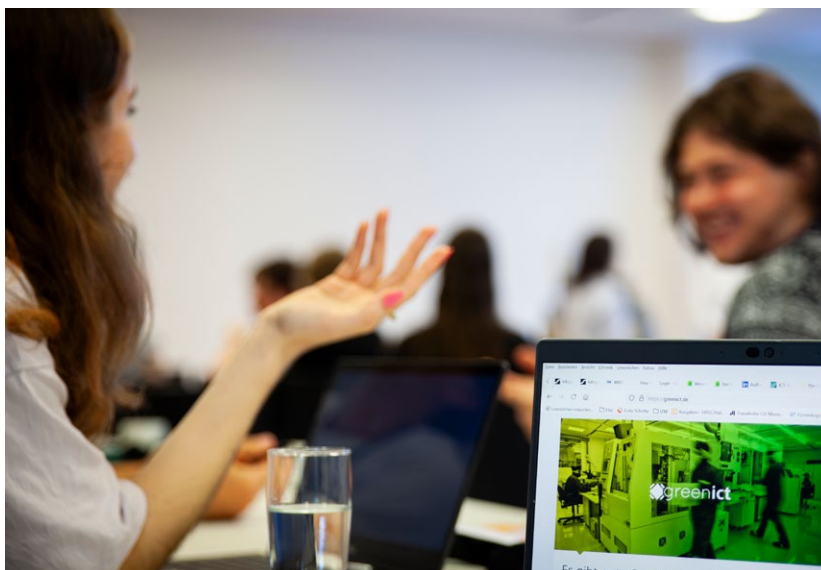


Die Konferenz förderte nicht nur den wissenschaftlichen Austausch, sondern auch die Vernetzung zwischen Forschungseinrichtungen und der Industrie, um die Entwicklung und Anwendung von E-Textiles voranzutreiben.

GreenICT Camp – Nachhaltige Elektronik erleben

Vom 2. bis 6. September 2024 veranstaltete das Kompetenzzentrum Green ICT@FMD gemeinsam mit dem Fraunhofer IZM und dem Ferdinand-Braun-Institut ein einwöchiges Camp in Berlin für über 40 Studierende. In interaktiven Workshops mit Forschenden, praktischen Übungen an aktueller Elektronik, Exkursionen zu Unternehmen sowie Kamingesprächen mit Vertreter*innen aus der Politik erhielten die Teilnehmenden spannende Einblicke in die Forschungslandschaft und Infrastruktur rund um ressourcenschonende Informations- und Kommunikationstechnologien. Das erfolgreiche Format wird 2025 in Kooperation mit dem Fraunhofer IIS fortgesetzt. Das Fraunhofer IZM wird dabei erneut sein Know-how in den Bereichen Ökobilanzen und Ökodesign einbringen.

Beim ersten »Green ICT Camp« der FMD trafen sich 40 Studierende fünf Tage lang, um sich intensiv mit ökologischer nachhaltiger Mikroelektronik auseinanderzusetzen – mitorganisiert vom Fraunhofer IZM



Nachwuchsförderung am Fraunhofer IZM

Die Förderung junger Talente hat am Fraunhofer IZM seit vielen Jahren einen hohen Stellenwert. Das Institut bietet vielfältige Möglichkeiten, technische Berufe kennenzulernen und erste praktische Erfahrungen zu sammeln. Die hohe Qualität der Ausbildung wurde den Kolleg*innen 2024 gleich zweifach auch von außen bestätigt: die Industrie- und Handelskammer (IHK) Berlin ehrte das Institut mit dem Siegel für »Exzellente Ausbildungsqualität« und Tobias Herrmann, Auszubildender im Bereich Oberflächenbeschichtung, wurde als Jahrgangsbester seines Fachs in Zwickau ausgezeichnet.

Fraunhofer IZM bildet Fachkräfte von morgen aus

Im Jahr 2024 wurden die Aktivitäten im Ausbildungsbereich weiter intensiviert. Aktuell absolvieren sieben Auszubildende eine Lehre in der Mikrotechnologie, ein Auszubildender spezialisiert sich auf Oberflächenbeschichtung, und eine Auszubildende wird zur Kauffrau für Bürokommunikation ausgebildet. Zusätzlich wird ein externer Verbund-Azubi betreut. Durch die praxisnahe Ausbildung und die enge Zusammenarbeit mit Forschungsteams erhalten die Auszubildenden wertvolle Einblicke in zukunftsweisende Technologien und innovative Arbeitsfelder.

Auch das Praktikumsangebot wurde 2024 ausgebaut: Insgesamt 30 Jugendliche sammelten praktische Erfahrungen in 15 Arbeitsgruppen des Fraunhofer IZM und des IZM-ASSID, wobei jede Gruppe ein bis zwei Praktikant*innen anleitete und begleitete. Zudem bot das Institut einer EnterTechnik-Praktikantin die Möglichkeit, in technische Berufe hinein-zuschnuppern. Ergänzend dazu engagierten sich zwei junge Menschen im Rahmen eines Freiwilligen Ökologischen Jahres (FÖJ) für nachhaltige Technologien und Umweltverträglichkeit in der Elektronikbranche.

Enge Zusammenarbeit mit dem Gabriele-von-Bülow-Gymnasium

Das Fraunhofer IZM engagiert sich jedoch nicht nur in der Ausbildung, sondern ebenso in der frühen Nachwuchsförderung. Hier ist vor allem die Partnerschaft mit dem Gabriele-von-Bülow-Gymnasium hervorzuheben, die im Jahr 2024 durch verschiedene Aktivitäten weiter vertieft wurde. So fand ein Social-Media-Workshop statt, bei dem Schüler*innen am IZM-Format »μ fragt nach« mitwirkten. Zudem war Institutsleiter Prof. Martin Schneider-Ramelow zu Gast im Schul-Podcast »DeMasked« und hielt eine Vorlesung zur Studienorientierung für die Schüler*innen. Auch beim Career Day des Gymnasiums war das Fraunhofer IZM vertreten: Ausbilder Sven Schmidt und IZM-Auszubildende informierten über die verschiedenen Karrierewege am Institut.

Ein besonderes Highlight im vergangenen Jahr war ein gemeinsames Umweltprojekt: 32 Schüler*innen der Partnerschule testeten eine neu entwickelte IZM-App vor ihrer Veröffentlichung und lieferten den Entwickler*innen wertvolles Feedback. Solche Kooperationen ermöglichen es den Jugendlichen, sich praxisnah mit aktuellen Forschungsthemen auseinanderzusetzen und eigene Interessen in Wissenschaft und Technik zu entdecken.

Girls' Day 2024: Technik hautnah erleben

Seit über 20 Jahren begeistert das Fraunhofer IZM Schülerinnen am Girls' Day für technische Berufe – so auch 2024. Im April besuchten interessierte Schülerinnen des Gabriele-von-Bülow-Gymnasiums das Institut und erhielten spannende Einblicke in die Welt der Mikroelektronik. Nach einer Einführung in die Forschungsarbeit konnten sie selbst aktiv werden: Sie löteten elektrische Schaltungen, stellten Batterien aus Obst her und untersuchten die Bestandteile nachhaltiger Smartphones.

