

INHALT

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

FRAUNHOFER IZM

Fraunhofer – Ein starkes Netzwerk	Seite 8
Fraunhofer IZM – Vom Wafer zum System	Seite 9
Das Fraunhofer IZM als Partner	Seite 10
Zusammenarbeit mit Universitäten	Seite 12
Internationale Forschungs Kooperationen	Seite 14

GESCHÄFTSFELDER & ZUSAMMENARBEIT

Applikationszentrum am Fraunhofer IZM	Seite 18
Fraunhofer IZM Anwendungen	Seite 20
Fraunhofer IZM Labs & Services	Seite 26

FORSCHUNGS-CLUSTER INTEGRATION AUF SUBSTRATEBENE

Highlight 2013: Der W-Band-Radar hat den Durchblick	Seite 31
Systemintegration & Verbindungstechnologien	Seite 32
Mikromechatronik & Leiterplattentechnologie	Seite 36

FORSCHUNGS-CLUSTER INTEGRATION AUF WAFEREBENE

Highlight 2013: Wafer-Level-Packaging zur Chip-Verbindung und für die Leistungselektronik	Seite 39
Wafer Level System Integration – All Silicon System Integration Dresden ASSID	Seite 40

FORSCHUNGS-CLUSTER MATERIALIEN & ZUVERLÄSSIGKEIT

Highlight 2013: Zustandsüberwachung und Prognostizierung der Restlebensdauer von IGBT-Modulen für Wechselrichter in der Fotovoltaik	Seite 45
Environmental & Reliability Engineering	Seite 46

FORSCHUNGS-CLUSTER SYSTEMDESIGN

Highlight 2013: Von der Idee zur Ausgründung: ArtGuardian vor der Markteinführung	Seite 49
System Design & Integration	Seite 50

VERANSTALTUNGEN

Events & Workshops	Seite 54
Messeaktivitäten	Seite 58
Veranstaltungen 2014	Seite 60
Nachwuchsförderung am Fraunhofer IZM	Seite 62

FACTS & FIGURES

Das Fraunhofer IZM in Fakten und Zahlen	Seite 66
Auszeichnungen	Seite 68
Dissertationen, Best Paper, Editorials	Seite 70
Vorlesungen	Seite 71
Mitgliedschaften	Seite 72
Kooperation mit der Industrie	Seite 74
Publikationen	Seite 76
Patente und Erfindungen	Seite 80
Kuratorium	Seite 81
Kontaktadressen	Seite 82
Impressum	Seite 85

INNOVATIVE LÖSUNGEN FÜR INTELLIGENTE ELEKTRONIK

Seit über 20 Jahren stellt das Fraunhofer IZM erfolgreich innovative Lösungen für die Elektronikintegration in Produkte zur Verfügung. Auch im Jahr 2013 konnten wir das wieder unter Beweis stellen und gemeinsam mit industriellen und Forschungspartnern zukunftsweisende Projekte in gesellschaftlich bedeutenden Bereichen wie Gesundheit, Elektromobilität, Energieeffizienz, Optimierung von Produktionsprozessen im Sinne von Industrie 4.0 oder dem demografischen Wandel umsetzen.

Ein großer Erfolg ist z. B. das Projekt ArtGuardian, das bewiesen hat, dass wir durchaus auch in der Lage sind, am Ende der Entwicklungskette vermarktbar Produkte bereitzustellen. Hier werden Sensorsysteme zur Überwachung der mikroklimatischen Umgebung an Kunstwerken installiert und ihre Messergebnisse über standardisierte Kommunikationsplattformen für Nutzer individuell aufbereitet und ortsunabhängig zur Verfügung gestellt. Die Folge dieser komplexen Leistung und des damit verbundenen Marktinteresses ist eine geplante Firmengründung in 2014.

Darüber hinaus wurde die Gesamtstrategie des Fraunhofer IZM, die in den wesentlichen Schwerpunkten die Weiterentwicklung der Systemintegration durch Multifunktionalität, Miniaturisierung, Systemzuverlässigkeit und Kostenreduzierung beinhaltet, in einem erfolgreich absolvierten Strategieaudit durch ein hochkarätiges Auditorenteam aus Industrie und Wissenschaft bestätigt. Dem Institut wurde eine international führende Rolle auf dem Gebiet der Systemintegration und des Electronic Packaging bescheinigt.

Ebenfalls sehr erfolgreich verlief die Evaluierung des Fraunhofer IZM-ASSID am Standort Dresden, dessen herausragende nationale und internationale Position in der 3D-Wafer-Level-Systemintegration hervorgehoben wurde. Das ASSID fungiert daher ab 2014 vollständig im Fraunhofer-Modell.



Ein Beispiel für die exzellente Zusammenarbeit mit Industriepartnern, das hier stellvertretend für viele erfolgreiche Projekte genannt werden soll, ist die Entwicklung der Hightech-Fahrradjacke »Sporty Supaheroe«, die Sicherheits-Features (interaktive Beleuchtung von Fahrradfahrern bei Nacht) mit anspruchsvollem Design verbindet und mit dem »Red Dot Design Award 2013« ausgezeichnet wurde.

Das Fraunhofer IZM ist deutschlandweit an den drei Standorten Berlin, Moritzburg bei Dresden und Oberpfaffenhofen bei München vertreten. Die Außenstelle in Berlin-Adlershof wurde 2013 zur Erreichung einer noch besseren Durchgängigkeit bei den technologischen Wertschöpfungsketten erfolgreich in den Hauptstandort in Berlin-Wedding integriert.

Am Standort Berlin-Wedding wird, gefördert durch EU, BMBF und Land Berlin, in diesem Jahr nach umfangreichen Umbaumaßnahmen und Investitionen das neue Zentrum für adaptive Systemintegration (AdaptSys) zur Entwicklung von applikationsadaptierter, hochzuverlässiger Multifunktionselektronik seinen Betrieb aufnehmen. Damit kann das Fraunhofer IZM auch weiterhin die technologischen und funktionalen Trends in der hochwertigen Systemintegration maßgeblich mitgestalten und für viele Anwendungsbereiche und Kooperationspartner innovative Lösungen aus erster Hand anbieten.

Allen Projektpartnern und Auftraggebern aus der Industrie, der Forschung, in den Ministerien von Bund und Ländern sowie bei den Projektträgern möchte ich an dieser Stelle für die erfolgreiche Zusammenarbeit und das stete Vertrauen meinen herzlichen Dank aussprechen. Gleichzeitig danke ich auch den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für ihren enormen Einsatz und die hervorragend geleistete Arbeit.

Ich wünsche Ihnen viele Anregungen und Freude mit dem vorliegenden Jahresbericht.

Ihr


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

// FRAUNHOFER IZM



FRAUNHOFER IZM

Fraunhofer – Ein starkes Netzwerk	Seite 08
Fraunhofer IZM – Vom Wafer zum System	Seite 09
Das Fraunhofer IZM als Partner	Seite 10
Zusammenarbeit mit Universitäten	Seite 12
Internationale Forschungsk Kooperationen	Seite 14

FRAUNHOFER – EIN STARKES NETZWERK

Fraunhofer-Gesellschaft

Das Fraunhofer IZM ist eines von 67 Fraunhofer-Instituten, die sich mit überwiegend natur- und ingenieurwissenschaftlichen Themen der angewandten Forschung verschrieben haben. Denn Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Rund 23.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2 Milliarden Euro. Davon fallen 1,7 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Mit der Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik

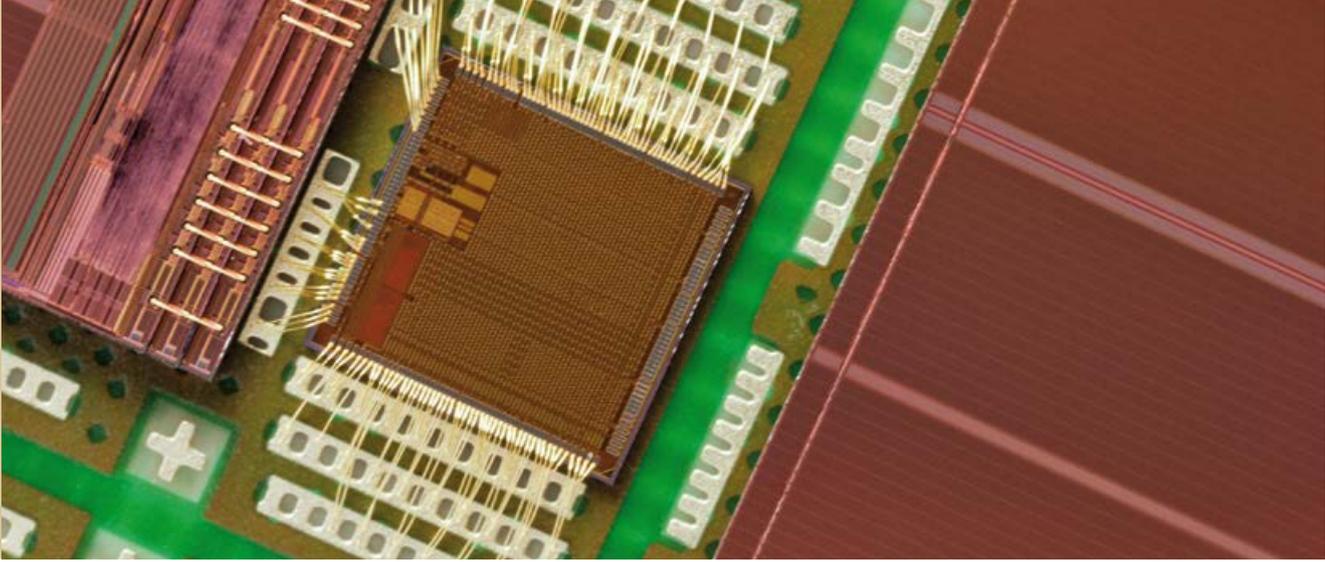
Die Fraunhofer-Gesellschaft bündelt die Kompetenzen ihrer Institute in den sieben Forschungsverbänden Informations- und Kommunikationstechnologie, Life Sciences, Mikroelektronik, Light & Surfaces, Werkstoffe und Bauteile, Produktion sowie Verteidigungs- und Sicherheitsforschung. Das Fraunhofer IZM ist innerhalb des Verbundes Mikroelektronik Ihr Ansprechpartner für Packaging und Smart System Integration.

Der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik (V μ E) koordiniert seit 1996 die Aktivitäten von 11 Instituten sowie fünf Gastinstituten mit ca. 3.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Das jährliche Budget beträgt etwa 341 Millionen Euro. Die Aufgabe des V μ E besteht im frühzeitigen Erkennen neuer Trends und deren Berücksichtigung bei der strategischen Weiterentwicklung der Verbundinstitute.

Die Kernkompetenzen der Mitgliedsinstitute liegen in den Bereichen intelligenter Systementwurf, Halbleitertechnologien, Systemintegration, Leistungselektronik und Energieversorgung, Sensorik, HF- und Kommunikationstechnologien sowie Qualität und Zuverlässigkeit. Die anwendungsorientierten Geschäftsfelder sind:

- Ambient Assisted Living, Health and Well-being – elektronische Assistenz für individuelle Bedürfnisse
- Energy Efficient Systems – auf dem Weg zur All Electric Society
- Mobility and Urbanization – Lebensqualität in urbanen Räumen
- Smart Living – Leben und Arbeiten in der Wissensgesellschaft

www.mikroelektronik.fraunhofer.de



FRAUNHOFER IZM – VOM WAFER ZUM SYSTEM

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

- Integration auf Waferebene
- Integration auf Substratebene
- Materialien und Zuverlässigkeit
- Systemdesign

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

Die Branchenherkunft unserer Kunden ist so vielfältig wie die Anwendungsmöglichkeiten von Elektronik. Zu unseren Kunden gehören natürlich die großen Halbleiter-Elektronikunternehmen ebenso wie die Zulieferer entsprechender Materialien, Maschinen und Anlagen. Das Fraunhofer IZM entwickelt aber in gleichem Maße auch für die Anwender von Elektronik und Mikrosystemen, etwa in der Automobilindustrie, der Medizin- und Sicherheitstechnik oder selbst in der Beleuchtungs- und Textilindustrie. Diesen Kunden stehen seit 2012 abteilungs- und damit technologieübergreifend sechs Geschäftsfeldleiter als kompetente Ansprechpartner zur Verfügung.

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

Mit mehr als 350 Mitarbeitern wurde 2013 ein Umsatz von 29,4 Millionen Euro erwirtschaftet, davon 77 Prozent mit Vertragsforschung. Das Fraunhofer IZM ist deutschlandweit an drei Standorten vertreten, neben dem Hauptsitz nahe der Berliner Mitte ist das Fraunhofer IZM in den für die Elektronik wichtigen Großräumen von Dresden und München präsent.



DAS FRAUNHOFER IZM ALS PARTNER

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

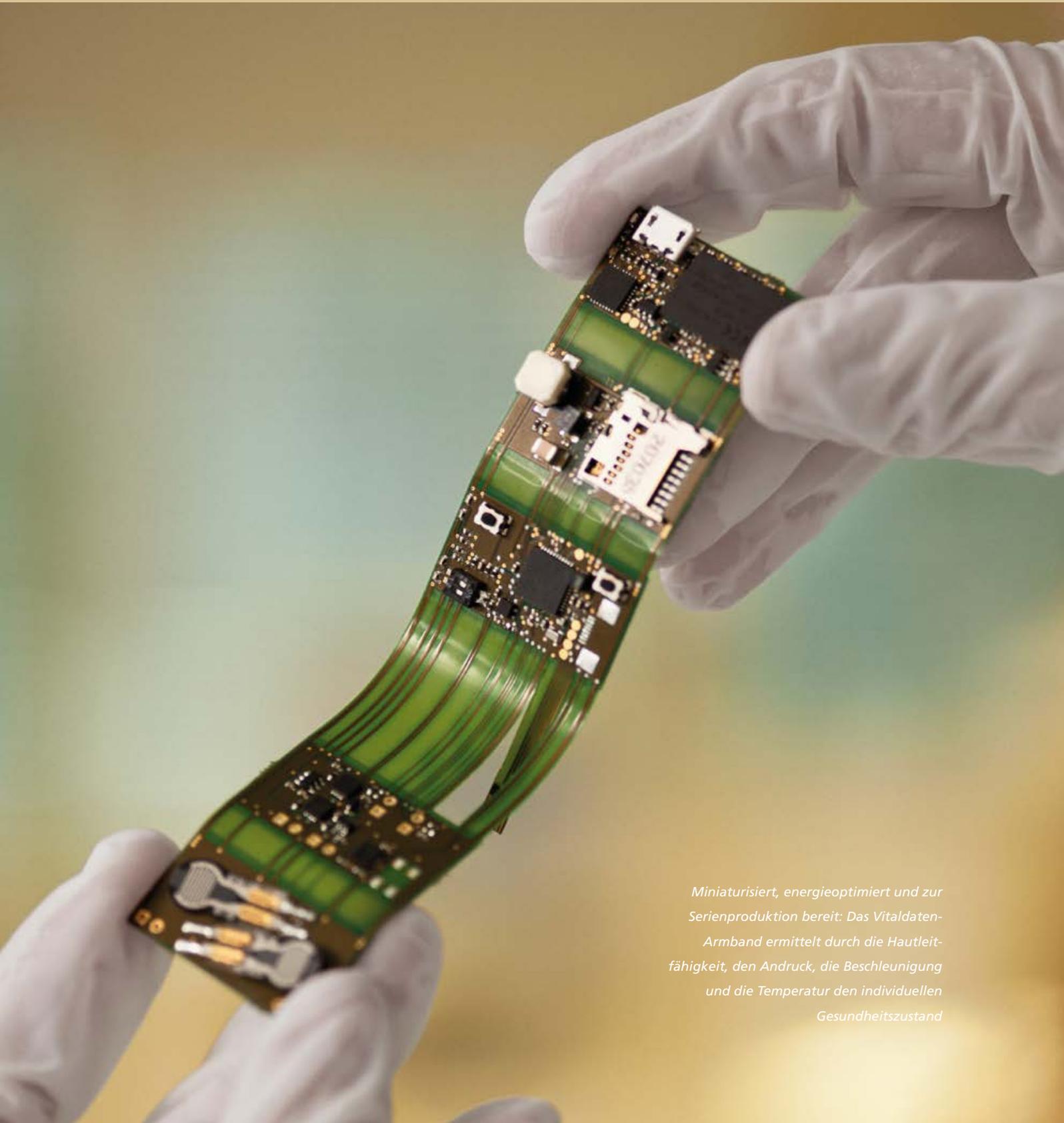
Auftragsforschung für den Technologietransfer

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

Projektförderung

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

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



*Miniaturisiert, energieoptimiert und zur
Serienproduktion bereit: Das Vitaldaten-
Armband ermittelt durch die Hautleit-
fähigkeit, den Andruck, die Beschleunigung
und die Temperatur den individuellen
Gesundheitszustand*

ZUSAMMENARBEIT MIT UNIVERSITÄTEN

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

Kooperation mit der Technischen Universität Berlin

Seit seiner Gründung im Jahr 1993 profitiert das Fraunhofer IZM von einer derartigen erfolgreichen Zusammenarbeit mit dem Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik der Technischen Universität Berlin. Unter der Leitung von Professor Herbert Reichl entstand so in den 90er Jahren eine der weltweit ersten wissenschaftlichen Einrichtungen auf dem Gebiet der Aufbau- und Verbindungstechnik.