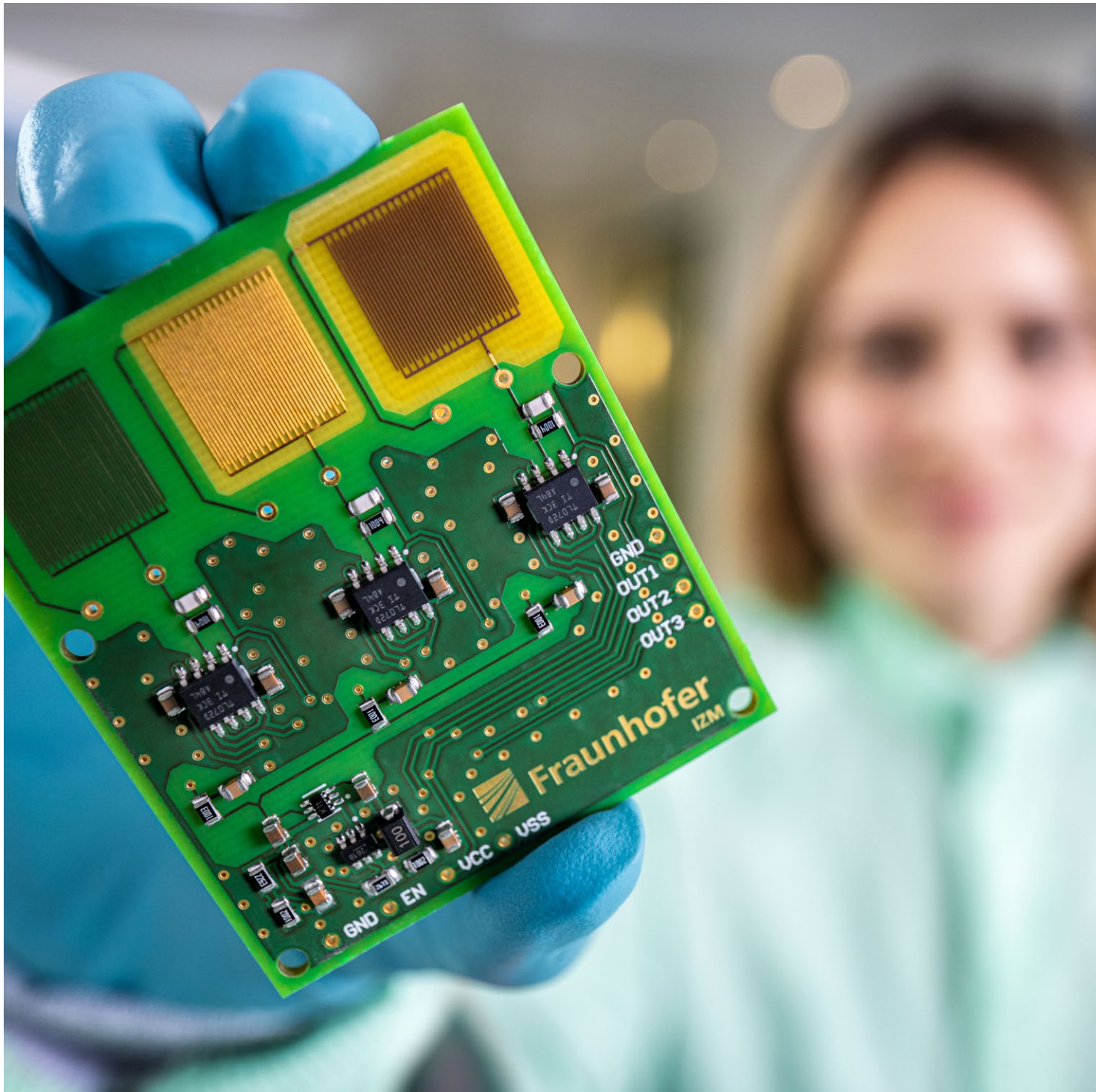
Am Nachmittag war der Ingenieursgeist der Teilnehmerinnen gefragt: Bei der Marshmallow-Challenge galt es Kreativität, Grips und Geschick unter Beweis zu stellen, um aus Spaghetti und Schaumzucker einen möglichst hohen Turm zu bauen.

Ein Highlight war der Besuch des Reinraums, wo sie den Produktionsprozess von Wafern kennenlernen durften. Die praxisnahen Erfahrungen kamen bei den Teilnehmerinnen sehr gut an – viele zeigten großes Interesse an einem zukünftigen Praktikum am Fraunhofer IZM.

Wie werden eigentlich Wafer bearbeitet? Das konnten sich die Girls' Day-Teilnehmerinnen live im Reinraum anschauen



Facts & Figures



Das Fraunhofer IZM in Zahlen und Fakten

Finanzielle Situation

Wachstum und Stabilisierung kennzeichneten das Jahr 2024 für das Fraunhofer IZM. Dabei stieg der Umsatz des Instituts erneut deutlich um 6,3 Prozent auf 45 Millionen Euro. Die Erträge aus der Forschung im direkten Auftrag von deutschen und internationalen Industrieunternehmen sowie Wirtschaftsverbänden konnten im Jahr 2024 auf 18 Millionen Euro gesteigert werden, eine Steigerung von 2 Millionen Euro gegenüber den besten Ergebnissen der Vorjahre. Das Fraunhofer IZM deckte so 40 Prozent seiner Kosten durch Aufträge aus der Wirtschaft. Insgesamt blieb das Volumen der extern finanzierten Projekte stabil bei 33,9 Millionen Euro; so konnten 75,4 Prozent des Betriebshaushalts durch eingeworbene externe Erträge finanziert werden.

Geräteinvestitionen

Für laufende Ersatz- und Erneuerungsinvestitionen wurden 2024 Eigenmittel in Höhe von mehr als 1,9 Millionen Euro aufgewandt. Mit diesen Mitteln wurde die Geräteausstattung des Fraunhofer IZM in gezielten Einzelmaßnahmen verbessert und die Effizienz vorhandener Anlagen erhöht. Weitere 1,7 Millionen Euro wurden verwendet, um verschiedene kleinere Baumaßnahmen durchzuführen. Hierbei wurden Detailverbesserungen und Anpassungen vorgenommen, um die Leistungsfähigkeit des Fraunhofer IZM zu erhöhen und neue Anforderungen der Arbeitssicherheit umzusetzen.

Der im Jahr 2023 gestartete Aufbau einer Forschungsfabrik im Bereich Mikroelektronik für Quanten- und neuromorphes Computing (FMD-QNC) wurde 2024 fortgeführt. Ziel dieses Konsortiums ist es, zukünftig die technologischen Bedarfe der an QC/NC-Technologien forschenden Expert*innen in Deutschland bestmöglich zu bedienen und so die Brückenfunktion zwischen Grundlagenforschung, industrieller Fertigung und Anwendung einzunehmen. Es sollen Leistungen von der Vorlauforschung über die Technologieentwicklung bis hin zur Pilotfertigung angeboten werden. Das Fraunhofer IZM hat 2024 weitere 2,9 Millionen Euro für Geräte und Anlagen eingesetzt.

Die »Next Generation Computing Allianz« von CEA-Leti, Fraunhofer/FMD und Imec plant zusammen mit VTT eine »Testing and Experimentation Facility for Hardware for Edge AI« (TEF).

In diesem Rahmen ist es das Ziel des »PREVAIL«-Projekts, den Kern einer vernetzten Multi-Hub-Technologie-Plattform aufzubauen und in Betrieb zu nehmen. Diese Plattform wird europäischen FuE-Akteuren – von Forschungseinrichtungen über große Industrieunternehmen bis hin zu KMU und Start-ups – High-tech-Kapazitäten für die Herstellung von Prototyp-Chips für neue KI-Anwendungen bieten. Dafür investiert das IZM-ASSID am Standort Dresden mit Mitteln von EU und BMBF insgesamt 12 Millionen Euro. Investitionen in Höhe von 9,2 Millionen Euro konnten im Jahr 2024 bereits realisiert werden.

Mit Unterstützung aus Mitteln des Fraunhofer-Strategiefonds wurde der Aufbau eines Labors für Test und messtechnische Charakterisierung kombinierter Hochfrequenzsensor- und Kommunikationssysteme mit 5G- und 6G-THz-Standards am Standort des Fraunhofer IZM in Cottbus begonnen. Hierfür wurden 0,6 Millionen Euro bereitgestellt.

Personalentwicklung

Die Zahl der Beschäftigten an den IZM-Standorten Berlin, Cottbus und Dresden/Moritzburg konnte bis zum Jahresende 2024 auf 460 Mitarbeiter*innen ausgebaut werden. Darin enthalten sind auch 125 Praktikant*innen, Bachelorand*innen, Masterand*innen und studentische Hilfskräfte, die am Fraunhofer IZM umfassend betreut wurden. Dies unterstreicht die Bedeutung, die das Fraunhofer IZM der Aus- und Weiterbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses beimisst. Das Institut bietet Studierenden die Möglichkeit, ihr Studium mit praktischer wissenschaftlicher Arbeit in den Büros und Laboren des Fraunhofer IZM zu verbinden.

Außerdem stellt sich das Fraunhofer IZM der Aufgabe, Ausbildungsplätze bereitzustellen. Im Jahr 2024 wurden acht Auszubildende in den Berufen Mikrotechnologin/Mikrotechnologe, Oberflächenbeschichterin/Oberflächenbeschichter sowie Kauf-frau/Kaufmann für Büromanagement ausgebildet.