Mit Professor Klaus-Dieter Lang gibt es seit 2011 in guter Tradition eine gemeinsame Leitung vom Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik und dem Fraunhofer IZM. Beide Partner verfolgen mit der Smart System Integration das gleiche Ziel: Komponenten, die in unterschiedlichsten Technologien gefertigt sein können, auf oder in einem Trägersubstrat zu integrieren. Höhere Flexibilität, größere Ausbeuten und niedrigere Kosten bei hohen Integrationsdichten sind die Vorteile.

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

- Materialien und Prozesse für Integrationstechniken auf Wafer-, Chip- und Substratebene
- Nano Interconnect Technologies
- Zuverlässigkeit von der Nanostruktur bis zum System
- Nachhaltige Technologien
- Systemdesign und -modellierung



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

Kooperation mit der TU Berlin in Forschungsprojekten der Deutschen Forschungsgemeinschaft

Gemeinsame Grundlagenforschung mit Universitäten vertieft und erweitert langfristig die Kompetenzen des Fraunhofer IZM. So werden z. B. im DFG-Projekt »Elektrische Modellierung und Entwurf von Through Silicon Vias für integrierte Systeme« gemeinsam mit Prof. Dr. Christian Schuster von der Universität Hamburg-Harburg Methoden zur schnellen Berechnung der Signalübertragung mit TSVs erarbeitet. Die Ergebnisse sind ein wesentlicher Baustein für den Einsatz von TSVs in der industriellen Auftragsforschung.

ZIM-Projekte: Ein Beispiel

In dem Projekt RF-KombiSCAN wird ein Handmessgerät entwickelt, das den Frischegrad von Lebensmitteln ermittelt. Mit dem kombinierten Raman-Fluoreszenz-Messgerät lässt sich jederzeit schnell und genau prüfen, ob ein Lebensmittel noch frisch oder gar ungenießbar ist. Hauptbestandteile des Geräts sind zwei Spektrometer für die Messung des zurückgestrahlten Lichts sowie ein roter und ein blauer Laser. Sie ermöglichen und kombinieren die zwei Messmethoden der Raman-Streuung und der Fluoreszenz. In dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) geförderten Projekt sollen außerdem die komplette Steuerungselektronik, ein Bluetooth- und ein WLAN-Modul, die Energieversorgung mit Akku und Ladeeinheit sowie ein Touchscreen für die Anzeige und Bedienung in das Endgerät integriert werden. Die Messwerte sind drahtlos per WLAN oder Bluetooth an Smartphone, Tablet-PC, Notebook oder ins Internet übertragbar. Dies ermöglicht eine lückenlose Überwachung und Dokumentation der Lebensmittelqualität.

Eine Auswahl weiterer universitärer Forschungspartner des Fraunhofer IZM

Technische Universität Delft, Niederlande

Technische Universität Eindhoven, Niederlande

Technische Universität Tampere, Finnland

Universität Bologna, Italien

Universität Cádiz, Spanien

Universität Tokyo, Japan

Universität Twente, Niederlande

Universität Uppsala, Schweden

University College London, Großbritannien

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Brandenburgische Technische Universität Cottbus

Christian-Albrechts-Universität, Kiel

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Humboldt Universität zu Berlin

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Technische Universität Chemnitz

Technische Universität Darmstadt

Technische Universität Dresden

Universität der Künste Berlin

Universität Heidelberg

Universität Potsdam

Universität Rostock

INTERNATIONALE FORSCHUNGSKOOPERATIONEN

Fraunhofer IZM beteiligt am EU Flagship-Project Human Brain

Im »Human Brain Project« (HBP) arbeiten rund 250 Forscher aus 23 Ländern gemeinsam an der Vision, das menschliche Gehirn zu simulieren. Dazu wollen die Wissenschaftler Ansätze aus der Hirnforschung und der Informationstechnologie miteinander vernetzen. Das virtuelle Gehirn soll es Medizinerinnen künftig erleichtern, die Struktur und Arbeitsweise des gesunden, aber auch des erkrankten Gehirns zu verstehen sowie neue Medikamente zu entwickeln und zu testen. Auch die Robotik und das sogenannte »Neuromorphic Computing« sollen von der Simulation des Gehirns profitieren.

Für die hochkomplexen neuromorphen Rechner des Human Brain-Projekts müssen ganze Siliziumwafer (nicht nur einzelne Chips) mit einer hochdichten Verdrahtung verbunden werden. Die Aufgabe des Fraunhofer IZM ist in diesem Zusammenhang die Entwicklung von Technologien, die diese Verdrahtungssysteme auf den Siliziumwafern und zwischen den Wafern ermöglichen. Die langjährige Erfahrung des Instituts bei der Entwicklung von 3D-Packaging-Technologien ist hierfür eine wesentliche Voraussetzung.

Weitere Informationen: www.humanbrainproject.eu

Deutsch-spanische Kooperation im Bereich Ambient Assisted Living

Seit mehreren Jahren kooperiert das Fraunhofer IZM mit zwei spanischen Projektpartnern in den Bereichen Ambient Assisted Living (AAL) und Medizintechnik. Mit der Universität Cadix wurden bereits mehrere Projekte auf europäischer Ebene initiiert,

die sich neben dem Schwerpunkt AAL der Verbindung von Gesundheitswirtschaft und sanftem Tourismus widmen. Mit dem Barcelona Digital Technology Center (BDIGITAL) entwickelt das Fraunhofer IZM im gemeinsamen Projekt SAAPHO innovative Konzepte zur Patientenversorgung. Darüber hinaus ermöglicht BDIGITAL dem Fraunhofer IZM den Zugang zur starken katalanischen Wirtschaftsregion, ebenso wie umgekehrt das spanische Institut Zugang zu an internationaler Kooperation interessierten kleinen und mittelständischen Unternehmen in Deutschland erhält.

Deutsch-Kanadische Zusammenarbeit

Das Fraunhofer IZM begleitet als technologisches Bindeglied die Kooperation mittelständischer Unternehmen aus der Region Alberta. Die Zusammenarbeit bringt regionale Systemhersteller mit Mittelständlern aus Deutschland in Kontakt und stärkt so das transatlantische Miteinander. Wichtige Initiatoren dieser Kooperation sind das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) mit ihren Programmen zur wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Zusammenarbeit.

Kooperation mit dem National Institute for Materials Science (NIMS) in Japan

Im Mai 2013 fand in Berlin ein weiteres Treffen im Rahmen der Kooperation mit dem National Institute for Materials Science (NIMS) aus Japan statt. Das Fraunhofer IZM tauscht mit dem NIMS Informationen zu Nanotechnologien aus. Der Schwerpunkt liegt auf grünen Nanotechnologien und auf dem frühzeitigen Erkennen von Umwelt- und Gesundheitsrisiken durch neue Nanotechnologien.



Miniaturisierung von Neuroprothesen – Kooperation mit der Universität Utah

Seit 2005 kooperieren das Fraunhofer IZM und die Universität Utah in mehreren Projekten zur Miniaturisierung von Neuroprothesen und innovativen Ansätzen der Neurostimulation. Basis waren zwei Projekte zum Thema »neurale Prothese«, die mit den Kompetenzen des Fraunhofer IZM auf eine drahtlose Kommunikationsweise umgestellt wurden.

Im Rahmen der Zusammenarbeit arbeitet ein Forscher im Auftrag des Fraunhofer IZM in der Projektgruppe und unterstützt den bilateralen Studentenaustausch. Neben der transatlantischen Forschungsk Kooperation ist das Fraunhofer IZM zusammen mit einer in Salt Lake City ansässigen US-Firma auch an der Realisierung von kommerziellen Komponenten zur Neurosignalverarbeitung beteiligt und hat mit dem Technology Commercialization Office (TCO) der Universität Utah eine gemeinsame Patentverwertungsinitiative gestartet.

European Center for Power Electronics (ECPE)

Das Fraunhofer IZM ist Mitglied im »Competence Center« des European Center for Power Electronics (ECPE) und bringt seine Kompetenzen in allen leistungselektronisch relevanten Bereichen wie Design, Simulation, Aufbau- und Verbindungstechnik, elektromagnetische Verträglichkeit und Zuverlässigkeit ein. Regelmäßig beteiligt sich das Institut an der Vorbereitung und Durchführung von Tutorials und Seminaren für die ECPE.

Weitere Informationen: www.ecpe.org

Zustandsmonitoring in Verbundwerkstoffen

Im Rahmen des europäischen integrierten Forschungsprojektes PASTA wurden Technologien entwickelt, die es ermöglichen, im Inneren eines Verbundwerkstoffes lokal und global die Dehnung zu ermitteln und so Überlastungen, aber auch die kumulierte Belastung zu überwachen. Auf diese Weise können Vorhersagen über die verbleibende Lebensdauer des Bauteils

getroffen werden. Die Sensoren werden global durch eingewebte leitfähige Garne und lokal durch kleine dünne Dehnmessstreifen realisiert. Die Auswerteelektronik wird durch Crimpen an die leitfähigen Fäden in der textilen Fläche ankontaktiert, um mechanisch robuste Verbindungen zu realisieren. Zukünftige Anwendungen dieser Technologie reichen von der Prothetik bis zu Windkraftanlagen.

PhoxTroT – Europäisches Großprojekt zur Datenübertragung mit Licht

Große Rechenzentren und Supercomputer sollen bald wesentlich kosten- und energieeffizienter und zugleich noch leistungsfähiger werden. Das ist das Ziel des Forschungsvorhabens PhoxTroT unter der Federführung des Fraunhofer IZM. Das erste Jahr hat PhoxTroT mit 20 Deliverables und nahezu 30 Veröffentlichungen erfolgreich hinter sich gebracht. Mit TE Connectivity konnte außerdem ein neuer Industriepartner gewonnen werden, so dass das Konsortium nun aus insgesamt 19 Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft besteht.

Auch PhoxTroTs Disseminationsaktivitäten sind zahlreich: Im Zuge der Gründung des European Clusters in Optical Interconnects (ECO), fand während der ECOC 2013 in London ein Workshop statt, bei dem PhoxTroT-Partner sowie geladene Gäste zum Thema Optical Interconnects präsentierten. 2013 war PhoxTroT außerdem noch auf der Photonics West vertreten. 2014 setzt PhoxTroT seine Disseminationsaktivitäten auf der OFC in San Francisco sowie der Laser Optics in Berlin fort. Für die Laser Optics in Berlin wurde im Rahmen von PhoxTroT, in Zusammenarbeit mit EPIC, IEEE und ECO, außerdem ein Technologie-Workshop organisiert, der im März 2014 stattfand.

Das Forschungsvorhaben wird von der Europäischen Union mit neun Millionen Euro gefördert und läuft seit Oktober 2012 über einen Zeitraum von vier Jahren.

// UNSICHTBAR ABER UNVERZICHTBAR – UNSERE TECHNOLOGIEN IN DER ANWENDUNG



GESCHÄFTSFELDER & ZUSAMMENARBEIT

Nahezu jede Anwendungsbranche setzt auf miniaturisierte, zuverlässige Elektronik. Die Packaging-technologien des Fraunhofer IZM gelten hierbei als Schlüssel für anspruchsvolle Produkte. Dennoch muss die technologische Entwicklung doch den spezifischen Anforderungen der verschiedenen Anwendungen Rechnung tragen. Um dieser Herausforderung zu begegnen und die jeweils am besten geeigneten Lösungen anbieten zu können, stellt das Fraunhofer IZM seinen Kunden sechs Geschäftsfeldleiter zur Seite. Als Mittler zwischen Anwendung und Technologie sorgen sie dafür, dass Ihr Unternehmen schnell und effizient von der Idee zum Produkt kommt.



APPLIKATIONSZENTRUM AM FRAUNHOFER IZM

Seite 18

Dr.-Ing. Maik Hampicke, maik.hampicke@izm.fraunhofer.de



AUTOMOBILTECHNIK / VERKEHRSTECHNIK

Seite 20

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



MEDIZINTECHNIK

Seite 21

Erik Jung, erik.jung@izm.fraunhofer.de



PHOTONIK

Seite 22

Dr.-Ing. Rafael Jordan, rafael.jordan@izm.fraunhofer.de



INDUSTRIELEKTRONIK

Seite 23

Dr.-Ing. Volker Großer, volker.grosser@izm.fraunhofer.de



ENERGIE

Seite 24

Dr.-Ing. Eckart Hoene, eckart.hoene@izm.fraunhofer.de



3D-INTEGRATION

Seite 25

Martin Wilke, martin.wilke@izm.fraunhofer.de

INVESTIEREN SIE IN NEUE SYSTEMTECHNOLOGIEN!

Sie wollen jetzt in neue Systemintegrationslösungen investieren? Sie wollen Ihre Produkte mit Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik aufwerten, auf neue Anwendungsfelder ausdehnen und wettbewerbsfähiger machen? Das Applikationszentrum des Fraunhofer IZM sitzt an der Schnittstelle zwischen Ihrer Anwendung und innovativen Technologien. Sprechen Sie uns an!

Egal, ob Sie die Funktionalität erhöhen, einen höheren Miniaturisierungsgrad erreichen, die Zuverlässigkeit der Elektronik verbessern oder die Möglichkeiten nutzen wollen, die Herstellungskosten zu verringern. Sprechen Sie uns an, wir weisen Ihnen den Weg zum Einsatz geeigneter Systemintegrationstechnologien und begleiten Sie bis zur Produkteinführung.

Werten Sie Ihre Produkte mit individuell angepassten Systemintegrationstechnologien auf!

Sie haben bislang nicht oder nur in geringem Maße in eine angepasste Systemintegration investiert, wollen aber in Zukunft die Vorteile moderner Aufbau- und Verbindungstechniken konsequent einsetzen, um Ihre Produkte aufzuwerten und optimierter in verschiedenen Anwendungsbereichen einzusetzen. Dies ist möglich, indem Sie von unserem Know-how und dem Angebot des zugeschnittenen Technologietransfers profitieren.

Sichern Sie sich den Technologievorsprung!

Sie haben bereits Erfahrung im Bereich des Electronic Packaging und wollen auch weiter von nationalen und internationalen Entwicklungen profitieren? Dazu möchten Sie sich über neue Trends informieren? Sie benötigen hierbei Unterstützung, um ihre Produkte weiter zu optimieren, den Einsatzbereich zu erweitern, die Funktionalität weiter zu erhöhen oder noch zuverlässiger zu machen? Dann finden Sie im Applikationszentrum des Fraunhofer IZM den richtigen Partner!

Aktuelle Forschungsergebnisse für eigene Produkte nutzen

Sie wollen noch stärker von den Forschungsergebnissen des Fraunhofer IZM profitieren, Produktideen erwerben und Dienstleistungen in Anspruch nehmen? Das Applikationszentrum ist Ihr Ansprechpartner, wenn Sie Patente, Gebrauchsmuster, Prototypen, Produktideen und Dienstleistungen des Fraunhofer IZM erwerben oder nutzen wollen.

Nutzung von Patenten und Gebrauchsmustern des Fraunhofer IZM

Das Fraunhofer IZM hält eine Vielzahl an Patenten und Patentfamilien in Bereichen des Electronic Packaging, bei der elektronischen Systemintegration und im Bereich Test, Analyse und Zuverlässigkeit. Eine Vielzahl an Patenten kann das Fraunhofer IZM auch seinen Kunden zur Verfügung stellen. Wenn innovative Projektergebnisse des Fraunhofer IZM auch für Ihre Produkte interessant sind, wenn Sie Interesse an Patenten des Fraunhofer IZM haben, Patente erwerben oder Lizenzvereinbarungen abschließen möchten, um Innovationen des Fraunhofer IZM auch selbst zu nutzen oder vermarkten zu können, dann sprechen Sie uns an! Wir helfen Ihnen bei der Auswahl und der Lizenzierung.



APPLIKATIONSZENTRUM AM FRAUNHOFER IZM

Sie möchten Projektergebnisse des Fraunhofer IZM für eigene Produkte nutzen oder selbst weiter vermarkten? Das Applikationszentrum führt ausgewählte Demonstratoren und Prototypen des Fraunhofer IZM weiter bis zur Produktreife. Anschließend erfolgt eine Vermarktung. Ob über Onlineshops, Ausgründungen oder über Vermarktungspartner: Sie können damit direkt auf unsere Ergebnisse zurückgreifen.

Gerätesystem zur Ermittlung des Stresseintrags bei der Aufbau- und Verbindungstechnik in der Elektronik

Während des Verarbeitungsprozesses werden Bauteile, wie z. B. MEMS-Sensoren oder integrierte Schaltkreise, großen thermischen und mechanischen Belastungen ausgesetzt, die zu Änderungen der Bauteileigenschaften führen und schließlich die Funktionsfähigkeit beeinträchtigen können.

Innerhalb des BMBF-Projekts iForceSens hat das Fraunhofer IZM mit Partnern ein System entwickelt, mit dessen Hilfe der Stresseintrag in das bearbeitete System aufgezeichnet werden kann. Der entwickelte Messchip wird anstelle oder parallel zu den Komponenten eingesetzt und durchläuft die gleichen Verarbeitungs- und Prozessschritte wie das zu untersuchende System. Die in Form von Stromspiegeln angeordneten piezoresistiven Strukturen des Messchips detektieren die Scherspannung, die Temperatur sowie die beiden Hauptspannungskomponenten in der Chip-Ebene. Damit können die detaillierte Spannungsverteilung auf der Chipfläche quantifiziert und die thermo-mechanische Belastung ermittelt werden, die schließlich die Basis für die zielgerichtete Produkt- und Prozessoptimierung darstellt. Ein Gerätesystem übernimmt die Datenauswertung und stellt diese für weitere Entscheidungen grafisch zur Verfügung.

Kunden, welche die Dienstleistung zur Stressmessung in Anspruch nehmen, kommen aus der Entwicklung, der Fertigung oder der Qualitätsüberwachung von Mikrosensoren, speziell von Magnet-, Druck- und Beschleunigungs- oder Inertialsensoren.

Weitere Verwertung des Stressmesssystems

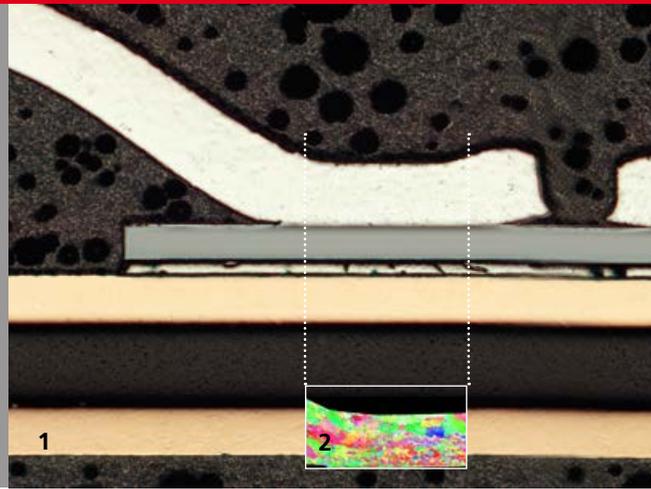
Das gesamte System zur Stressmessung und -auswertung kann zukünftig auch von unseren Kunden erworben werden. Ob für die Messung von Stress beim Transfer-Molding, beim Sintern, bei QFN-Lötprozessen, beim Einbetten in Chipkarten und Leiterplatten, beim Wafer-Dünnen oder dem Stapeln von Chips. Es gibt ein sehr breites Anwendungsspektrum. Sprechen Sie uns hierzu an!

Das Applikationszentrum entstand aus einer Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und wurde von diesem gefördert.

Ansprechpartner:

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

1 Messchip zur Bestimmung der Spannungsverteilung in der AVT. Nach Substitution des Kundenbauteils zeichnet er die Belastungen in der Fertigung auf



AUTOMOBIL- UND VERKEHRSTECHNIK

Mobilität zu bestmöglichen Bedingungen

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

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

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

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

Technologien für Elektromobilität – Projektbeispiele

Im Bereich der Elektromobilität arbeitet das Fraunhofer IZM unter anderem an folgenden Aufgabenstellungen:

- Verbesserung von Zuverlässigkeit und Widerstandsfähigkeit neuer Elektronikkomponenten, die im Bereich Elektromobilität verwendet werden – und dies über alle Stufen der Entwicklungskette (Projekt RESCAR)
- Technologien zur Herstellung und Optimierung von Hochtemperatur-Leiterplatten bis 200°C und darüber hinaus für die Leistungselektronik und Motorsteuerung (Projekt HELP)
- Herstellung und Zuverlässigkeit von Lotsystemen für Hochtemperatur-Leiterplatten bis 200°C und darüber hinaus für die Leistungselektronik und Motorsteuerung (Projekt HotPowCon)
- Zuverlässigkeit der Drahtbondverbindung in leistungselektronischen Systemen durch Verbesserungen bzgl. Material und Prozesse (Projekt RoBE)

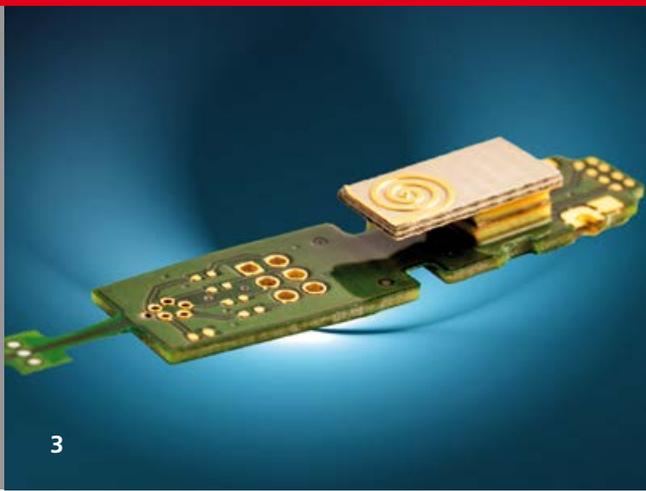
Leistungsangebot:

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

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

1 Drahtbond nach 50.000 Zyklen

2 EBSD-Map: Kristallorientierung



MEDIZINTECHNIK

Kleiner, feiner, leistungsstärker!

Hörgeräte sind heute so klein, dass sie komplett in den Gehörgang eingeführt werden können. Schmerztherapien basieren nicht mehr nur auf Medikamenten, sondern lassen sich schonend und effektiv mit Neurostimulatoren durchführen. Herzschrittmacher haben inzwischen die Größe einer Bohne und lassen sich minimalinvasiv an den Stimulationsort setzen. Viele Innovationen, die das Leben der Patienten erleichtern, basieren auf fortschrittlichen Mikrointegrationstechnologien. Auch die Diagnostik profitiert erheblich davon. Moderne Röntgensensoren beim Zahnarzt, Mikrokameras in der Endoskopie, leistungsstarke CT-Sensoren oder sogenannte »Pillen-Kameras« zum Schlucken sind ohne Miniaturisierung nicht vorstellbar.

Das Fraunhofer IZM begleitet diese Entwicklung schon seit vielen Jahren und unterstützt die Hersteller von innovativen medizintechnischen Geräten durch Zugang zu dem breiten Erfahrungsschatz in der Mikrointegration, entsprechenden Fertigungstechnologien und dem Know-how zur Umsetzung von solchen Systemen in hochzuverlässige Geräte.

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

Die Einbindung in die Fraunhofer-Allianz Ambient Assisted Living und das Fraunhofer-Netzwerk Medical Engineering gewährleistet einen schnellen Zugang zu Synergien aus diesen Kooperationen.

Medizintechnik – Projektbeispiele

Das Fraunhofer IZM arbeitet sowohl in öffentlichen Projekten wie auch in bi- und trilateralen Kooperationen mit medizintechnischen Partnern aus Europa und Übersee. So wurde im europäischen Projekt Cajal4EU die Realisierung einer komplett integrierten Diagnoseplattform unter Nutzung nanoelektronischer Komponenten unterstützt und nun mit INCITE die Integration von Sensoren und Diagnosesystemen gar in die Spitze eines nur 2 mm dünnen Katheters verfolgt.

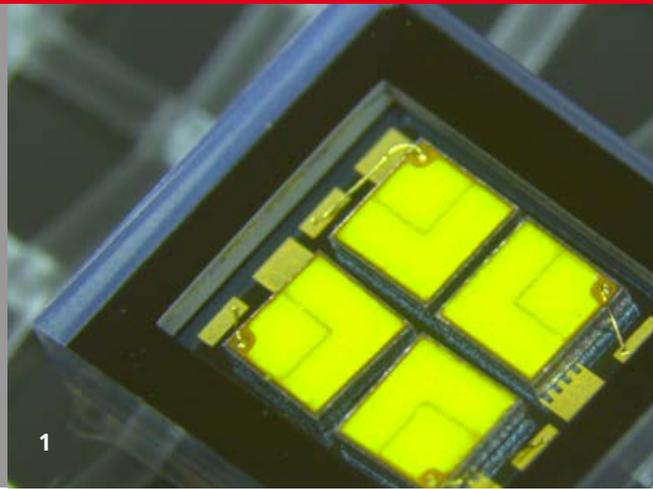
Sensoren, die muskuläre Anstrengungen mittels textil integrierter Messaufnehmer erfassen, werden im Projektvorhaben CAREJack entwickelt. Ziel des Projekts ist die Unterstützung von Pflegekräften im ambulanten Alltag mit technischen Hilfsmitteln. Unter Beteiligung des Fraunhofer IZM wird hier eine Oberkörperorthese realisiert, die durch ein intelligent gesteuertes Assistenzsystem übermäßigen Belastungen entgegenwirkt.

Ziel des Projekts Saapho ist es, in die Alltagsumgebung von Hilfebedürftigen sensorische Mikrotechnologie zu integrieren, um so deren Lebensqualität zu verbessern. Hier beteiligt sich das Fraunhofer IZM unter anderem an der Umsetzung und Systemintegration eines intelligenten Aktivitätssensors, Blutdrucksensors und eines Blutzuckermesssystems.

Leistungsangebot:

- Aufbau- und Verbindungstechnik und Zuverlässigkeitsanalysen für miniaturisierte medizinische Geräte / Implantate
- Lab-on-Substrate für patientennahe Labordiagnostik
- Verbesserte Funktionalitäten für intelligente Prothesen

3 3D-System-in-Package-Stack für Hörgerät (in Kooperation mit TU Berlin)



PHOTONIK

Photonische Systeme für erhöhte Funktionalität

Die Photonik im Sinne der Nutzbarmachung von Photonen für die Bedürfnisse des Menschen hat heute alle Sphären des täglichen Lebens erreicht. Beginnend mit der Verwendung künstlicher Lichtquellen in Form von Feuer, spielt sie inzwischen eine zentrale Rolle für moderne effiziente Beleuchtung, ultraschnelle Datenkommunikation und -verarbeitung sowie bei Sensoren in den Bereichen Umwelt, Verkehr, Industrie und Medizin. Auch das Fügen, Trennen und Modifizieren von Materialien kann ohne Photonik nicht mehr zeitgemäß realisiert werden. Denn eines ist diesen Anwendungen gemein: Ihre erhöhte Funktionalität vereinigt unterschiedliche Komponenten, Materialien und Schnittstellen. Da die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems aber das Produkt aller Faktoren ist, muss jedes Glied in dieser Kette ebenso extrem zuverlässig sein. Diese Herausforderung unter ökonomischen Aspekten zu realisieren und gleichzeitig mit der Photonik neue Wege zu gehen, die Funktionalität zu erhöhen und Ressourcen zu schonen, ist das Ziel des Fraunhofer IZM.

Leistungsangebot:

- Herstellung und Montage optischer Komponenten
- Montage- und Verbindungstechniken elektrooptischer Komponenten
- Simulation, Entwurf und Messtechnik (thermisch, mechanisch, optisch und HF)
- Photonische und plasmonische Systeme
- Qualifizierung, Fehler- und Zuverlässigkeitsanalysen
- Integration mittels Wafer Level Packaging

Enlight – Hermetisches Packaging für LEDs und Sensoren

Im FP7-Projekt Enlight entwickelt das Fraunhofer IZM gemeinsam mit führenden Industriepartnern wie Philips Lighting, Osram AG, NXP und Infineon neue LED-Beleuchtungssysteme. Diese werden den Stromverbrauch durch grundlegende Innovationen bei den LED-Lichtmodulen, insbesondere durch intelligente integrierte Sensorik, weiter senken.