Das Fraunhofer IZM 2024

Budget	45 Millionen Euro
Externe Erträge	33,9 Millionen Euro (entspricht 75,4 Prozent)
Standorte	Berlin, Cottbus und Dresden/Moritzburg
Laborfläche	> 8.000 m²
Mitarbeitende	460 (davon 125 Praktikant*innen, Bachelorand*innen, Masterand*innen und studentische Hilfskräfte sowie 8 Azubis)

Auszeichnungen



V. l. n. r.: Cem Özdemir (Bundesminister für Ernährung und Landwirtschaft und Bundesminister für Bildung und Forschung), Dr.-Ing. Hermann Oppermann (Fraunhofer IZM), Dr. rer. nat. Norwin von Malm (ams OSRAM), Stefan Grötsch (ams OSRAM), Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier und Moderatorin Yve Fehring bei der Verleihung des Deutschen Zukunftspreises 2024 in Berlin

Deutscher Zukunftspreis für Forscherteam von ams OSRAM und Fraunhofer IZM

Ende November 2024 verlieh Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier dem Team um Dr. Norwin von Malm und Stefan Grötsch von ams OSRAM sowie Dr. Hermann Oppermann vom Fraunhofer IZM den Deutschen Zukunftspreis 2024. Diese Ehrung würdigt ihre Entwicklung der LED-Technologie »Digitales Licht«, die nicht nur den Automobilsektor revolutioniert, sondern auch neue Maßstäbe für Effizienz, Sicherheit und Interaktivität setzt.

Das innovative System basiert auf einer Matrix aus 25.600 einzeln ansteuerbaren LEDs, die in einer 320 x 80 Pixel-Anordnung integriert sind. Im Gegensatz zu herkömmlichen Scheinwerfern, die auf zwei Lichtquellen setzen, ermöglicht diese Technologie eine präzise, adaptive Lichtverteilung. So können beispielsweise Autoscheinwerfer die Straße gezielt ausleuchten, ohne den Gegenverkehr oder Fußgänger zu blenden. Diese adaptive Lichtverteilung erhöht die Fahrsicherheit erheblich.

Ein weiterer Vorteil des Systems ist die hohe Energieeffizienz. Im Gegensatz zu passiven Systemen, die Licht erzeugen und anschließend wieder abschirmen, werden bei der digitalen Lichtsteuerung nur die tatsächlich benötigten LEDs aktiviert. Dies reduziert den Energieverbrauch und die Wärmeentwicklung und ermöglicht eine kompakte Bauweise ohne aufwendige Kühlsysteme.

Ein herausragendes Merkmal der Technologie ist die Fähigkeit, Licht nicht nur zur Beleuchtung, sondern auch zur Informationsvermittlung zu nutzen. Die LED-Matrix fungiert als Projektor und kann Piktogramme auf die Straße projizieren, wie etwa eine Schneeflocke bei Frostgefahr oder ein Symbol zur Warnung vor Geisterfahrten. Diese Funktion erweitert die Möglichkeiten der Fahrzeugkommunikation und trägt zur Sicherheit im Straßenverkehr bei.

Die Verleihung des Deutschen Zukunftspreises 2024 durch Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier in Berlin unterstreicht die herausragende Bedeutung dieser Entwicklung für die deutsche Innovationskraft. Der Preis wird jährlich an außergewöhnliche technische, ingenieur- und naturwissenschaftliche Leistungen vergeben und ist mit 250.000 Euro dotiert. Für das Fraunhofer IZM stellt diese Auszeichnung einen bedeutenden Meilenstein dar, da sie die erste des Instituts ist. Insgesamt ist es bereits die zehnte Auszeichnung der Fraunhofer-Gesellschaft mit diesem renommierten Preis.

IMAPS Outstanding Educator Award 2024 geht an Professor Ivan Ndip

Anfang Oktober 2024 wurde Professor Ivan Ndip, Abteilungsleiter am Fraunhofer IZM, mit dem renommierten IMAPS Outstanding Educator Award ausgezeichnet. Mit dieser Ehrung würdigt die International Microelectronics Assembly and Packaging Society (IMAPS) seine herausragenden Verdienste in der Aus- und Weiterbildung im Bereich der Aufbau- und Verbindungstechnik. Die Preisverleihung fand im Rahmen des 57. International Symposium on Microelectronics in Boston, USA, statt, wo der Award von Dr. Beth Keser, der ehemaligen IMAPS-Präsidentin, überreicht wurde.

Ivan Ndip ist seit über 15 Jahren maßgeblich an der Ausbildung von Studierenden sowie der Weiterbildung von Ingenieur*innen beteiligt. Von 2008 bis 2019 lehrte er an der Technischen Universität Berlin und entwickelte dort die ersten Kurse zu Signalintegrität, Powerintegrität und elektromagnetischer Verträglichkeit von Aufbau- und Verbindungstechnologien in mikroelektronischen Systemen. Diese Kurse kombinierten theoretische Grundlagen mit praktischen Laborübungen und bereiteten zahlreiche Studierende auf Karrieren in Wissenschaft und Industrie vor.

*Ivan Ndip wurde mit dem
IMAPS Outstanding Educator
Award ausgezeichnet*



Heute setzt er seine Lehr- und Forschungstätigkeit an der BTU Cottbus-Senftenberg fort, wo er die Professur für Antennen und Hochfrequenz-Systemintegration innehat. Darüber hinaus hat er über 100 Bachelor-, Master- und Promotionsarbeiten betreut und zahlreiche Weiterbildungen für Fachkräfte durchgeführt.

Am Fraunhofer IZM leitet er die Abteilung RF & Smart Sensor Systems in Berlin sowie die Außenstelle für Hochfrequenzsensoren und High-Speed-Systeme in Cottbus. Sein Einsatz trägt maßgeblich dazu bei, innovative Technologien anwendungsnah zu erforschen und Nachwuchstalente gezielt zu fördern.

Die Auszeichnung durch IMAPS – den weltweit größten Fachverband für Mikroelektronik und Aufbau- und Verbindungstechniken – unterstreicht die internationale Anerkennung von Prof. Ndips Engagement in Forschung und Lehre. Ivan Ndips Beitrag zur Qualifikation der nächsten Fachkräftegeneration stärkt die Position des Fraunhofer IZM als weltweit führendes Forschungsinstitut im Bereich der Mikrointegration.



Oben links: IZM-Mitarbeiter Andrei Costina (Mitte) erhält von Program Chair Toni Mattila (rechts) und IEEE-Vertreter Jeff Suhling (links) einen »ESTC 2024 Student Travel Award«

Oben rechts: Laura Wenzel vom Fraunhofer IZM-ASSID wird bei der ECTC 2024 in Denver mit einem »ECTC 2024 Student Travel Award« geehrt



Laura Wenzel und Andrei Costina mit »IEEE Student Travel Award« geehrt

Gleich zwei IZM-Nachwuchsforscher*innen wurden 2024 mit einem Travel Award der IEEE Electronic Packaging Society (IEEE) ausgezeichnet. Diese Awards werden bei IEEE-gesponserten Konferenzen an Nachwuchsforschende vergeben und dienen der Förderung junger Talente durch die Übernahme ihrer Reisekosten.

Laura Wenzel, wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin am Fraunhofer IZM-ASSID, wurde im Mai in Denver auf der »Electronic Components and Technology Conference« (ECTC 2024) geehrt für ihren Beitrag »Influence of Heat Treatment on the Quality of Die-to-Wafer Hybrid Bond Interconnects«, der die Auswirkungen von bestimmten Prozesseinflüssen beim Hybridbonds untersucht.

Im September erhielt Andrei Costina, Mitarbeiter der Abteilung Wafer Level System Integration am Fraunhofer IZM in Berlin, auf der »Electronics System-Integration Technology Conference« (ESTC 2024) in Berlin einen Travel Award für seinen Beitrag »Manufacturing and Characterization of Thin-Film Tantalum Pentoxide Integrated Capacitors«. In seinem Paper untersucht Costina die Herstellung und Leistungsfähigkeit von Dünnschicht-Tantalpentoxid-Kondensatoren, die mit Standardverfahren des Wafer Level-Packaging auf Siliziumwafern gefertigt werden.

Nyake Gahein-Sama gewinnt Best Poster Award der IEEE ESTC 2024

Vom 11. bis 13. September 2024 fand in Berlin die von der IEEE Electronics Packaging Society organisierte »Electronics System-Integration Technology Conference« (ESTC 2024) zu Themen der Aufbau- und Verbindungstechnik mit 430 Teilnehmenden aus aller Welt statt. Im Rahmen der Konferenz wurde Nyake Gahein-Sama, Werkstudent am Fraunhofer IZM, mit dem Best Poster Award gewürdigt.

Sein prämiertes Poster »Alignment Between Subsequent 3D Molding Layers for Optimized Performance of 3D Integrated Patch Antennas for Advanced Sensing Applications« behandelt Packaging-Herausforderungen in der 3D-Molding-technologie und präsentiert eine technologische Lösung für die hochpräzise Ausrichtung von vorgespitzten Substraten für einen zweiten Moldschritt.

Fraunhofer-Innovation von den »Elektronik«-Leser*innen als Produkt des Jahres ausgezeichnet

Die Leser*innen der Fachzeitschrift »Elektronik« haben aus über 2.500 Innovationen die am Fraunhofer IZM entwickelte Impedanzspektroskopie-Kapsel zu einem der drei besten Produkte des Jahres 2024 gewählt. Die Technologie erreichte Platz drei hinter Bosch und Infineon.

Als weltweit kleinste ihrer Art erleichtert sie Fehleranalysen von Industriemaschinen und kann zur Diagnose von Krankheiten im menschlichen Körper eingesetzt werden. Die bahnbrechende Technologie ist das Ergebnis einer Kooperation zwischen dem Fraunhofer IZM, der TU Berlin und den Industriepartnern Micro Systems Technologies und Sensry GmbH. Den Publikumspreis in der Kategorie Medical nahm TU-Projektleiter Basel Adams im März 2024 in München entgegen.



*Projektleiter Basel Adams (links) zusammen mit den anderen Preisträger*innen des »Produkt des Jahres«-Wettbewerbs*

Auszeichnung von Tobias Herrmann als Bester Oberflächenbeschichter des Jahrgangs 2024

Tobias Herrmann wurde als bester Absolvent der Ausbildung zum Oberflächenbeschichter des Jahrgangs 2024 gekürt. Die Ehrung fand in Zwickau im Rahmen einer feierlichen Veranstaltung der DGO-Bezirksgruppe Sachsen statt und würdigte Herrmanns herausragende Leistungen während seiner Ausbildung am Fraunhofer IZM. Herrmann kam eher zufällig zur Ausbildung und plante zunächst eine Karriere als Mikrotechnologe. Das Fraunhofer IZM empfahl ihm jedoch eine Ausbildung zum Oberflächenbeschichter, bei der er durch sein großes Engagement überzeugte.

Fraunhofer IZM erhält IHK-Siegel für »Exzellente Ausbildungsqualität«

Im Januar 2024 wurde das Fraunhofer IZM von der Industrie- und Handelskammer Berlin mit dem Siegel für »Exzellente Ausbildungsqualität« honoriert. Dabei konnte das Institut nicht nur alle Pflichtkriterien erfüllen, sondern auch in freiwilligen und Exzellenz-Kriterien durch sein langjähriges Engagement in der Ausbildung punkten. Seit 25 Jahren bildet das Institut in Berlin Fachkräfte in den Bereichen Mikrotechnologie und Bürokommunikation aus und ist stets auf der Suche nach neuen Azubis.

Besonders hervorgehoben wurden die zusätzlichen Bildungsangebote wie der Girls' Day, die Teilnahme an Projekten wie EnterTechnik und die gezielte Förderung leistungsstarker Auszubildender.

*Feierliche Übergabe des IHK Siegels am Fraunhofer IZM mit (v.l.n.r.) Sven Schmidt, Andreas Grünschneder und Stefan Ast (Fachausbilder), Franziska Klenner (Bereichsleiterin Bildung & Beruf bei der IHK Berlin) und Julia Günther-Sorge (Betreuerin von Schülerpraktikant*innen)*



Dissertationen, Editorials

Dissertationen

Bakhshae Babaroud, Nasim

Graphene-based Microfabricated Platform Technologies for Multi-modal Neural Interfaces

Bickel, Jan

Entwicklung von Hochtemperatur-Schichtsystemen für MEMS Anwendungen mittels Atmosphärendruck-Sputtertechnologie

Dilek, Seyyid Muhammed

Performance Evaluation of an E-band Transceiver Front-end Considering Nonidealities

Forn dran, Freerik

Physics-of-failure Based Lifetime Modelling of Silver Sintered Power Modules for Electric Vehicles by Experiment and Simulation

Fußwinkel, Nils

Systemansätze zur Verbesserung der Verfügbarkeit und Lebensdauer von Traktionsbatterien durch Differenzierung der Zellbelastungen im Reihenverbund

Hoffmann, Stefan

Optimization Strategies in Public Grid Connected Power Electronic Systems Applying High Pulse Frequencies

Kawasaki, Shinnosuke

Revitalizing CMUTs

Pak, Anna

Thermoplastic Polymers for Neural Implantable Interfaces

Saccher, Marta

Collapsed CMUTs for Neuromodulation and Wireless Power Transfer

Editorials

Bioelectronic Medicine Journal

Giagka, V. (Associate Editor)

International Journal of Microelectronics and Electronic Packaging

Ndip, I. (Associate Editor)

Vorlesungen

BTU Cottbus-Senftenberg

Prof. Dr. Dr. I. Ndip

- Grundlagen der Antennen
- Antennen I und II
- Signal-/ Powerintegrität und elektromagnetische Kompatibilität

German International University in Berlin

Dr. T. Tekin

- Sensor Technology
- Strength of Materials

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

M. Bäuscher, M. Hubl

- BioMEMS

Dr. A. Middendorf

- Qualität und Zuverlässigkeit von Mikrosystemen

S. Rotzler

- Innovative Materialien

Dr. H. Walter

- Werkstoffe der Mikrosystemtechnik

Technische Universität Berlin

B. Adams

- Grundlagen der Medizintechnik
- Signalverarbeitung biologischer Daten mit Python

Dr. P. Mackowiak, Dr. M. Schiffer

- Herstellungstechnologien von Halbleitersensoren

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

- Umweltgerechte Produktentwicklung

Prof. Dr. M. Schneider-Ramelow

- Technologien der Systemintegration
- Werkstoffe der Systemintegration

Technische Universität Delft

Prof. Dr. V. Giagka

- Active Implantable Biomedical Microsystems
- Bioelectricity
- Neurostimulation

Technische Universität Dresden

Jun.-Prof. Dr. J. Panchenko

- 3D System Integration and 3D Technologies
- Micro-/Nanomaterials and Reliability Aspects

Universität Aalborg

Prof. Dr. E. Hoene

- Design of Modern Power Semiconductor Devices
- EMC in Power Electronics

Kooperationen mit Universitäten (Auswahl)

Eine Auswahl universitärer Forschungspartner

Aalto University, Finnland
AGH University of Science and Technology, Polen
Binghampton University, USA
ETH Zürich, Schweiz
Hanyang University, Südkorea
KU Leuven, Belgien
Michigan State University, USA
Technische Universität Delft, Niederlande
Technische Universität Eindhoven, Niederlande
Tohoku University, Japan
Universität Aalborg, Dänemark
Universität Tokio, Japan
Universität Zürich, Schweiz
Université du Québec à Trois-Rivières, Kanada
University College London, Großbritannien
University of Utah, USA
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Humboldt Universität zu Berlin
Johannes-Gutenberg-Universität Mainz
Kunsthochschule Berlin-Weißensee
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Technische Hochschule Ingolstadt
Technische Universität Chemnitz
Universität Bielefeld
Universität der Bundeswehr München
Universität der Künste Berlin
Universität Heidelberg
Universität Münster
Universität Rostock

Die enge Zusammenarbeit mit Hochschulen ist eine wichtige Säule des Fraunhofer-Erfolgsmodells. Während die Universitäten ihre Innovationsfähigkeit und Kompetenz in der Grundlagenforschung einbringen, steuert Fraunhofer neben der anwendungsorientierten Forschungsarbeit eine ausgezeichnete technische Ausstattung bei.

Kooperation mit der Technischen Universität Berlin

Seit der Gründung 1993 kooperiert das Fraunhofer IZM mit dem Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik der TU Berlin; gemeinsam bauten sie in den 1990er Jahren eine der weltweit führenden Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der Aufbau- und Verbindungstechnik auf. Seit 2021 leitet Professor Martin Schneider-Ramelow nicht nur das Fraunhofer IZM, sondern zusätzlich auch den Forschungsschwerpunkt, seit 2024 gemeinsam mit Professorin Ulrike Ganesh, die an der TU Berlin die Professur für »Design and Hetero-Integration of Microelectronic Systems« übernommen hat.