Das Fraunhofer IZM wird hierbei hocheffiziente LED-Module mit hoher Leuchtdichte auf Siliziumbasis entwickeln, die zudem durch den vollhermetischen Aufbau für einen Einsatz in Nasszellen, Meerwasserapplikationen oder aggressiven industriellen Umgebungen geeignet sind. Die transparente Glas- kappe bietet weiterhin die Möglichkeit zur Integration optischer Sensoren.

Nach grundlegenden Simulationen zum thermischen Management für Siliziumsubstrate mit und ohne thermische Finnen wurde ein Aufbaukonzept entwickelt, bei dem die Kontaktierverfahren so ausgewählt wurden, dass es in der schrittweisen Abfolge beim Aufbau nie zu einem Lösen oder Aufschmelzen der vorhergehenden Verbindungen kommt und die abschließende Weiterverarbeitung auch unter thermischen und mechanischen Gesichtspunkten problemlos erfolgen kann.

Hierbei wurden klassische Technologien wie das eutektische Bonden mit neueren Entwicklungen, wie dem anodischen Bonden, bis hin zu zukunftsweisenden Innovationen, wie dem Transient Liquid Phase Bonding (TLPB), kombiniert.

1 Hermetisches Package für Festkörperbeleuchtung und Sensorik



INDUSTRIELELEKTRONIK

Industrielle Elektroniken – sicher und zuverlässig!

Begriffe wie eine vernetzte Welt oder Cyber Physical Systems und Industrie 4.0 stehen für die großen Entwicklungstrends unserer Gegenwart. Bei der Umsetzung in Produkte spielen Robustheit, Miniaturisierung, Zuverlässigkeit und Sicherheit eine zentrale Rolle.

Das Fraunhofer IZM wird sich aufgrund der guten Erfahrungen im Bereich der Sicherheitstechnik künftig auch verstärkt auf dem Gebiet der Industrieelektronik bewegen. Erfahrungen bei der Gewährleistung der Betriebssicherheit von Anlagen, der Identitätsfeststellung von Objekten und Personen, der Rückverfolgbarkeit von Produkten und der Früherkennung von kritischen Komponenten sollen miteinander verknüpft und so nützliche Synergien geschaffen werden, insbesondere für Industrieelektroniken im Bereich Automatisierungstechnik. Aktuell stellen sich die IZM-Forscher der Herausforderung, innovative Lösungen für autarke mehrkanalige Funksensoren in der Steuerungstechnik zu finden.

Die zweite Strategie besteht darin, neue Forschungsergebnisse und erfolgreiche Strategien aus angrenzenden Disziplinen der Mikroelektronik und -systemtechnik auf ihre Nutzungspotenziale in der Automatisierungstechnik zu prüfen und in die Anwendung zu bringen. Hier stehen zunächst autarke Funksensorsysteme im Fokus der industriellen Umsetzung, und die Forschungsaktivitäten zur Industrieelektronik am Fraunhofer IZM konzentrieren sich auf die Echtzeitfähigkeit derartiger Funksensorsysteme.

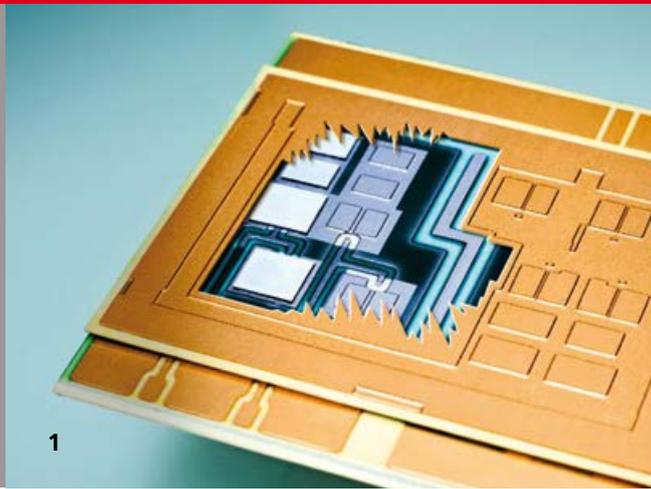
Freileitungsmonitoring für Höchstspannungen

Das sensorbasierte Monitoring von Freileitungen stellt bezüglich der Robustheit und Zuverlässigkeit des Systems hohe Anforderungen an die Funktionssicherheit. Unter diesem Blickwinkel ist ASTROSE® ein exzellentes Beispiel für Arbeitsprozesse von der Idee bis zum Piloteinsatz am Fraunhofer IZM. ASTROSE® basiert als nachrüstbares Monitoringsystem auf energieautarken Funksensorknoten. Das Messen wichtiger Zustandsgrößen erfolgt direkt am Seil. Über das Funknetzwerk entlang der Seile der Trasse gelangen die Messwerte an einen Dateneinleitungspunkt und von dort in die Leittechnik des Netzbetreibers. Nach Abschluss des gleichnamigen Verbundprojektes des BMBF starteten Fraunhofer, die MPD GmbH und die MITNETZ STROM GmbH die Überführung der Forschungsergebnisse in die Pilotanwendung. Die Pilotanwendung ist mit der Installation der ASTROSE®-Technik an einer Hochspannungsleitung im letzten Jahr gestartet.

Leistungsangebot:

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

2 *Energieautarkes Funksensorsystem zur Überwachung von Hochspannungsleitungen*



ENERGIE

Der Schlüssel für mehr Ressourceneffizienz

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

Am Fraunhofer IZM erforschen wir die Möglichkeiten, die die neuen Leistungshalbleitermaterialien Silizium-Karbid (SiC) und Gallium-Nitrid (GaN) für verbesserte zuverlässige leistungselektronische Systeme eröffnen. Die Aufbau- und Verbindungstechnik muss für den erweiterten Temperaturbereich bis 250°C ausgelegt werden.

SiC-Halbleiter nähern sich in ihren Eigenschaften schon sehr stark einem idealen Schalter an. Allerdings erzeugen hohe Schaltgeschwindigkeiten im Zusammenhang mit innerhalb des Packages und bei der Anbindung an die Umgebung parasitär auftretenden Induktivitäten und Kapazitäten unerwünschte Schwingungen, die störend auf den Betrieb wirken. Hier kann ein EMV-optimiertes Package-Design helfen, Verluste zu minimieren und einen störungsarmen Betrieb zu gewährleisten. Das Gleiche gilt für eine gute Anbindung an die Einbaumgebung.

Am Fraunhofer IZM ist die gesamte Kompetenz vom Systemdesign, über die Aufbau- und Verbindungstechnologien, das thermische Management, elektromagnetische Verträglichkeit bis hin zur Zuverlässigkeits- und Schadensanalytik vorhanden.

Für besonders hohe Schaltfrequenzen optimiertes Package

Siliziumcarbid-Halbleiter verfügen über eine hohe Stromanstiegsgeschwindigkeit beim Ein- und Ausschalten. Damit kann die Schaltfrequenz in der Umrichterschaltung drastisch erhöht werden, was aber aufgrund der im Modulaufbau auftretenden parasitären Induktivitäten zu erheblichen Überspannungen beim Abschalten führen kann. Diese können eine zerstörende Wirkung auf den Chip haben sowie zu weiteren Schwingungen führen, die die Schaltverluste erheblich in die Höhe treiben. Für eines der derzeit interessantesten Projekte werden die Chips standardmäßig auf eine DCB gesintert, aber der Zwischenkreis wird über eine Busbar, die in PCB-Technologie auf der DCB angebracht wird, angebunden. Ein Teil der Zwischenkreiskondensatoren sitzt bereits auf dem Modul. Erreicht wurden damit ein Stromanstieg von 4A/ns, kaum Überspannung beim Ausschalten, geringes Schwingen und eine Kommutierungsinduktivität von gerade einmal 0,866 nH. In der Weiterentwicklung dieses Projektes werden zusätzlich die parasitären Kapazitäten optimiert, um trotz der schnellen Schaltfrequenzen gute elektromagnetische Eigenschaften zu gewährleisten. Zur weiteren Reduzierung der Schaltverluste wird der Strom lückend im Nullpunkt geschaltet. Mit den Einzelmodulen wird ein dreiphasiger Umrichter mit einer Leistung von 15 kW aufgebaut. Aufgrund der hohen Schaltfrequenz von bis zu 250 kHz kann die Ausgangsdrossel um mehr als eine Zehnerpotenz verkleinert werden.

Leistungsangebot:

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

1 Doppelseitig gekühltes Leistungsmodul



3D-INTEGRATION

Höchstleistungen für Bildsensoren und Computing

Die dreidimensionale Integration von elektronischen Komponenten ermöglicht in Zukunft die weitere Steigerung der Leistungsfähigkeit von elektronischen Systemen. Vorteile, die sich aus einem vertikalen Systemaufbau ergeben, sind

- Leistungssteigerung in Form einer höheren Signalgeschwindigkeit sowie einer größeren Bandbreite in Folge deutlich geringerer Leitungslängen im Gesamtsystem
- Erhöhte Energieeffizienz durch kürzere Verdrahtungslängen
- Kostenreduktion durch die Möglichkeit der Partitionierung großer und teurer Chips
- Gesteigerte Funktionalität durch die heterogene Integration von Komponenten unterschiedlicher Herstellungstechnologien
- Geringere Baugröße sowie ein freier Zugang zu sensitiven Oberflächen bei Sensoranwendungen durch Rückseitenkontakte
- Erhöhung des optischen Füllfaktors bei großflächigen Multisensoranwendungen
- Verkürzung von Produktionsprozessen durch Parallelisierung von Aufbautechniken

Das Fraunhofer IZM bietet seinen Kunden Konzeption, Prozessentwicklung, Charakterisierung, Zuverlässigkeitsanalyse sowie Prototypenfertigung von 3D-Systemen an. Dabei stehen alle notwendigen Prozesse für die Formierung von Through Silicon Vias (TSVs) und das anschließende Packaging zur Verfügung. In abgeschlossenen oder zurzeit laufenden Prozessen werden 3D-Systeme für unterschiedlichste Anwendungen (Bildsensoren, Logik, MEMS, Silizium- und Glasinterposer) aufgebaut, Assembly-Prozesse durchgeführt sowie die elektrische und thermomechanische Charakterisierung durchgeführt.

Hermetisches Verkapseln von MEMS-Komponenten

Through-Silicon-Via-Technologien bieten attraktive Vorteile für die Integration mehrerer Bauelemente in einer gestapelten Architektur mit exzellenter elektrischer Leistung und kleinem Formfaktor, z. B. bei Sensoren, ASICs, Speichern und Transceivern. Mit Partnern aus Industrie und Forschung entwickelt das IZM Basistechnologien für kostengünstige, miniaturisierte, hybride Mikrosysteme auf Waferebene. Hierfür werden Standardtechnologien wie Umverdrahtung, TSV-Formierung und Wafer-zu-Wafer-Bonden kombiniert, um vielseitige Ansätze für das hermetische Wafer Level Packaging von MEMS-Komponenten zu erhalten. Einige dieser Forschungsarbeiten finden innerhalb des Gemeinschaftsprojektes »Go4Time« statt, das innerhalb des 7. FRP gefördert wird. Ziel des Projekts sind neue Fertigungskonzepte für hochstabile, generische, kostengünstige Zeitgeberkomponenten, die autark sind und sich für portable Telekommunikationssysteme wie Mobiltelefone eignen. Ein Meilenstein im Projekt ist die Fertigung eines MEMS-Packages auf Waferebene, welches auf Silizium-Interposern mit vertikalen kupfergefüllten TSVs und gebondeten Kappenwafern für das hermetische Versiegeln der Resonator-Komponenten beruht.

Leistungsangebot:

- Design, Prozessevaluation, Charakterisierung und Prototypenfertigung von 3D-integrierten Systemen
- TSV-Formierung in CMOS-Wafern (Via Last)
- Silizium- und Glasinterposer
- Montage gedünnter, durchkontaktierter Chips
- Rückseitenkontaktierungen für Bildsensoren (FSI, BSI)
- 3D-Integration von optischen Verbindungselementen
- Hybride 3D-Pixeldetektormodule
- Hermetisch dichte MEMS-Packages mit TSVs

FRAUNHOFER IZM LABS & SERVICES

Das Fraunhofer IZM entwickelt und forscht nicht nur für Sie – über unsere Serviceleistungen stehen Ihnen auch unsere Maschinen und Anlagen zur Verfügung. Einige Highlights:

Qualifikations- und Prüfzentrum für elektronische Baugruppen (QPZ)

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

Ansprechpartner:

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

Trainingszentrum für Verbindungstechnologien (ZVE)

Das ZVE, von der ESA geprüft und vom IPC für das Zertifizierungsprogramm IPC A 610 akkreditiert, fungiert als Schulungs- und Dienstleistungszentrum für die Aufbau- und Verbindungstechnik. Das Schulungsprogramm beinhaltet u. a. Kurse und Lehrgänge zum Hand-, Reflow- und Wellenlöten, zur Reparatur von SMT-Baugruppen und zur lötfreien Verbindungstechnik. Weitere Dienstleistungen des ZVE sind die Prozessqualifizierung und die Beratung zur Qualitätssicherung bei der Fertigung von elektronischen Baugruppen.