Fraunhofer IZM-ASSID kooperiert mit TU Dresden

Im Rahmen der gemeinsamen Juniorprofessur »Nanomaterials for Electronics Packaging« des Fraunhofer IZM-ASSID und der TU Dresden arbeitet Junior-Professorin Juliana 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 arbeitet über seine Außenstelle für Hochfrequenz-Sensorsysteme in Cottbus intensiv mit der dortigen BTU Cottbus-Senftenberg zusammen. Seit Anfang Februar 2023 ist IZM-Abteilungsleiter Prof. Dr. Dr. Ivan Ndip dort Inhaber des Lehrstuhls für Antennen und Hochfrequenz-Systemintegration. 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	LTB GmbH	Radebeul
Adeia Inc. / Xperi	San Jose, CA (USA)	Malvern PANalytical B.V.	Almelo (NL)
Ajinomoto Group	JP	MENNEKES Elektrotechnik GmbH & Co. KG	Kirchhunden
Allegro MicroSystems	Manchester, NH (USA)	Micro Systems Engineering GmbH	Berg
Amkor Technology, Inc.	Tempe, AZ (USA)	Mitteldeutsche Netzgesellschaft Strom mbH	Halle
ams AG	Premstätten (AT)	Multi Channel Systems MCS GmbH	Reutlingen
Amsterdam Scientific Instruments B.V.	Amsterdam (NL)	Nagase ChemteX Corporation	Osaka (JP)
AnSem NV	Leuven (BE)	Nexperia	Nijmegen (NL)
AT&S Austria Technologie & Systemtechnik AG	Leoben (AT)	NEXT FUEL R&D LTD	Neve Yamin (IL)
AUDI AG	Ingolstadt	NGK	Nagoya (JP)
Baker Hughes Inteq GmbH	Celle	OSYPKA AG	DE
BASF SE	Ludwigshafen am Rhein	Philips	NL
Berliner Nanotest und Design GmbH	Berlin	Picosun Oy	Masala (FI)
BMW AG	München	Pilz GmbH & Co. KG	Ostfildern
Bosch Semiconductor Manufacturing	Dresden	Plath	Ostfildern
Brewer Science, Inc.	Rolla, Missouri (USA)	Rapidus Corp.	JP
Carl Zeiss SMT GmbH	Jena	RENA Technologies GmbH	Gütenbach
CERN	Meyrin (CH)	Resonac	Tokio (JP)
Contag GmbH	Berlin	Robert Bosch GmbH	Renningen
Corning Inc.	Corning, NY (USA)	Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG	Cottbus
Delo GmbH	Windach	Saltec GmbH	Salzhausen
DeltaHeat GmbH	Berlin	Schaeffler AG	Herzogenaurach
Diehl Aerospace GmbH	Überlingen	Schlumberger	Paris (FR)
DISCO Corporation	JP	Schmoll Maschinen GmbH	Rödermark
DResearch	Berlin	Semsysco GmbH	Salzburg (AT)
DuPont Electronics & Imaging	Marlborough, MA (USA)	sensiBel AS	Oslo (NO)
EV Group	St. Florian am Inn (AT)	Siemens AG	Berlin, Erlangen, München
Evatec AG	Trübbach (CH)	SLAC National Accelerator Laboratory	Menlo Park, CA (USA)
FACEBOOK TECHNOLOGIES, LLC	Menlo Park, CA (USA)	Süss MicroTec SE	Garching, München
FIRST SENSOR	Berlin	Swissbit Germany AG	Berlin, Broschhofen (CH)
Fujifilm Electronic Materials	EU, USA	Texas Instruments	München, London (GB)
GEFRAN S.p.A.	Provaglio d'Iseo (IT)	Thales Group	Paris (FR)
GLOBALFOUNDRIES INC.	Dresden, USA	The Chemours Company	Wilmington, DE (USA)
Heraeus	Hanau	Tokyo Electron Ltd. TEL	Albany, NY (USA), Tokio (JP)
IMASENIC Advanced Imaging S.L.	Barcelona (ES)	United Monolithic Semiconductors (UMS)	Villebon-sur-Yvette (FR)
InnoSenT GmbH	Donnersdorf		
Intel Corporation	Santa Clara, CA (USA)		
KSG GmbH	Görnsdorf		

Mitgliedschaften (Auswahl)

3D & Systems Summit (SEMI)	Dr. M. Junghänel	Member Program Committee
3DInCites	Dr. M. Junghänel	Member Advisory Board
AMA Fachverband Sensorik, Wissenschaftsrat	H. Pötter	Member
Cluster Optik BB, Photonik für Kommunikation und Sensorik	Dr. H. Schröder	Spokesman
Deutsche Gesellschaft für Kardiologie (DGK)	B. Adams	Member
Deutscher Verband für Schweißtechnik DVS	Prof. Dr. M. Schneider-Ramelow	Representative of Fraunhofer IZM, Chairman of Arbeitsgruppe Bonden
ECPE Competence Centre	Prof. Dr. M. Schneider-Ramelow	Member
EFDS – Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V.	Dr. M. Junghänel	Member
Fachausschuss »Beschichtungstechnologien für optische und elektronische Funktionalisierung – FABF«	Dr. M. Junghänel	Member
Wissenschaftlicher Beirat des EFDS		
European Photonic Industrial Consortium (EPIC)	Dr. M. Junghänel	Elected Member
European Technology Platform for the Future of Textiles	Dr. H. Schröder	Representative of Fraunhofer IZM
European Technology Platform on Smart Systems Integration (EPoSS)	S. Rotzler	Member
FED Fachverband Elektronik-Design e. V.	H. Pötter	Member Executive Committee, Board Member
Fraunhofer Forschungsbereich Textil	Dr. N. F. Nissen	Member
Heterogeneous Integration Roadmap (HIR)	M. von Krshiwoblozki	Representative of Fraunhofer IZM
IEEE Electronics Packaging Society	R. Aschenbrenner	Chair Technical Working Group SiP
IEEE EPS Board of Governors	R. Aschenbrenner	Fellow
IEEE TC RF High-Speed Components of Systems	Dr. T. Braun	VP of Conferences
IMAPS International Microelectronics Assembly and Packaging Society	Prof. Dr. Dr. I. Ndip	Senior Member
IMAPS Deutschland	Prof. Dr. M. Schneider-Ramelow, Prof. Dr. I. Ndip	Fellows
IMAPS Europe ELC	Prof. Dr. M. Schneider-Ramelow	President
IMAPS Signal/Power Integrity Committee	Prof. Dr. M. Schneider-Ramelow	Member
Int. Conference on Coatings on Glass and Plastics (ICCG)	Prof. Dr. Dr. I. Ndip	Chair
Int.Conference on Planarization/CMP Technology (ICPT)	Dr. M. Junghänel	Board Member
Int. Electronics Manufacturing Initiative (iNEMI)	C. Rudolph	Program Committee
IVAM Fachverband für Mikrotechnik, Fachgruppe »Sensors«	Dr. T. Braun	Member
OPTICA	E. Jung	Leader
Organic Electronics Saxony (OES)	Dr. G. Böttger, Dr. W. Lewoczko-Adamczyk, Dr. H. Schröder	Representatives of Fraunhofer IZM
Photonics 21	E. Jung	Chairman
Photonics West Optical Interconnects Conference	Dr. R. Jordan	Board of Stakeholders
PLASMA GERMANY	Dr. H. Schröder	Chair
SEMI ESiPAT Group	Dr. M. Junghänel	Elected Expert
Silicon Saxony e. V.	Dr. T. Braun	Member
Strategischer Arbeitskreis Silicon Germany	Dr. M. Junghänel	Member
Wissenschaftlich-techn. Rat der Fraunhofer-Gesellschaft	Prof. Dr. M. Schneider-Ramelow	Member
Verband Sichere Digitale Identität e. V.	Dr. M. Hampicke	Representative of Fraunhofer IZM
	Christine Kallmayer	Member

Publikationen (Auswahl)

Adams, B.; Dils, C.; Kühne, T.; Kretzler, L.

AI-Enhanced Smart Textile System for the Monitoring of Cardiovascular Insufficiency

Proceedings of E-Textiles 2024, Berlin, DOI: 10.23919/E-Textiles63767.2024.10914344.

Albrecht, O.; Müller, M.; Petersen, L.; Nowotnik, L.; Panchenko, J.

Reliability Analysis of Surface Mount Interconnect Technologies Suitable for Temperatures up to 200°C

Proceedings of IEEE ESTC 2024, Berlin, DOI: 10.1109/ESTC60143.2024.1071207.

Bakhshae Babaroud, N.; Rice, S. J.; Camarena Perez, M.; Serdijn, W. A.; Vollebregt, S.; Giagka, V.

Surface Modification of Multilayer Graphene Electrodes by Local Printing of Platinum Nanoparticles Using Spark Ablation for Neural Interfacing

Nanoscale, Vol. 16, No. 7, 2024, S. 3549-3559, DOI: 10.1039/D3NR05523J.

Becker, K.-F.; Voges, S.; Safak, G.; Nallaweg, O.; Müller, F.; Tschoban, C.; Becker, L.; Dreissigacker, M.; Younis, M. A.; Maretzki, R.; Wallrodt, M.; Braun, T.; Schneider-Ramelow, M.

Molded SiP Manufacturing with Integrated Shielding Layer for Optimized EMI Robustness

Proceedings of IMAPS 2024, Boston, USA.

Beyer, V.; Mayer, D.; Haiduk, F.; Meinig, M.; Wittemeier, S.; Geneiß, V.; Meißner, P.; Weder, A.; Werner, T.; Steller, W.; Zorn, W.

Structural Integration of Smart Sensors for the Industrial Internet of Things

Proceedings MikroSystemTechnik Kongress 2023; Dresden.

Bickel, S.; Panchenko, J.; Junghähnel, M.

Solid-state Growth Kinetics of Compound Layers in Electroplated Cu-In Layer Systems

Proceedings of IEEE ESTC 2024, Berlin, DOI: 10.1109/ESTC60143.2024.10712038.

Bickel, S.; Quednau, S.; Birlem, M.; Panchenko, J.; Junghähnel, M.

Cu Nanowire Fine-pitch Joints for Next Gen Heterogeneous Chiplet Integration

Proceedings of ECTC 2024, Denver, USA, DOI: 10.1109/ECTC51529.2024.00224.

Bickel, S.; Quednau, S.; Birlem, O.; Graff, A.; Altmann, F.; Junghähnel, M.; Panchenko, J.

Fine-pitch Copper Nanowire Interconnects for 2.5/3D System Integration

Journal of Electronic Materials, Vol. 53, 2024, S. 4410–4420, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11664-024-11107-8>.

Braun, T.; Hölck, O.; Adler, M.; Obst, M.; Voges, S.; Becker, K.-F.; Aschenbrenner, R.; Voitel, M.; Dreissigacker, M.; Schneider-Ramelow, M.

How to Manipulate Warpage in Fan-out Wafer and Panel Level Packaging

Proceedings of ECTC 2024, Denver, USA.

Chaudhuri, A.; Jaeschke, J.; Gollhardt, A.; Oppermann, H.; Schneider-Ramelow, M.

Investigating the Failure Mechanisms of Electromigration and Copper Oxide Formation in Fine-Pitch Cu RDL

Proceedings of IEEE ESTC 2024, Berlin.

Costina, A.; Wöhrmann, M.; Schiffer, M.; Schneider-Ramelow, M.

Manufacturing and Characterization of Thin-film Tantalum Pentoxide Integrated Capacitors

Proceedings of IEEE ESTC 2024, Berlin, DOI: 10.1109/ESTC60143.2024.10711996.

van Damme, C.; Wardhana, G. K.; Velea, A. I.; Giagka, V.; Costa, T. L.

Feasibility Study for a High-frequency Flexible Ultrasonic Cuff for High-precision Vagus Nerve Ultrasound Neuro-modulation

Proceedings of UFFC-JS 2024, Vol. 71, No. 7, S. 745-756. DOI: 10.1109/TUFFC.2024.3381923.

van Dijk, M.; Wittler, O.; Wagner, S.; Schneider-Ramelow, M.
Numerical Simulation Approach for Consideration of Ageing Effects in PCB Substrates by Modifying Viscoelastic Materials Properties

Microelectronics Reliability, Vol. 157, 2024, 115403, ISSN 0026-2714, <https://doi.org/10.1016/j.microrel.2024.115403>.

Elsotohy, M.; Dobs, T.; Jaeschke, J.; Sehr, F.

Lifetime Prediction Strategy for Electronic Systems to Enhance Environmental Sustainability

Proceedings of EGG 2024+, Berlin, DOI: 10.23919/EGG62010.2024.10631217.

Fell, J.; Bickel, S.; Fiedler, C.; Delan A.; Junghähnel, M.

Enhanced Process Control for Dry Etching of Functional TiN Structures on 300 mm Wafer Level

Proceedings of IEEE ESTC 2024, Berlin, DOI: 10.1109/ESTC60143.2024.10712050.

Gahein-Sama, N.; Dreissigacker, M.; Müller, F.; Tschoban, C.; Braun, T.; Becker, K.-F.; Schneider-Ramelow M.

Alignment Between Subsequent 3D Molding Layers for Optimized Performance of 3D Integrated Patch Antennas for Advance Sensing Applications

Proceedings of IEEE ESTC 2024, Berlin.

Gäbler, A.; Maaß, U.; Ndip, I.

Efficient Investigation of Coupled Lines in Quasi Periodical High-density Signal Routings for HPC Applications

Proceedings of SPI 2024, Lissabon, Portugal.

Gäbler, A.; Maaß, U.; Ndip, I.

Investigation of RF Characteristics of Chiplet to PCB Transitions for Advanced HPC Packaging Solutions

Proceedings of IEEE ESTC 2024, Berlin.

Gissing, J.; Brockmann, C.

Dezentrale Methode zur adaptiven Funkparameter-optimierung eines LoRa Funkmoduls

Proceedings of EBL 2024, Fellbach.

Holzapfel, L.; Giagka, V.

A Robust Backscatter Modulation Scheme for Uninterrupted Ultrasonic Powering and Back-communication of Deep Implants

Proceedings of UFFC-JS 2024, Taipeh, Taiwan, DOI: 10.1109/TUFFC.2024.3465268.

Huber, S.; Scheibe, P.; Mutlu, S.; Wittler, O.; Schneider-Ramelow, M.

Analyzing the Influence of RDL Stack-up on Wafer Warpage in FOWLP Through Experimental and Numerical Investigations

Proceedings of ECTC 2024, Denver, USA, S. 1018-1024 DOI: 10.1109/ECTC51529.2024.00163.

Kröhnert, K.; Böttger, G.; Jürgensen, N.; Schiffer, M.; Schneider-Ramelow, M.; Kumar, D.; Lee, J. S.; O'Brien, P.; Schöning, N.; Schulz-Ruthenberg, M.

Hermetically Sealed Glass Interposer Platform for Photonic Integrated Circuits

Proceedings of MiNaPAD 2024, Grenoble, Frankreich.

Le, T. H.; Kaiser, M. P.; Koezegi, J.-M.; Murugesan, K. S.; Gerhold, L.; Hichri, H.; Oishi, R.; Nakano, R.; Ndip, I.; Schneider-Ramelow, M.

Wideband Antennas on Thin-film Packaging Substrates for 140 GHz 6G Applications

Proceedings of ECTC 2024, Denver, USA.

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

Broadband Antenna for High Performance 5G mmWave Modules

Proceedings of IEEE ESTC 2024, Berlin.

Lechowski, B.; Kutokova, K.; Grenzer, J.; Panchenko, J.; Krüger, P.; Clausner, A.; Zschech, E.

Laboratory X-ray Microscopy of 3D Nanostructures in the Hard X-ray Regime Enabled by a Combination of Multilayer X-ray Optics

Nanomaterials 2024, Vol. 14, No. 2, S. 233, DOI: <https://doi.org/10.3390/nano14020233>.

Manier, C.-A.; Zoschke, K.; Oppermann, H.

Massive Parallel Assembly and Interconnection for Micro-LEDs – a Technical Feasibility Study

Proceedings of IEEE ESTC 2024, Berlin, DOI: 10.1109/ESTC60143.2024.10712028.

Mueller, M.; Saakyan, S.; Luniak, M.; Pietruske, H.; Schleicher, E.; Panchenko, J.

Study of the Water and Steam Resistance of Thick Film Materials for Sensor Application up to 300°C

Proceedings of IEEE ESTC 2024, Berlin, DOI: 10.1109/ESTC60143.2024.10712069.

Mukhopadhyay, P.; Wenzel, L.; Rudolph, C.; Tuchman, A.; Ryan, K.; Gildea, A.; Nichols, C.; Allgair, J.; Arkalgud, S.; deVilliers, A.; Fulford, H. J.

Annealing Effects in Sub-8 μm Pitch Die-to-wafer Hybrid Bonding

Proceedings of ECTC 2024, Denver, USA, DOI: 10.1109/ECTC51529.2024.00325.

Murugesan, K. S.; Schneider, J.; Le, T. H.; Gerhold, L.; Kaiser, M. P.; Koeszegi, J.-M.; Hichri, H.; Oishi, R.; Nakano, R.; Ndip, I.; Schneider-Ramelow, M.

Temperature Dependent Dielectric Characterization of Low Loss Thin Film Polymer up to sub-THz bands

Proceedings of ECTC 2024, Denver, USA, 2024.

Murugesan, K. S.; Schneider, J.; Ndip, I.; Frankosky, J.; Amos, B.; Georgiev, G.; Fiehler, F.; Schneider-Ramelow, M.

RF Characterization and Analysis of Low-loss PCB Material and Transmission Line up to 110 GHz

Proceedings of IEEE ESTC 2024, Berlin.

Nanbakhsh, K.; van Gompel, M.; Ritasalo, R.; Gollhardt, A.; Horvath, D.; Toth, K.; Meszena, D.; Ulbert, I.; Serdijn, W.; Giagka, V.