Ansprechpartner:

Dr. Frank Ansorge, frank.ansorge@oph.izm.fraunhofer.de
Telefon +49 8153 9097-500

Electronics Condition Monitoring Labor (ECM)

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

Ansprechpartner:

Olaf Bochow-Neß, olaf.bochow-ness@izm.fraunhofer.de
Telefon +49 30 46403-218

Labor für textilintegrierte Elektronik (TexLab)

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

Ansprechpartnerin:

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

Weitere Labore:

- Flip-Chip-Linie
- Die- und Drahtbondzentrum
- Mikromechatronikzentrum
- Labor für thermomechanische Zuverlässigkeit
- Photonik-Labor
- Advanced-System-Engineering-Labor



Prozesslinie zur Substratfertigung

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

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

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

Ansprechpartner:

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

Labor zur Moldverkapselung

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

- Compression Molding auf Modul- und Waferebene
- Kompatibilität zu PCB-basierender und Dünnschicht-Umverdrahtungstechnologie
- 3D-Umverdrahtung durch Through Mold Vias (TMV)
- Transfer Molding von SiPs auf Basis von Leadframe und organischen Schaltungsträgern (MAP Molding)
- Rapid Tooling, Verkapselung mit frei wählbarer Geometrie
- Transfer-Molden von großvolumigen Packages

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

Ansprechpartner:

Karl-Friedrich Becker, karl-friedrich.becker@izm.fraunhofer.de
Telefon +49 30 46403-242

Wafer Level Packaging Line Berlin

Auf 800m² Reinraum (Klassen 10 bis 1000) können unsere Kunden speziell für das erste Prototyping sowie die Verarbeitung unterschiedlicher Wafermaterialien (Silizium, III-V-Halbleiter, Keramik, Glas) und -größen (4", 6" und 8") in Berlin zurückgreifen auf:

- Dünnschicht-Abscheidung (Sputter und Evaporation)
- Photolithographie (u. a. Photolacke, Polymere, Spray-Coating)
- Galvanik-Bumping, Leiterbahnen und Füllen von Durchkontaktierungen (Bumpmetalle: Cu, Ni, Au; Lotlegierungen: SnAg, AuSn, SnPb, Sn, In)
- Nasschemische Prozesse (Ätzen, Reinigen)
- Waferbonden (Support-Wafer, Handhabung dünner Wafer)
- Silizium-Plasmaätzen (Durchkontaktierungen, Kavitäten)

Ansprechpartner:

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

All Silicon System Integration – ASSID

In Dresden steht eine industriekompatible 300 mm-Technologielinie für Wafer-Level-Systemintegrationslösungen zur Verfügung. Folgende Services werden angeboten:

- Anwendungsbezogene Silizium-Interposer mit Cu-TSV
- Cu-TSV-Integration (Via-middle-, Via-last-, Backside-Via-Prozess)
- Wafer-Level System-in-Package (Development & Prototyping)
- High-Density Thin-Film-Multilayer (RDL)
- Wafer Thinning und Thin Wafer Handling
- Wafer-Level Bumping (ECD)
- Wafer-Level Assembly, Wafer Dicing (Stealth-Laser)
- Wafer-Level Solder Ball Attach (100-500 µm)
- Integration aktiver Elemente (IC), Dünnschichtintegration
- Kundenspezifisches Prototyping

Ansprechpartner:

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

// KERNKOMPETENZEN



FRAUNHOFER IZM

KERNKOMPETENZEN

INTEGRATION AUF SUBSTRATEBENE Seite 30

Systemintegration & Verbindungstechnologien Seite 32
Leitung: Rolf Aschenbrenner, Dr.-Ing. Martin Schneider-Ramelow

Mikromechatronik & Leiterplattentechnologie Seite 36
Leitung: Dr.-Ing. Frank Ansorge

INTEGRATION AUF WAFEREBENE Seite 38

**Wafer Level System Integration –
All Silicon System Integration Dresden ASSID** Seite 40
Leitung: Oswin Ehrmann, M. Jürgen Wolf

MATERIALIEN & ZUVERLÄSSIGKEIT Seite 44

Environmental & Reliability Engineering Seite 46
Leitung: Dr.-Ing. Nils F. Nissen, Dr.-Ing. Olaf Wittler

SYSTEMDESIGN Seite 48

System Design & Integration Seite 50
Leitung: Dr.-Ing. Ivan Ndip, Harald Pötter

FORSCHUNGS-CLUSTER INTEGRATION AUF SUBSTRATEBENE

INTEGRATION AUF SUBSTRATEBENE AM FRAUNHOFER IZM

Getrieben durch die Nachfrage nach leistungsfähigen, aber preiswerten Lösungen werden auf Basis etablierter Technologien erweiterte Funktionalitäten auch auf der Package- oder Modulebene integriert. So können mehrere Komponenten in einem Package (System-in-Package – SiP) integriert oder mehrere Packages dreidimensional (Package on Package) gestapelt werden. Eine neue Aufbauform auf Boardebene ist das Einbetten ungehäuster Bauelemente in das Substrat. Zukünftig wird die Integration optischer Funktionen hinzukommen. Das Fraunhofer IZM arbeitet auch hier an neuen Technologien wie etwa der Dünnglasintegration oder neuen faserbasierten Kopplungsverfahren.

W-Band Radarmodul mit 94 GHz MMIC und freistehender Vivaldi-Antenne auf Basis einer kostengünstigen Kombination aus HF- und Standard-Leiterplatte

HIGHLIGHT 2013

Der W-Band-Radar hat den Durchblick

Durch Holz, Pappe oder Kunststoff schauen – das gelingt dem menschlichen Auge nicht. Was uns verborgen bleibt, macht ein kompaktes, modular aufgebautes Radar sichtbar: Der Millimeterwellensensor durchdringt undurchsichtige Stoffe. Er sendet im Hochfrequenzbereich zwischen 75 und 110 GHz und eignet sich für unterschiedlichste Anwendungsbereiche – von der Flugsicherheit über die Logistik und Industriesensorik bis hin zur Medizintechnik.

Forscher vom Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, für Angewandte Festkörperphysik IAF sowie für Produktionstechnik und Automatisierung IPA entwickeln gemeinsam ein Radar, das trotz Schneewolken, Staub oder Nebel exakte Höhen- und Bodenabstandsdaten als Landehilfe liefert. Dieses Radar arbeitet mit Millimeterwellen im Frequenzbereich von 75 bis 110 GHz – dem W-Band – und kann selbst bei schwierigsten Sichtverhältnissen auch kleine Objekte aus der Distanz erkennen. Im Gegensatz zu optischen Sensoren durchleuchtet der Millimeterwellensensor alle dielektrischen, nichtmetallischen und nicht transparenten Stoffe wie Kleidung, Kunststoffplatten, Papier, Holz oder eben Schnee und Nebel.

Ein weiterer Vorteil des Geräts: Im Gegensatz zu Röntgenscannern ist es nicht gesundheitsschädlich, es arbeitet mit kurzwelligigen Strahlen im Millimeterbereich. Die Sendeleistung liegt bei 10 mW. Zum Vergleich: Die Sendeleistung eines Handys rangiert bei 1.000 mW.

Die Beiträge aus dem Bereich Aufbau- und Verbindungstechnik unterstützen die Entwicklung dieses höchstintegrierten W-Band-Radarmoduls (94 GHz) mit integrierter Signalerzeugung, Frequenzvervielfachung, Vivaldi-Antenne und Datenverarbeitung durch die Verwendung eines preiswerten und HF-kompatiblen Basismaterials. Dies wird erreicht durch die Kombination eines kostengünstigen FR4-Basisträgers und einer HF-geeigneten LCP-Lage, in der auch die freistehende 50 µm starke Vivaldi-Antenne integriert ist. Der GaAs-MMIC wird in einer Laserkavität oberflächenbündig mit den Koplanarleitungen montiert und durch ultrakurze Zero-Tail-Wirebonds für geringste HF-Verluste kontaktiert. So gelingt es, das Gesamtmodul im Volumen einer Zigaretten-schachtel unterzubringen!

Kontakt:

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

SYSTEMINTEGRATION & VERBINDUNGSTECHNOLOGIEN

Die Abteilung

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

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

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

Trends

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

Folgende Ziele werden verfolgt:

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



AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE

Smart Pixel

Die Entwicklung eines textilen Displays stand im Fokus des BMBF-geförderten Projekts Lumoled. Dazu wurden am Fraunhofer IZM einzeln ansteuerbare RGB-Lichtquellen (Smart Pixel) speziell für die Integration in textile Schaltungsträger entwickelt. Die Smart Pixel sind kleine Leiterplatten, auf denen eine RGB-LED hoher Güte sowie vier passive Bauteile montiert sind. Zudem wurde mit der Embedding-Technologie das Herzstück jedes Pixels – ein I²C-Bus-LED-Treiber in QFN-Form (Quad Flat No Leads Package) – in jede Pixelleiterplatte eingebettet. Dadurch konnte ein komplexes System auf minimaler lateraler Fläche erzielt werden. Der I²C-Bus kommt hier aufgrund der begrenzten Verdrahtungsmöglichkeiten des Textils zur Anwendung und dient zum Steuern der Smart Pixel. Die Verbindung zum Textil wird mittels Thermoplastic-Adhesive-Bonding (TA-Bonding) realisiert, wobei nichtleitender Klebstoff zum Einsatz kommt. TA-Bonding wurde am Fraunhofer IZM entwickelt und auch im Projekt positiv auf Zuverlässigkeit getestet.

Zum Projektende konnte erstmalig ein flexibles textiles Display mit 64 Smart Pixeln realisiert werden, welches zur Integration in einen Mantel vorgesehen ist. Langfristig sollen so großflächige textile und frei formbare Displays entstehen.

Optische Gyroskope für Mikrosatelliten im erdnahen Orbit

Interferometrische Faseroptische Gyroskope (IFOG) sind hochgenaue Drehratensensoren, die wesentlicher Bestandteil von Inertial-Messsystemen sind. Diese finden Anwendung in bemannten und unbemannten Fahrzeugen, wie zum Beispiel U-Booten, Landfahrzeugen, Flugzeugen und Satelliten.

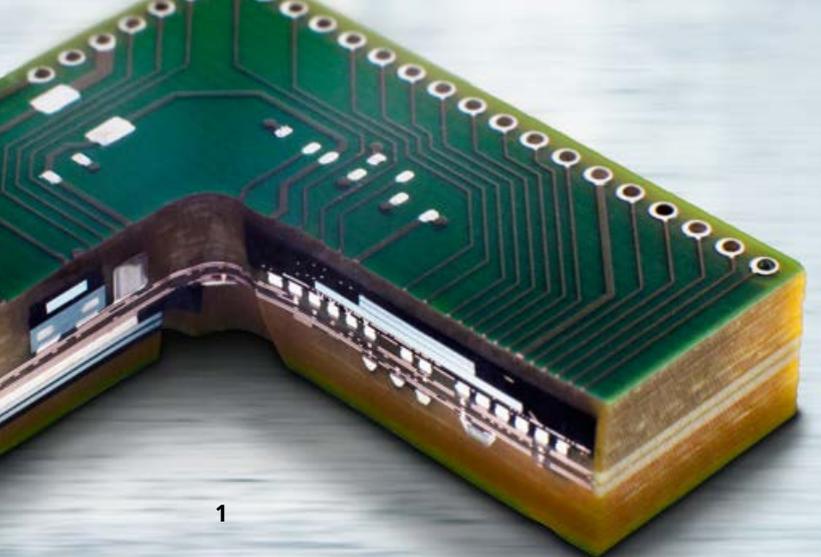
IFOGs basieren auf dem relativistischen Sagnac-Effekt. Um diesen zu nutzen, wird das optische Signal einer Lichtquelle in zwei Einzelsignale geteilt, die in einer Faserspule einander entgegengesetzt umlaufen. Diese Faserspule ist das zentrale Sensorelement. Nachdem beide Signale die Faserspule passiert haben, werden sie zur Interferenz geführt und das resultierende Signal ausgewertet, welches Rückschluss auf die Drehrate des Systems gibt. Ein einfaches Regressionsmodell wurde verwendet, um auf Basis von Temperaturmessungen auf den Außenseiten der Faserspule den Drehratenfehler zu kompensieren. Daraus wurden Empfehlungen für eine ideale Gehäusegeometrie der Faserspulen sowie Einflüsse der verschiedenen Wickelgeometrien der Faser abgeleitet.

1 *Textiles Display mit 64 Smart Pixel in einen Mantel integriert*

Leitung:

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

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



Das Regressionsmodell wird an einer Spule mit Quadrupole-Wicklung mit Panda-Faser und einer Spule in Zylinderwicklung mit Standard-Single-Mode-Faser getestet. Für die Stabilität des IFOGs sind Komponenten wie die Lichtquelle, der Phasenmodulator und die Elektronik für die Signalanalyse von hoher Wichtigkeit. Dazu wurde eine Methode entwickelt, die ein Leistungs- und Wellenlängenmonitoring der Lichtquelle erlaubt. Für die Stabilisierung wurden Bragg Grating, Photodioden, Lyot-Depolarisatoren und optische Isolatoren eingesetzt.

Modularer Sensorbaukasten mit eingebetteten Bauteilen

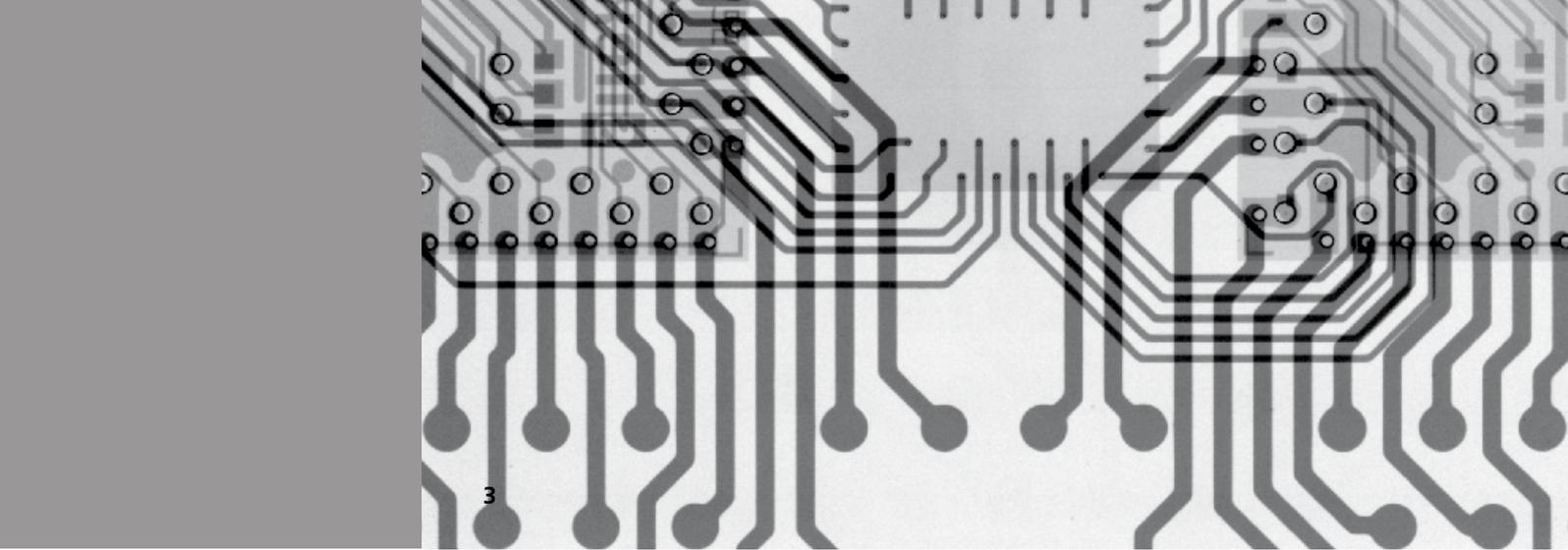
Modulare Sensorsysteme ermöglichen einen hohen Grad an Flexibilität und Vielseitigkeit. Durch die Auswahl geeigneter Sensoren lässt sich sehr schnell ein anwendungsbezogenes System aufstellen, um Eigenschaften zu erfassen und gewünschte Parameter zu regeln oder steuern. Im Rahmen des Eigenforschungsprojekts MoMiKa wird ein modulares Mikrokamerasystem entwickelt, dessen komplette Sensorelemente gegeneinander austauschbar sind.

Grundvoraussetzung für diese Variabilität bilden individuelle Module, welche neben den speziellen Sensoren eine Möglichkeit der Vorverarbeitung der erfassten Messwerte beinhalten. Diese Daten werden über ein definiertes Protokoll (I²C) von jedem Modul an ein Basismodul übermittelt. Zusätzlich verfügen Sensorelemente die eine hohe Datenrate erzeugen (z. B. Kamera) über eine USB-Verbindung zum Basismodul. Alle im Gesamtsystem erfassten Daten werden mit Hilfe einer im Basismodul arbeitenden Anwendung verarbeitet. Die Ergebnisse daraus können über einen USB-Anschluss an einen Computer übermittelt werden. Die Anwendung sowohl für das Basismodul als auch für die PC-Seite kann mit Hilfe einer grafischen Programmiersprache implementiert werden.

Jedes Modul beinhaltet einen oder mehrere Sensoren. Des Weiteren verfügen sie über eine eigene Spannungsaufbereitung, einen Mikrokontroller und einige passive Bauelemente. Die Mikrokontroller dienen als Schnittstelle zum Protokoll des Gesamtsystems und führen die Datenvorverarbeitung durch. Alle Bauelemente werden durch die Anwendung der PCB-Embedding-Technologie in die Leiterplatte integriert. Diese Methode ermöglicht aufgrund der ebenen und identischen Ober- und Unterseite das Austauschen einzelner Module oder gesamter Gruppen. Die Auswahl der Module und die Anordnung untereinander erfolgt anwendungsbezogen. Für einen permanenten Einsatz können sie verlötet oder verklebt werden. Erfordert die Anwendung hingegen einen temporären und variablen Einsatz, ist ein Zusammenstecken der einzelnen Module über speziell entwickelte Steckverbinder möglich.

Ein sehr spezielles Sensorelement ist die miniaturisierte intelligente Kamera. Dieses Kameramodul verfügt über einen integrierten Bildverarbeitungsprozessor und kann sowohl für Stand- als auch Bewegungsbilder eingesetzt werden. Das Volumen der Kamera liegt mit ca. 3 cm³ deutlich unter dem Volumen vergleichbarer Module anderer Hersteller (z. B. Microscan Vision MINI – 20-faches Volumen). Die hohe Integration der Bauelemente ermöglicht unzählige Applikationen, etwa:

- Diebstahlschutz durch Bewegungserkennung
- Mustererkennung z. B. von Verkehrsschildern
- Schrifterkennung durch Kantendetektion
- Artefakt-Filterung und Bildaufbereitung
- Automatische Beleuchtungsregelung
- Bildverarbeitung in Echtzeit
- MPEG2/MPEG4-Videokompression



Sensorpackaging und Sensorverkapselung

Die Aufbau- und Verbindungstechnik für intelligente Sensormodule ist eine der herausforderndsten Disziplinen im Packaging von mikroelektronischen Systemen. Der Trend zu immer mehr Sensorfunktionalität und zugehöriger Auswertelogik in einem miniaturisierten Package definiert diese Module als typische Anwendungen der heterogenen Integration.

Abhängig von Einsatzgebiet, Zuverlässigkeitsanforderungen und wirtschaftlichen Randbedingungen werden solche Module in unterschiedlichen Technologien realisiert – das reicht von Einzel-Chips auf Leadframe über Chip-on-Board auf Keramik bis hin zu System-in-Packages (SiPs) auf Leadframe und organischen Schaltungsträgern oder gar substratlosen Packagingkonzepten. Kostengetrieben setzen die Hersteller bei Montage und Gehäusung immer stärker auf polymere Materialien. Typische Anwendungen sind geklebte Kontakte und Gehäusung durch Glob Top und Molding. Beispielhaft wurde eine solche heterogene Integration im Projekt MST-SmartSense an einem Multisensor-eCompass-Package entwickelt, das Magnet-, Beschleunigungs- und Drucksensorik sowie die zugehörige Auswerteelektronik und passive Komponenten enthält. Technologische Grundlage dafür waren zwei Ansätze: ein leiterplattenbasiertes System-in-Package unter Verwendung von angepassten SMD/COB-Technologien und – für die Höchstintegration – ein Wafer-Level-Molding-Ansatz, der durch die am Fraunhofer IZM entwickelten Thru-Mold-Vias eine modulare Package-on-Package-Lösung für den Aufbau einer Multisensor-Funktionalität erlaubte. Gerade für die kosteneffiziente Höchstintegration liegt der technologische Schwerpunkt im Bereich der Einbetttechnologien – hier werden neben der Einbettung aktiver Komponenten in die Leiterplatte auch die Herstellung von rekonfigurierten Wafern bzw. Panels (450 x 600 mm²) für die kostengünstige Herstellung von hochintegrierten Systemen erforscht. Beispielhaft ist hier die erfolgreiche Integration von Biosensorik und Mikrofluidik im Projekt Cajal4EU zu nennen, in dem durch Kombination von Wafer-Level-Molding und z-Achsen-Durchkontaktierung sowie mikrofluidischen Strukturen ein hochintegriertes Sensormodul für Point-of-Care-Anwendungen dargestellt wurde.

Neben der Medizintechnik liegen die häufigsten Anwendungsgebiete für solche Sensormodule in den Bereichen Automotive und Industrieelektronik. Hier bestehen hohe Anforderungen an die Package-Zuverlässigkeit und -lebensdauer – gerade bei hohen Einsatztemperaturen (Motorraum/Autoklavenlagerung), Temperaturwechseln und dem Einfluss aggressiver Medien. Laufende Projekte zur Entwicklung von Leiterplatten- und Vergussmaterial für den Einsatztemperaturbereich > 200°C (HELP), zur Qualifikation von Moldmaterialien für den Einsatz bis 250°C (ECPE Smart Power Molding) und zur Feuchtediffusion in mikroelektronischen Packages (DianaSens) stützen die produktnahen Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, die vor allem in der direkten Kooperation mit Industriepartnern umgesetzt werden.

1 *Miniaturisiertes modulares Kameramodul*

2 *Optischer Pfad eines interferometrischen faser-optischen Gyroskops mit SLD, LiNbO₃ Phasenmodulator und Quadrupol gewickelter Faserspule*

3 *Röntgenmikroskopische Aufnahme eines Cajal4EU-Demonstrators, CMOS-Sensor in FOWLP-Technologie mit zwei TSV-Chips für eine 3D-Verdrahtung*

MIKROMECHATRONIK & LEITERPLATTENTECHNOLOGIE

Der Standort Oberpfaffenhofen

Der Bereich »Micro-Mechatronic and PCB Soldering« in Oberpfaffenhofen analysiert mechatronische Packages und nutzt dabei modernste Messtechnik und numerische Simulationen zu deren Optimierung. Neben der Beratung zur Zuverlässigkeit elektrischer Systeme und Kontakte werden umfangreiche Qualifikationen und Schadensanalysen von Bauteilen und Baugruppen, elektrischen Kontakten und elektrischen Systemen erstellt. Die Simulation findet vorwiegend in den Bereichen Elektronikverkapselung (Transfer Molding, Spritzguss, Berücksichtigung der Faserorientierung) und Optimierung des Aufbau- und Verbindungsprozesses Anwendung.

Das Fraunhofer IZM in Oberpfaffenhofen bearbeitet Themen der mechanisch-elektrischen Anschluss technik und transferiert dieses Wissen in Form von Schulungen in die Industrie. Der Fokus der Forschungstätigkeit liegt auf Grundlagenuntersuchungen mit modernster elektrischer Messtechnik, wie zum Beispiel Kontaktwiderstand, Thermographie, Setzverhalten von Kontaktflächen oder Einfluss von Beanspruchungen und Verunreinigungen auf die Zuverlässigkeit.

Das Fraunhofer IZM in Oberpfaffenhofen führt Trainings und Schulungen, insbesondere für Zertifikatskurse (ESA, IPC, DVS) im Themenbereich Aufbau- und Verbindungstechnik, Löten, Crimpen, Reparatur und Abnahmekriterien durch. Neu hinzugekommen ist die IPC/WHMA-A-620B »Requirements and Acceptance for Cable and Wire Harness Assemblies«.

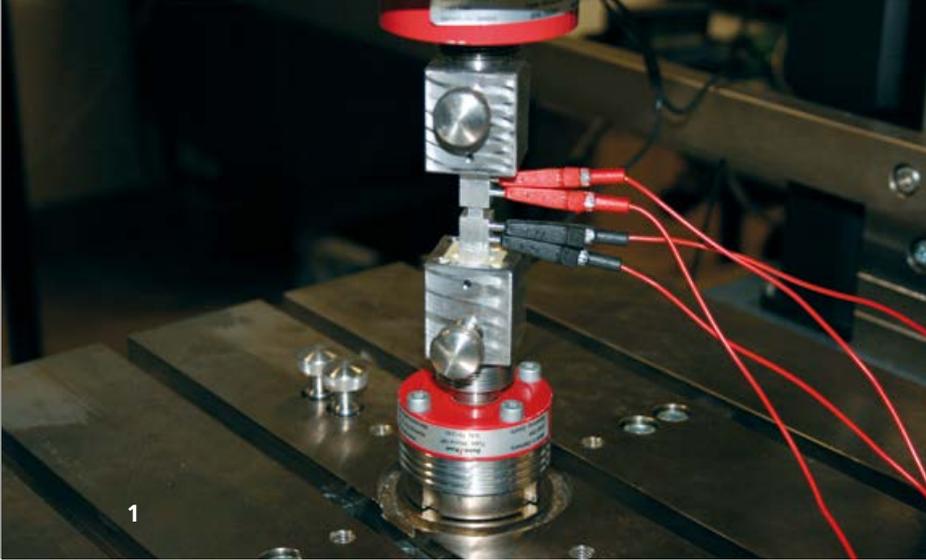
Trends

Die Integration elektronischer Systeme erlaubt durch die Verschmelzung von Form und Funktion fundamentale Veränderungen und zielt auf den Einsatz generativer Fertigungstechnologien ab. Die mechanisch-elektrische Verbindungstechnik erfordert neue Werkstoffe für Kontakte, Kabel und Isolationen.

Mehrkomponentige Funktionsteile, sogenannte »Smart Power Mechanics« verlangen intensive Forschungsaktivitäten im Oberflächenbereich der Kontakte und der in Steckern integrierten elektronischen Systeme. Die Erfassung der realen Geometrie, wie sie im Produktionsprozess entsteht, führt zu lokalen und eventuell anisotropen Materialparametern. Im Mikro- und Nano-Bereich werden damit neue Erkenntnisse durch numerische Simulationen beschrieben.

Wichtige Entwicklungsziele:

- Nutzung günstiger Werkstoffe für Kontakte, Kabel und Isolation in der elektrischen Verbindungstechnik, z. B. Aluminium statt Kupfer
- Verstärkter Einsatz von Crimp-, Clinch- und Press-Fit-Verbindungen, auch im Hochstrombereich
- Numerische Simulation unter Nutzung realer Geometrie- und Materialparameter
- Entwicklung von generativen Technologien und Inkjet-Druck-Prozessen für Smart Power Mechanics
- Verbesserung von Rework- und Repair-Prozessen
- Erweiterte Schulungskonzepte (insbesondere für Medizinanwendungen, Solartechnologie, Blended Learning)



AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE

Qualifikation Aluminium-Hochstromkontakte

Aluminiumlegierungen besitzen erhebliches Leichtbaupotenzial, können jedoch für die Fertigung und Qualifikation eine Herausforderung sein. So ist das Langzeitverhalten im Vergleich zu Kupfer oder Stahlbauteilen schwerer zu charakterisieren – Mechanismen wie das Kriech- und Setzverhalten müssen berücksichtigt werden.

Das Fraunhofer IZM in Oberpfaffenhofen hat hierzu ein Power-Cycling-Prüfprogramm entwickelt, das die charakteristischen Ausfallmechanismen gezielt adressiert. Ergänzend hierzu können Vibrationsprüfungen und Salzsprühnebel-Prüfungen unter Bestromung durchgeführt werden. In Kombination mit den Arbeiten im Forschungsschwerpunkt »Smart Power Mechanics« wurden effiziente Methoden zur Charakterisierung von beanspruchten Gewindeflanken bei Masse-Schraubverbindungen entwickelt. Diese Arbeiten wurden teilweise durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie gefördert.

Reibkorrosion in Steckern für Solarmodule

Fehlerhafte Anschlussdosen in einzelnen Solarmodulen können den Brand einer gesamten Solaranlage verursachen. Gemeinsam mit der Firma Suncycle, einem Dienstleister und Wartungsunternehmen für Solaranlagen aus Thüringen, löste das Fraunhofer IZM dieses Problem erfolgreich durch die Analyse, Test und Reparatur-Methodik mit angegliederter Schulung. IZM-Wissenschaftler entwickelten eine schnelle und doch exakte Testmethodik, um den Fehler »Reibkorrosion« zu identifizieren, über präzise Widerstandsmessung zu quantifizieren, und gemeinsam mit dem Kunden eine praxismgerechte Reparaturlösung zu entwickeln, um so eine behördliche Freigabe zu erhalten.

Neue Schulungsserie: IPC/WHMA – A-620B Schulungen im Fraunhofer IZM/ZVE

In diesem Jahr startete die Schulungsserie IPC 620 »Anforderungen und Abnahmekriterien für Kabel- und Kabelbaum-Baugruppen« im Schulungszentrum Oberpfaffenhofen. In diesem Training wird den Teilnehmern der Inhalt des IPC-Standards nähergebracht, einschließlich der Abnahme von Crimpverbindungen in allen Variationen, Lötverbindungen, Schneidklemmtechnik, Isolierumhüllungen und Beschriftungen. Die Endmontage von Steckverbindern wie mechanischen Verbindungen sowie Vergussystemen werden ebenfalls intensiv diskutiert.

1 Versuchsaufbau zum hochpräzisen Messen von Kontaktwiderständen und mechanischer Last

Leitung:
Dr.-Ing. Frank Ansorge
frank.ansorge@
oph.izm.fraunhofer.de
Telefon +49 8153 9097 -500

FORSCHUNGS-CLUSTER INTEGRATION AUF WAFEREBENE

INTEGRATION AUF WAFEREBENE AM FRAUNHOFER IZM

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

*Hochplanare Kontaktstrukturen:
Cu/Sn Pillars, 80 µm hoch,
Höhentoleranz kleiner als 0,5 µm*

HIGHLIGHT 2013

Wafer-Level-Packaging zur Chip-Verbindung und für die Leistungselektronik

Die Ausdehnung der Mikroelektronik in immer neue Anwendungsbereiche hinein konfrontiert die elektronischen Bauteile mit ständig neuen Forderungen nach verbesserter elektrischer, thermischer und thermomechanischer Zuverlässigkeit. Zunehmend aggressive Betriebsbedingungen verlangen nach Aufbau- und Verbindungstechniken, die eine hohe Stromtragfähigkeit der elektrischen Pfade bei gleichzeitig hoher Temperaturbelastung bis über 250°C ermöglichen.

Massive Kupfer- und Kupfer/Zinn-Strukturen auf Halbleitersubstraten können durch elektrochemische Abformung einer lithographisch hergestellten Fotolackmaske hergestellt werden. Alle hierzu benötigten Prozesse sind mit den üblichen Verfahren des Wafer-Level-Packaging kompatibel und lehnen sich im prinzipiellen Prozessablauf an die herkömmlichen Verfahren zum Bumping mittels galvanischer Abscheidung an. Die zu beschichtenden Wafer werden zunächst mit einer dünnen Galvanikstartschicht besputtert, mit einem dicken Photoresist lithographisch strukturiert, und schließlich in speziell für diese Anwendung entwickelten Cu- und Sn-Elektrolyten galvanisch beschichtet. Zur Maskierung der Wafer können sowohl Festresiste als auch flüssige Lacksysteme zum Einsatz kommen, die eine Metallabscheidung bis zu einer Schichtdicke von 200 µm mit hervorragender Strukturauflösung und geringen mechanischen Spannungen zulassen. Mit speziell konstruierten Galvanikzellen werden kurze Prozesszeiten und Höhentoleranzen von +/- 0,5 µm über der gesamten Waferoberfläche eingehalten. Als Alternative zu Kupfer werden für bestimmte Halbleitermaterialien Gold- und Gold/Zinn-Depots in unterschiedlichen Abmessungen abgeschieden.