An In Vivo Biostability Evaluation of ALD and Parylene-ALD Multilayers as Micro-packaging Solutions for Implantable ICs

Small, Vol. 21, 2025, DOI: 10.1002/sml.202410141.

Nanbakhsh, K.; Shah Idil, A.; Lamont, C.; Dusco, C.; Akgun, O. C.; Horvath, D.; Toth, K.; Meszena, D.; Ulbert, I.; Mazza, F.; Constandinou, T. G.; Serdijn, W. A.; Vanhoestenbergh, A.; Donaldson, N.; Giagka, V.

On the Longevity and Inherent Hermeticity of Silicon-ICs: Evaluation of Bare-die and PDMS-coated ICs after Accelerated Aging and Implantation Studies

Nature Communications, Vol. 16, No. 12, 2025, DOI: 10.1038/s41467-024-55298-4.

Oppermann, H.; Manier, C.-A.; Fröhlich, J.; Schneider-Ramelow, M.

Fine Pitch Flip Chip Bonding for Heterogeneous Chiplet Integration

Proceedings of NANO 2024, Gijón, Spanien, DOI: 10.1109/NANO61778.2024.10628553.

Panchenko, J.; Wenzel, L.; Bickel, S.; Shehzad, A.; Rudolph, C.; Quednau, S.; Birlm, O.; Müller, M.; Junghänel, M.

Combination of High-density Interconnect Technologies for Chiplet Integration on Si Interposer

Proceedings of 3D & Systems Summit, Dresden.

Proske, M.; Billaud, M.; Clemm, C.; Sanchez, D.; Lorf, Y.; Stobbe, L.

Investigation of Semiconductor Die Area as a Reference Variable for LCA

Proceedings of EGG 2024+, Berlin.

Rämer, O.; Hutter, M.; Schneider-Ramelow, M.

Examination of the Pore Structure of Copper Sintered Die Attach Layers by Local Thickness Analysis and Scratch Test

Proceedings of CIPS 2024, Düsseldorf.

Rotzler, S.; von Krshiwoblozki, M.; Kallmayer, C.; Schneider-Ramelow, M.

Washability of E-Textiles: Washing Behavior of Textile Integrated Circuits Depending on Textile Substrate, Circuit Material and Integration Method

Advanced Functional Materials, 2024, DOI: 10.1002/adfm.202417344.

Rückschloss, J.; Sánchez, D.; Schischke, K.; Bregadze, S.; Nissen, N. F.; Schneider-Ramelow, M.

Energy Efficiency Labelling for Computers: How Can Product Groups be Covered?

Proceedings of EGG 2024+, Berlin.

Schischke, K.; Proske, M.; Sánchez, D.; Poppe, E.; Cherem Lopes, S.

Advancing the State of Life Cycle Assessments for Computers and Laptops Towards a More Sustainable IT Ecosystem

Proceedings of EGG 2024+, Berlin.

Sehr, F.; Wagner, S.; Schulz, A.; Vorwerk, A.

Condition Monitoring for Detection of Humidity-induced Failures in Control Electronics of Power Converters

Proceedings of ESREF 2024, Parma, Italien.

Shehzad, A.; Myndyk, M.; Junghänel, M.; Panchenko, J.

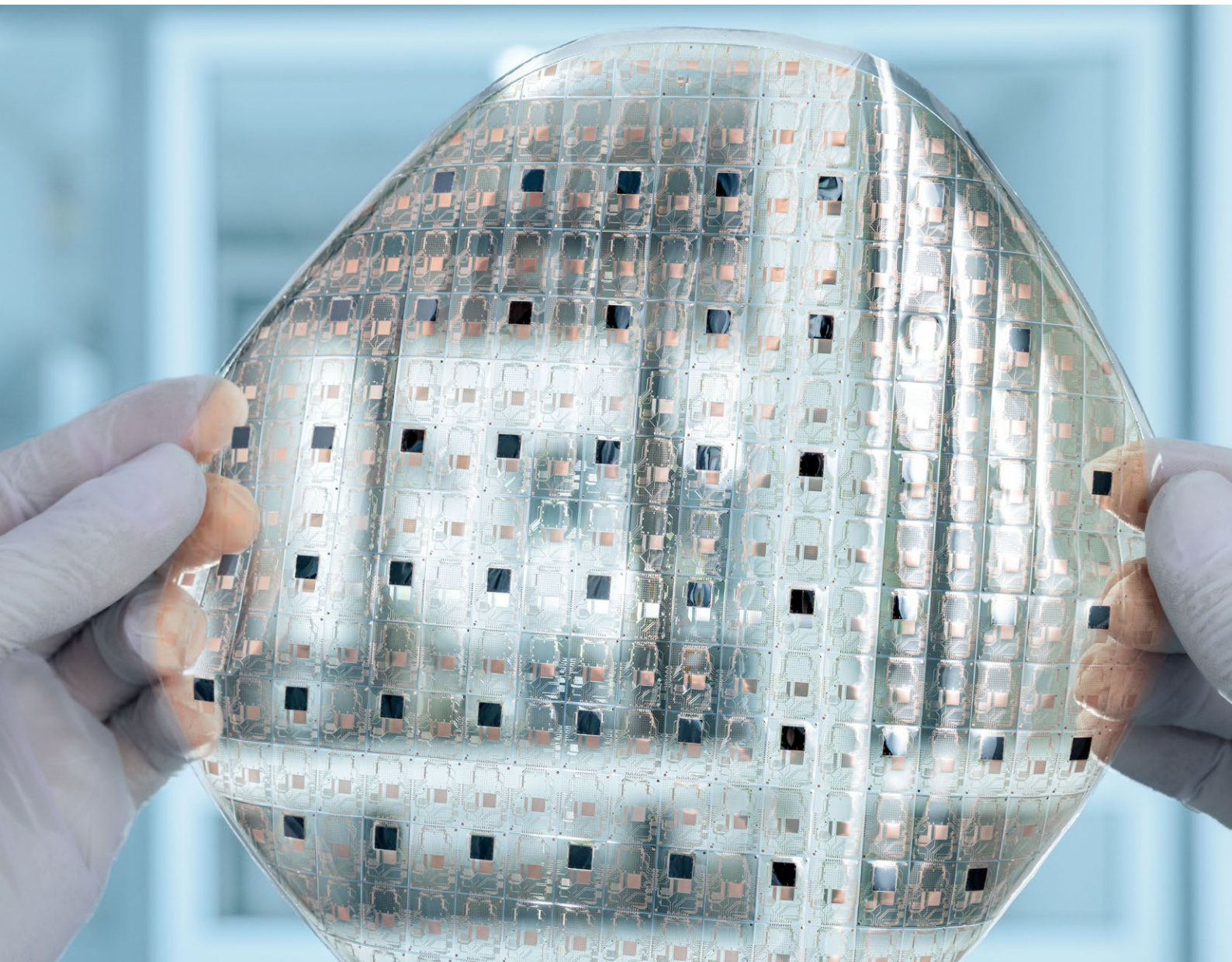
Investigation of Side Wall Loss for Development of 6 μm Microbumps for 3D/2.5D Integration

Proceedings of IEEE ESTC 2024, Berlin, DOI: 10.1109/ESTC60143.2024.10712070.

Stadler, P.; Braun, T.; Geissler, C.; Scheibe, P.; Braun, T.; Hoelck, O.; Romstadt, J.; Pohl, M.

In-package Characterization of Dielectrics Using Ring Resonators and Adaptive 3D EM-Simulations Around 77 GHz

Proceedings of GeMiC 2024, Duisburg, ISBN 978-3-9820397-3-2.



Stobbe, L.; Nissen, N. F.; Proske, M.; Schulz, A.; Aslan, T.

Methodical Challenges of Prognostic Lifecycle Assessment – an Exemplary Study of ICT's Environmental Impact in Germany 2030

Proceedings of EGG 2024+, Berlin.

Tekin, T.

Towards Photonic Chiplets

Proceedings of 3D & Systems Summit, Dresden.

Tschoban, C.; Pötter, H.; Perlwitz, P.; Dreissigacker, M.; Müller, F.; Becker, K.-F.; Ndip, I.; Schneider-Ramelow, M.

Packaging-codesign for the Development of a High resolution MIMO-radar-module for Automated Guided Vehicles

Proceedings of EPTC 2024, Singapur, Singapur.

Tschoban, C.; Schmied, M.; Thomas, T.; Becker, K.-F.; Braun, T.; Ndip, I.; Pötter, H.; Fiehler, R.; Schneider-Ramelow, M.

Evaluierung von 79 GHz Automotive-Radarantennen und ihre Limitierungen hinsichtlich Prozess-Abweichungen im PCB-Prozess

Proceedings of EBL 2024, Fellbach.