Neben den herkömmlichen Siliziumwafern können mit der am Fraunhofer IZM zur Verfügung stehenden Dünnschichttechnik nahezu alle Halbleitersubstrate wie SiC, GaN, GaAs, Ge, InP und auch Glas- und Polymer-Wafer in jeder verfügbaren Dicke bis zu einer Größe von 300 mm bearbeitet werden. Zur Prozessierung von dünnen Wafern stehen verschiedene Technologien zum temporären und permanenten Waferbonden zur Verfügung. Solche hochplanaren Kontaktstrukturen eignen sich zum Transient-Liquid-Phase-Bonden von Cu-Sn und Au-Sn mit minimaler Ausbildung intermetallischer Phasen. Dank der hohen Formtreue der Bumps können unabhängig von deren lateralen Abmessungen selbst größte Chips flächenbündig und mit geringster Defektrate montiert werden. Geringe Rauigkeiten und Oberflächenmodifikationen erweitern die Möglichkeiten zum Thermokompressions- und Ultraschallbonden von Cu-Cu und Au-Au mit reduzierten Drücken und niedrigen Temperaturen.

Kontakt:

Lothar Dietrich

lothar.dietrich@

izm.fraunhofer.de

WAFER LEVEL SYSTEM INTEGRATION – ALL SILICON SYSTEM INTEGRATION ASSID

Die Abteilung

Die Arbeiten der Abteilung »Wafer Level System Integration« mit ihren Mitarbeitern an den Standorten Berlin und Dresden fokussieren Technologien der Wafer-Level-Systemintegration und des Packaging, welche ausschließlich auf Waferprozessierung bezogen sind. Die Prozesslinien erlauben eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Prozessierung von 100–300mm-Wafern und zeichnen sich durch eine hohe Anpassungsfähigkeit der Einzelprozesse aus. Die Prozesslinie am Fraunhofer IZM-ASSID ist insbesondere auf eine fertigungsnahe und industriekompatible Entwicklung und Prozessierung ausgelegt.

Der Fokus der wissenschaftlichen Arbeiten liegt auf:

- Wafer-Level-Packaging und CSP
- 3D-Integrationstechnologien
- Silizium-Interposern
- High-Density and Ultra-Fine Pitch Interconnect Formation
- Interconnects
- Pre-Assembly
- 3D-Wafer-Level-Stacking

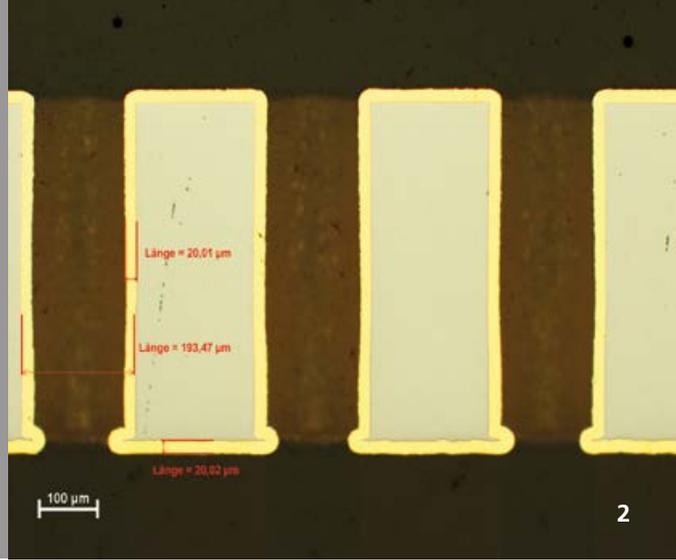
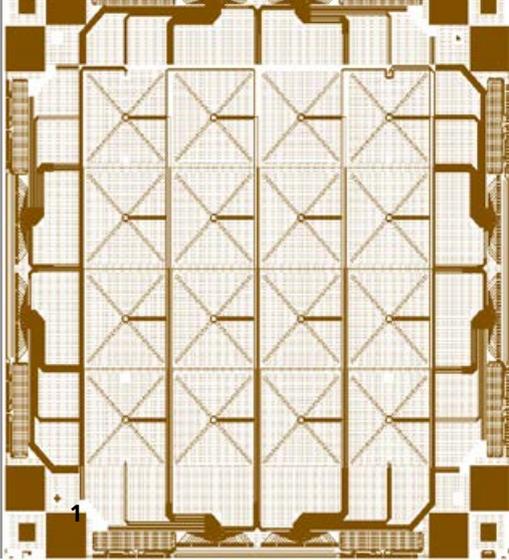
Das Serviceangebot für Industriekunden umfasst Prozessentwicklung, Prototyping, Low-Volume-Manufacturing sowie Prozesstransfer. Die neu entwickelten Technologien werden kundenspezifisch an die einzelnen Anforderungen angepasst sowie qualifiziert.

Trends

Für die Entwicklung von Mikrosystemen ist die Verschmelzung von Technologien für die More-Moore- und More-than-Moore-Umsetzung von zentraler Bedeutung. Hierbei müssen kosteneffiziente Lösungen für das Gesamtsystem entwickelt und realisiert werden. Von zunehmender Bedeutung ist hierbei die synergetische Betrachtung von Design, Technologie und Zuverlässigkeit. Dies stellt eine besondere Herausforderung an die heterogene Integration von Komponenten in einem multifunktionalen, miniaturisierten, kostenoptimierten, zuverlässigen Wafer-Level-System-in-Package (WL-SiP).

Entsprechend sind die Forschungs- und Entwicklungsziele ausgerichtet auf:

- Evaluierung und Einsatz von neuen Materialien, z. B. polymere Dielektrika (< 200°C Curing)
- Entwicklung und Realisierung von angepassten Fine-Pitch Interconnect-Strukturen (mikro-Bumps, Cu-Pillar, Cu-Cu, AuSn, SnAg, In, nanoporöses Au) auf Chip-/Substratebene
- Entwicklung neuer Interconnect-Strukturen und -systeme (Low Temperature, Low Force) für sehr dünne Chips und Waferverbindungen
- BEOL-kompatible TSV-Integration (Via-middle) für 3D-Systeme
- Angepasste Pre-Assembly-Technologien (Wafer Thinning/ Dicing) und Thin-Wafer-Handlingsprozesse
- Entwicklung von hochzuverlässigen, fertigungskompatiblen 3D-Assemblerungs-Technologien (D2W/W2W)



AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE

BEOL-kompatible Cu-TSV-Via-Middle-Prozessintegration

Das Fraunhofer IZM-ASSID hat einen Cu-TSV-Prozess (5 µm/10 µm Durchmesser, ASR 10-12) entwickelt und setzt ihn sowohl für die TSV-Via-Middle- als auch für Interposer-Anwendungen ein. Hierbei wurden insbesondere die komplexen Zusammenhänge zwischen Si-Ätzen, Oxidisation, Barriere-Deposition und Metallisierung (Cu-ECD) untersucht und optimiert. Ein zusätzlicher Fokus bestand in der intensiven Untersuchung des Einflusses der TSV-Metallisierung mittels galvanischer Kupferabscheidung (Elektrolytauswahl und Prozessführung) und der Wechselwirkung mit den folgenden Anneal-Prozessen sowie Planarisierung (CMP).

Ein zusätzlicher Fokus bestand in der intensiven Untersuchung des Einflusses der TSV-Metallisierung mittels galvanischer Kupferabscheidung (Elektrolytauswahl und Prozessführung) und der Wechselwirkung mit den folgenden Anneal-Prozessen sowie Planarisierung (CMP).

Testchip-Strategie zur Prozessentwicklung und Verifikation der Prozesse für 3D-Systeme

Das ASSID-Testchip-Portfolio umfasst eine Reihe unterschiedlicher Designs für D2D- und D2W-Stacks unter Verwendung von Through Silicon Vias (TSVs). Der Fokus liegt auf Untersuchungen von Ultrafine-pitch Micro-Bump-Interconnect-Technologien und dem Einfluss von TSV. Die anvisierten Interconnect-Strukturen (Bumpgröße: 25 µm Höhe, 13 µm Durchmesser) entsprechen den Anforderungen für 3D-Systeme (Technologienode) und den daraus abgeleiteten Anforderungen für zukünftige Bond-Technologien.

Die Testchip-Designs beinhalten des Weiteren hochdichte Verdrahtungslagen mit Line/Spaces von 4 µm. Damit entsprechen die Testchip-Designs den Industrieanforderungen nach produktionsstauglichen Assemblierungsverfahren mit Bondkräften < 400 kN und ebenso flexiblen und dichten Verdrahtungsmöglichkeiten.

1 Design des ASSID Testchips (TC4)

2 TSVs mit Goldmetallisierung, 200 µm x 500 µm, Homogene Goldabscheidung mit 20 µm Dicke

Leitung:

Oswin Ehrmann

oswin.ehrmann@

izm.fraunhofer.de

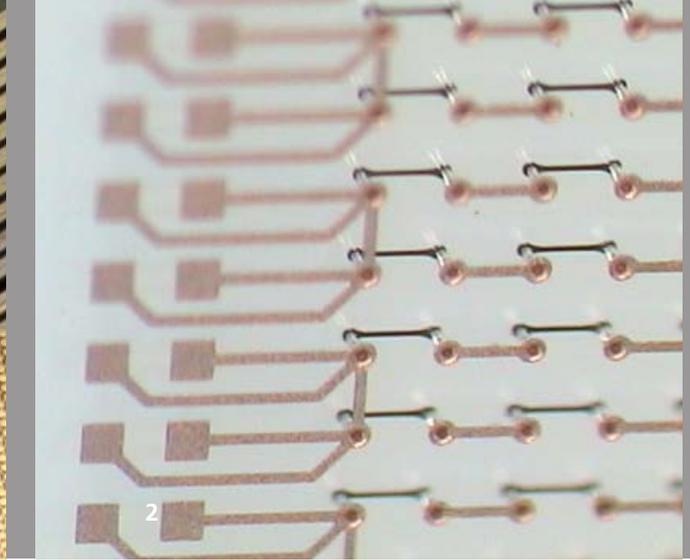
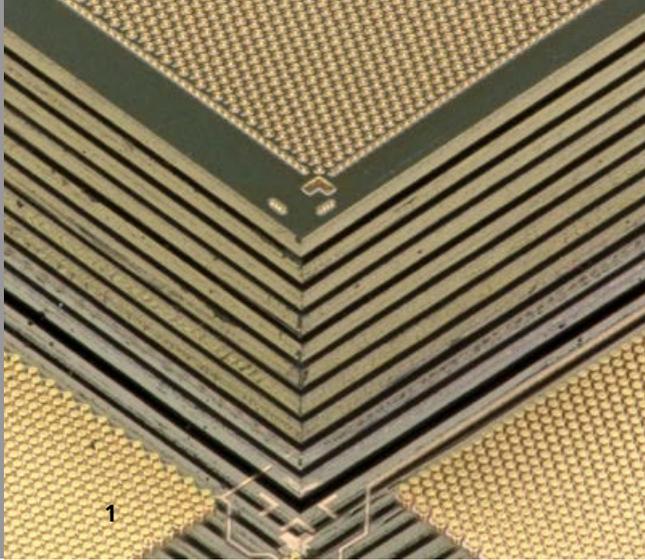
Telefon +49 30 46403 -124

M. Jürgen Wolf

juergen.wolf@

izm.fraunhofer.de

Telefon +49 351 795572 -12



3D Device Stacking

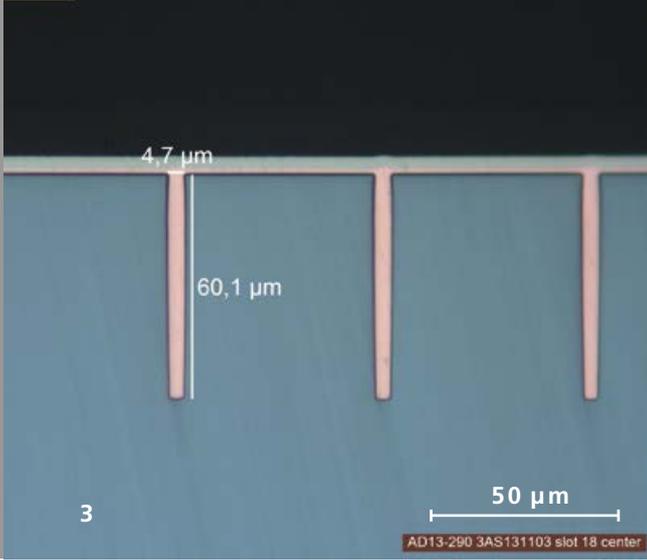
Der Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten liegt auf der Untersuchung des 3D-Chip-Stapelns mit einer sehr hohen Platziergenauigkeit von bis zu $3\mu\text{m}@3\sigma$ bei einer Chipgröße von $10 \times 10 \text{ mm}^2$. Ein herausragendes Ergebnis dieser Arbeiten ist die Herstellung von 3D-Chip-Stapelns mit bis zu zehn gestapelten Chiplagen unter Benutzung des fluxaktivierten Reflowlötens als Montagetechnologie. Jeder gestapelte Chip besitzt ~ 35.000 I/Os mit einem Pitchabstand von $55\mu\text{m}$ und einem Interconnect-Durchmesser von $25\mu\text{m}$. Die Chipdicke beträgt $100\mu\text{m}$. Um verschiedene Underfill-Technologien untersuchen zu können, wurde der Interchipabstand zwischen 50 und $30\mu\text{m}$ variiert. Capillary- und No-Flow-Underfill-Technologien wurden erprobt und verschiedene Materialien und Prozessparameter dafür untersucht.

Kupfermetallisierte Glas-Durchkontaktierungen für einen Frequenzbereich von 100 GHz und darüber

Aufgrund der hervorragenden elektrischen und mechanischen Eigenschaften sind Glas-Interposer eine interessante neue Alternative zu organischen bzw. siliziumbasierten Substraten. Zusammen mit der japanischen Firma AGC wurde eine elektrische Validierung von Gleichstrom bis zu einem Hochfrequenzbereich von 100 GHz durchgeführt. 4-Punkt-Kelvinstrukturen zeigten einen elektrischen Widerstand von $14,5$ bis $19 \text{ m}\Omega$ pro Glasvia. Mittels elektrotechnischer Simulation wurden Teststrukturen für einen Frequenzbereich bis 100 GHz optimiert. Die Messungen an prozessierten 200 mm -Glaswafern zeigten die hervorragende elektrische Leistungsfähigkeit dieser Technologie. Die Zuverlässigkeit der Glas-Interposer wurde in einem Temperaturbereich von -55°C bis 125°C getestet. Bis zur Drucklegung dieses Jahresberichtes wurden 2.000 Zyklen ohne Ausfälle erreicht.