Wagner, E.; Kegler, S.; Gallina, V.; Aigner, T.; Koller, J.

How Industrial Data Meets Information Requirements of the Digital Product Passport – The Case of Remanufacturing Data

Proceedings of EGG 2024+, Berlin.

Wenzel, L.; Rudolph, A.; Shehzad, P.; Mukhopadhyay, H.; Fulford, J.; Junghänel, M.; Panchenko, J.

Influence of Heat Treatment on the Quality of Die-to-wafer Hybrid Bond Interconnects

Proceedings of ECTC 2024, Denver, USA, DOI: 10.1109/ECTC51529.2024.00306.

Werft, L.; Kallmayer, C.; von Krshiwoblozki, M.; Schneider-Ramelow, M.

Comparison of Electrical and Mechanical Properties of Stretchable Circuit Boards

Proceedings of IEEE ESTC 2024, Berlin.

Zoschke, K.; Oppermann, H.; Schiffer, M.; Ndip, I.; Becker, K.-F.; Adler, M.; Gäbler, A.; Maaß, U.; Paulin, G.; Kocon, W.

Key Technologies and Design Aspects for Wafer Level Packaging of High Performance Computing Modules

Proceedings of ECTC 2024, Denver, USA, S. 433-440, DOI: 10.1109/ECTC51529.2024.00340.

Patente & Erfindungen

Böttcher, Mathias; Windrich, Frank; Zoschke, Kai; Wolf, Jürgen
Vorrichtung für Mikroverdrahtungen bestehend aus einem oder mehreren starren Trägern, die mittels integrierten, flexiblen Lagen miteinander verbunden sind

CN 113615324 A

Dietrich, Lothar; Brink, Morten; Oppermann, Hermann
Formulierung und Verfahren zur Herstellung von Legierungsdepots aus Silber und Gold

CN 111647919 A

Krüger, Michael; Trampert, Stefan
Verfahren und Messanordnung zum Überprüfen eines leitfähigen Körpers

DE 10 2013 224 394 A1

Manier, Charles-Alix; Oppermann, Hermann; Zoschke, Kai; Tekin, Tolga
Optisches System, Trägersubstrat und Verfahren zum Herstellen eines optischen Systems

CN 112240145 A

Manier, Charles-Alix; Oppermann, Hermann; Zoschke, Kai; Tekin, Tolga
Optisches System und Verfahren zum Herstellen eines optischen Systems

DE 10 2019 211 002 A1

Ndip, Ivan; Braun, Tanja; Lang, Klaus-Dieter
Fan-Out Panel-/Wafer-Level-basierte System-Integrationsplattform mit Antennenboard

DE 10 2018 220 712

Oppermann, Hermann; Tekin, Tolga; Manier, Charles-Alix
Optisches System, Optische Komponente und Verfahren zum Herstellen eines Optischen Systems

CN 1122401046 A

Oppermann, Hermann; Tekin, Tolga; Stockmeyer, Jörg; Fröhlich, Juliane

Genaue Komponenten-Justage auf planare Grundplatte

CN 112241044 A

Oppermann, Hermann; Zoschke, Kai; Manier, Charles-Alix
Massiv Paralleles Bonding

2023-507362

Wöhrmann, Markus; Zoschke, Kai
Methode zur Herstellung von modularen, eingebetteten Bauelementen für miniaturisierte Systeme

DE 10 2020 201 295 A1

Kuratorium

Vorsitzender

Dr. Markus Ulm
Robert Bosch GmbH, Reutlingen



Mitglieder

Dr. Annerose Beck
Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft, Kultur und Tourismus, Dresden

Paradiso Coskina
VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin

Robert Giertz
AEMtec GmbH, Berlin

Gabi Grützner
Micro resist technology GmbH, Berlin

Dr. Michael Hosemann
Siemens Healthcare GmbH, Forchheim

Prof. Gerhard Kahmen
IHP GmbH – Innovations for High Performance Microelectronics, Frankfurt (Oder)

Dr. Christian Koitzsch
European Semiconductor Manufacturing Corporation (ESMC), Dresden

Bernd Lietzau
Senatsverwaltung für Wissenschaft, Gesundheit und Pflege, Berlin

Prof. Regine Mallwitz
Technische Universität Braunschweig

Jörg Muchametow (bis 12/2024)
eagleyard Photonics GmbH, Berlin

Dr. Robert Plikat
Volkswagen AG, Wolfsburg

Prof. Geraldine Rauch (bis 12/2024)
Technische Universität Berlin

Dr. Alina Schreivogel
Würth Elektronik GmbH & Co. KG, Niedernhall

Prof. Stephan Völker
Technische Universität Berlin

Marcel Wieland
Teltec International GmbH, Dresden

Christoph Zimmer-Conrad
Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Dresden

Dr. Tina Züchner (bis 12/2024)
Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn

Kuratoriumsgast 2025

Dr. Ann-Kathrin Schatz
Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft, Kultur und Tourismus

Kontakt

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ZUVERLÄSSIGKEIT UND MIKROINTEGRATION IZM

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



Geschäftsführende Institutsleiterin

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Ganesh
Telefon +49 30 46403-153
ulrike.ganesh@izm.fraunhofer.de



Institutsleiter

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



Stellvertretender Institutsleiter

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



Referent der Institutsleitung

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



Leitung Administration

Dipl.-Wirt.-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. Manuela Junghänel
Telefon +49 0351 795572-0
manuela.junghaehnel@assid.izm.fraunhofer.de



Leitung: Dr.-Ing. Michael Schiffer
Telefon +49 30 46403-234
michael.schiffer@izm.fraunhofer.de



System Integration and Interconnection Technologies

Leitung: Dr.-Ing. Tanja Braun
Telefon +49 30 46403-244
tanja.braun@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



RF & Smart Sensor Systems

Leitung: Prof. 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

STANDORT DRESDEN ASSID

All Silicon System Integration Dresden (ASSID)

Ringstraße 12, 01468 Moritzburg



Leitung: Dr. Manuela Junghänel
Telefon +49 0351 795572 -0
manuela.junghaehnel@assid.izm.fraunhofer.de



Leitung: Dr.-Ing. Michael Schiffer
Telefon +49 30 46403-234
michael.schiffer@izm.fraunhofer.de

STANDORT COTTBUS

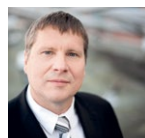
Außenstelle Hochfrequenz-Sensoren & High-Speed Systeme

Karl-Marx-Straße 69, 03044 Cottbus



RF & Smart Sensor Systems
Leitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Ivan Ndip
Telefon +49 30 46403-679
ivan.ndip@izm.fraunhofer.de

GESCHÄFTSFELDENTWICKLUNG / MARKETING & PR



Business Development Team

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



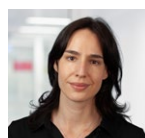
Dipl.-Phys. Erik Jung
Telefon +49 30 46403-230
bdt@izm.fraunhofer.de



Tekfouy Lim, Ph.D.
Telefon +49 30 46403-8110
tekfouy.lim@izm.fraunhofer.de



Dr.-Ing. Andreas Middendorf
Telefon +49 30 46403-135
andreas.middendorf@izm.fraunhofer.de

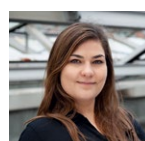


Violeta Prodanovic, Ph.D.
Telefon +49 30 46403-150
violeta.prodanovic@izm.fraunhofer.de



Marketing & PR

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



Start-A-Factory

Alexandra Rydz
Telefon +49 30 46403-203
alexandra.rydz@izm.fraunhofer.de

Impressum

Herausgebende

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Ganesh
Prof. Dr.-Ing. Martin Schneider-Ramelow
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 2025

Fotografie

Fraunhofer IWES (29); Bildschön GmbH (46); Horacio Canals | WEKA Fachmedien (49).
Sämtliche anderen Bildrechte Fraunhofer IZM oder Fraunhofer IZM zusammen mit:
Volker Mai (Titel, 6, 8, 9, 11, 13, 18, 20, 23, 24, 28, 29, 30, 44, 58);
MIKA Berlin (34, 39, 47, 48, 62, 63); Erik Müller (62), Silvia Wolf (15, 26, 27)

Titel

TSV-Wafer mit HD-Mehrlagenverdrahtung und Test-ICs vor und nach dem Molden,
sowie ein fertiggestelltes Modul (Projekt STXmod)

Mitglied der



**Forschungsfabrik
Mikroelektronik**
Deutschland

Kontakt

Fraunhofer-Institut für
Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM

Gustav-Meyer-Allee 25, 13355 Berlin
www.izm.fraunhofer.de

© Fraunhofer IZM 2025