Röntgendetektoren mit Germanium-Sensor

Materialien mit einer hohen Ordnungszahl eignen sich besonders als Detektor für hochenergetische Röntgenstrahlen, wie sie zum Beispiel in Synchrotron-Strahlenquellen für die Materialanalyse genutzt werden. Die in Zusammenarbeit mit der Firma Canberra und dem Forschungsinstitut DESY in Hamburg entwickelten Röntgendetektoren nutzen aus diesem Grund hochreine Germanium-Chips als Pixelsensor. Da diese neuen Sensormaterialien jedoch temperaturempfindlicher als das üblicherweise verwendete Silizium sind, wurde für die Montage des elektronischen Auslesechips auf dem Sensor ein Niedertemperatur-Bondverfahren auf Basis von galvanisch abgeschiedenen Indium-Mikro-Bumps entwickelt.



Beim anschließenden Assembly wurde jede der 256 x 256 Zellen der Ausleseelektronik mit einem Pixel des Sensors im Raster von nur 55 x 55 µm² elektrisch verbunden. Im Test der aufgebauten Detektormodule am DESY bei einer Temperatur von -100°C im Vakuum konnte ein gleichmäßiges Detektionsverhalten bei gleichzeitig hoher Pixelausbeute nachgewiesen werden.

Inline-Metrology für eine TSV-Technologie-Plattform

Das Metrology-Konzept des Fraunhofer IZM-ASSID beruht auf einer konsequenten und kontinuierlichen Anpassung sowie Optimierung der Messmethoden und -technik an die sich aus dem Gesamtsystem ergebenden Anforderungen. Das Fraunhofer IZM-ASSID arbeitet hier eng mit Herstellern von Metrologie-Geräten zusammen. Beispielsweise betrifft dies spezielle Messanforderungen in der Bump-Analyse (hundertprozentige Messabdeckung) sowie bei der TSV-Inspektion. In weiterführenden Projekten, wie z. B. dem EU-Projekt Master_3D, wird an neuen Ansätzen für das zerstörungsfreie Inline-Monitoring gearbeitet.

Der Fokus liegt hierbei insbesondere auf der Korrelation zwischen zerstörenden (aber detaillierten) analytischen Untersuchungen und den Ergebnissen von Inline-Messungen, was Rückschlüsse auf den Einfluss spezieller Prozess-Setups und auf Defektmechanismen erlaubt. Gleichzeitig werden neue Methoden zum Inline-Monitoring evaluiert, wobei intensiv der Aspekt der Reduzierung der Inspektionszeit (Through-put) betrachtet wird.

Fraunhofer Cluster 3D-Integration

Die Fraunhofer-Gesellschaft bietet mit ihrer hohen Kompetenz in den Bereichen Technologie, Design und Zuverlässigkeit eine ausgezeichnete Grundlage und die Voraussetzung für die schnelle marktorientierte Umsetzung von 3D-Technologien für die Industrie in Deutschland und Europa. Um der Komplexität des Themas »3D-Integration« gerecht zu werden, haben sich führende Fraunhofer-Institute wie das IZM, ENAS, IIS/EAS, IKTS und IPMS zusammengeschlossen und bündeln ihre Kompetenzen in einem Netzwerk, welches Synergien zwischen den einzelnen Partnern ermöglicht und somit für die Industrie (KMU und Großindustrie) eine kompetente Anlaufstelle für die Einführung und Umsetzung der 3D-Integration für innovative Produkte darstellt.

1 3D-Chipstack mit Cu-TSVs

2 Kupfermetallisierte Glasvias

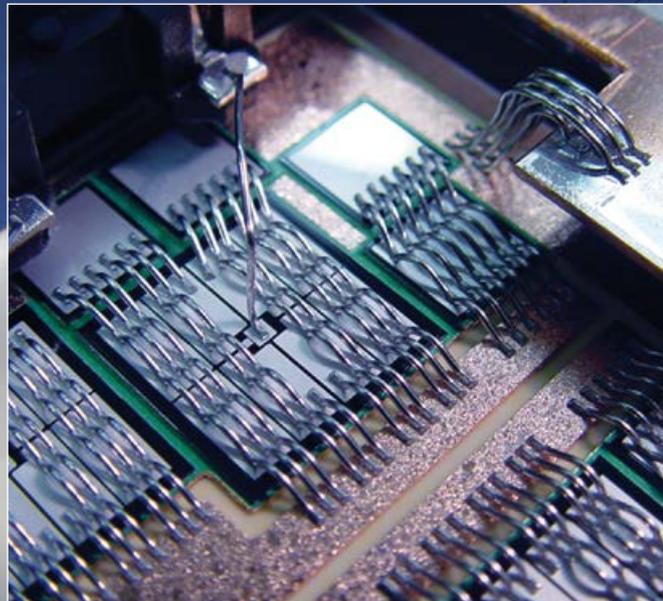
3 Kupfer-Through-Silicon-Vias (Cu-TSVs, 5 x 60 µm)

4 Röntgendetektormodul bestehend aus Germanium-sensorchip (oben) und Elektronik-Auslesechip (unten). Quelle: DESY

FORSCHUNGS-CLUSTER MATERIALIEN & ZUVERLÄSSIGKEIT

MATERIALIEN & ZUVERLÄSSIGKEIT AM FRAUNHOFER IZM

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



*Entwicklung eines
Condition-Monitoring-
Systems für IGBT-Module in
Solar-Wechselrichtern*

HIGHLIGHT 2013

Zustandsüberwachung und Prognostizierung

der Restlebensdauer von IGBT-Modulen für Wechselrichter in der Fotovoltaik

Insulated-Gate-Bipolar-Transistoren-Leistungsmodule (IGBT) sind Schlüsselkomponenten in modernen Wechselrichtern für Fotovoltaik-Anlagen. Sie wandeln die von den Solarmodulen erzeugte Gleichspannung in Wechselspannung um. Thermo-mechanisch induzierter Stress durch Wechselbelastungen ist eine Hauptursache für die Degradation der Leistungshalbleiter. Die Lebensdauer der IGBT-Module hängt hauptsächlich von Frequenz und Amplitude dieser Lastzyklen ab.

Hauptziel des Verbundprojektes CoMoLeFo war es, eine zuverlässige Beurteilung des Systemzustands zu ermöglichen und durch intelligente Verfahren die Restlebensdauer der Leistungselektronik zu bestimmen. Alterungsbedingte bevorstehende Ausfälle der Module können durch Zustandsüberwachung und die daraus getroffenen Lebensdauerprognosen rechtzeitig erkannt werden. Dies erhöht die Verfügbarkeit der gesamten PV-Anlage und kann zudem die zeitlichen Abstände zwischen den Wartungsintervallen steigern.

CoMoLeFo basiert auf zwei sich ergänzenden Verfahren: Es werden die IGBT-Chiptemperaturen im Modulinneren durch Messung relevanter elektrischer Parameter im Betrieb indirekt ermittelt. Um die resultierende Systembelastung zu beurteilen, werden diese in ein mathematisches Lebensdauermodell überführt und ausgewertet. Zeitgleich werden verschiedene Parameter und deren Veränderungen aufgrund von Alterung in Echtzeit überwacht. Somit lässt sich die Restlebensdauer der IGBTs mit einer eigens dafür entwickelten Software bestimmen und über Fernzugriff an den Kunden und den Servicedienstleister übermitteln. Fragen der Verfügbarkeit, Effizienz und Zuverlässigkeit in der Bereitstellung und im Betrieb sind von strategischer Bedeutung bei Energieanlagen. Die Erhöhung von Effizienz und Zuverlässigkeit von Energieanlagen ist ein Wettbewerbsvorteil: Die Wartungsintervalle werden planbarer und die Ausfallzeiten sinken. Über das Projekt hinaus haben leistungselektronische Systeme, die mit Zustandsüberwachungssystemen ausgestattet sind, ein hohes Potenzial für eine Vielzahl weiterer Anwendungsbereiche.

Das Projekt wurde in Kooperation mit der imc Meßsysteme GmbH, der First Sensor AG, der General Electric Company und der TU Berlin durchgeführt. Es wurde durch die TSB Technologiestiftung Berlin aus Mitteln des Zukunftsfonds des Landes Berlin gefördert und von der Europäischen Union durch EFRE-Mittel kofinanziert.

Kontakt:

Michael Rothe

michael.rothe@

izm.fraunhofer.de

ENVIRONMENTAL & RELIABILITY ENGINEERING

Die Abteilung

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

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

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

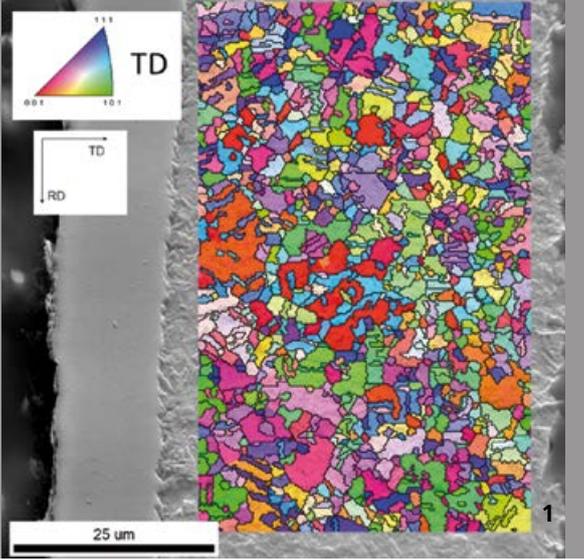
Trends

Elektronische Systeme werden in immer vielfältigeren Anwendungsbereichen eingesetzt. In der Folge wird die Aufgabenstellung in Bezug auf optimal abgesicherte Zuverlässigkeit und minimalen Ressourceneinsatz immer komplexer.

Eine zentrale Frage nimmt dabei die bessere Modellierung von Nutzungsszenarien oder »Mission Profiles« ein. Sie verknüpfen systematisiertes Wissen der Einsatzbedingungen mit den Grenzen einzusetzender Technologien. Wo früher noch generelle Nutzungsklassen wie »Industrie-« oder »Medizinelektronik« über Roadmaps als gemeinsamer Konsens entwickelt wurden, sind jetzt genauere tatsächliche Einsatzbedingungen notwendig, um aus Kombinationen von Nutzungsannahmen konkret vorhersagbare Maximalbelastungen abzuleiten.

Um diesem Trend zu begegnen, entwickelt das Fraunhofer IZM geeignete Methoden: Ausgehend vom Anwendungsszenario und der abzusichernden Funktionalität werden Systemanalysen durchgeführt und geeignete Belastungsprofile, sogenannte »Mission Profiles« erstellt, die eine optimierte Zuverlässigkeitstestplanung entlang der Zuliefererkette ermöglichen.

Durch Physics-of-Failure-basierte Methoden können Bewertungen für verschiedene Designs und Anwendungsumgebungen durchgeführt werden. So ergeben sich wichtige Hinweise, die helfen Technologieentscheidungen frühzeitig zu treffen und Zuverlässigkeitsrisiken zu vermeiden. Sowohl die besser beschriebenen Nutzungsszenarien als auch die Zuverlässigkeitsaussagen sind gleichzeitig wichtige Querverbindungen zu präziseren Umweltbewertungen. Im Zusammenspiel von Umweltoptimierung und Zuverlässigkeitsabsicherung können so Weichen für eine bessere Ressourcennutzung gestellt werden.



AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE

Reparatur- und Recyclingeignung von Tablets

Nur wenige Jahre nach dem Verkauf des ersten Tablet-Rechners beginnen die jährlichen Verkaufszahlen von Tablets die der Notebooks zu übersteigen. Bei der Produktentwicklung wird besonderer Wert auf ein möglichst kompaktes, schlankes Design gelegt. Aufgrund dieser Prämisse sind jedoch die Reparatur und das Recycling der Geräte erschwert: Am Fraunhofer IZM wurde untersucht, wie sich bei aktuellen Tablets der Akku sowie Leiterplatten entnehmen lassen. Auch wenn der Rücklauf an diesen Geräten noch gering ist, so bergen sie das Potenzial für ein relevantes künftiges Aufkommen an Sekundärrohstoffen: Alleine rund 2.000t Magnesium enthalten die 2013 weltweit in Verkehr gebrachten Tablets, sowie etwa 5.000t an hochwertigen Leiterplatten.

Die Separierung der Fraktionen und die Entnahme des Akkus sind jedoch dadurch erschwert, dass die Geräte hochintegriert und zunehmend robust konstruiert sind. Die Erkenntnisse der Demontageanalyse werden Berücksichtigung finden, wenn in Kürze Kriterien für Tablets unter dem internationalen Umweltlabel EPEAT entwickelt werden.

Lokale Werkstoffeigenschaften von Kupferstrukturen vor und nach zyklischen Belastungen

Um die thermomechanische Zuverlässigkeit durch Modelle bewerten zu können, sind genaue Kenntnisse zum elastisch-plastischen Werkstoffverhalten erforderlich. Mit Hilfe der Nanoindentation ist es möglich, aus Kraft-Eindringtiefe-Kurven dieses Werkstoffverhalten lokal zu ermitteln.

Durch die Kombination experimenteller und simulierter Nanoindentationen konnten die veränderten lokalen elastisch-plastischen Eigenschaften von mikroskopischen Kupferstrukturen bestimmt werden. Im Fall zyklischer Belastungen an Durchkontaktierungen wurde beobachtet, dass es zu einer Verringerung der Fließgrenze und somit zu einer Abnahme der Festigkeit des Kupfers kommt. Electron-Backscatter-Diffraction-Mikrostrukturanalysen (EBSD) zeigten eine deformationsbedingte Texturentwicklung sowie eine Kornvergrößerung, was die Veränderung der mechanischen Eigenschaften anschaulich erklärt.

1 EBSD-Analysen zur Bestimmung von Korngrößen: Inverse Polfigur-Map initialer Kupfer-Durchkontaktierungen

2 Ressourcenverbrauch von Massenprodukten: Untersuchung der Demontage- und Recyclingfreundlichkeit von Tablet-Computern

Leitung:

Dr.-Ing. Nils F. Nissen

[nils.nissen@](mailto:nils.nissen@izm.fraunhofer.de)

izm.fraunhofer.de

Telefon +49 30 46403 -132

Dr.-Ing. Olaf Wittler

[olaf.wittler@](mailto:olaf.wittler@izm.fraunhofer.de)

izm.fraunhofer.de

Telefon +49 30 46403 -240

FORSCHUNGS-CLUSTER SYSTEMDESIGN



SYSTEMDESIGN AM FRAUNHOFER IZM

Der Begriff Co-Design beschreibt die aufeinander abgestimmte Zusammenarbeit von Technologie und Design bei der Entwicklung hochintegrierter Systeme. Die Stärke des Fraunhofer IZM liegt in der Kombination von exzellenter Technologieentwicklung und elektrischen, thermischen und mechanischen Modellierungs-, Simulations- und Analysetechniken. Im Bereich des elektrischen Designs liegt der Fokus auf der Entwicklung von autarken Sensorknoten (Cyber Physical Systems) sowie auf technologieorientierten Designempfehlungen. Gleichzeitig schlägt das Fraunhofer IZM mit dem Systemdesign die Brücke zum aufnehmenden System.

Der ArtGuardian hat seine Wurzeln im 4D-Projekt-Konzept (Discover-Define-Develop-Deploy) der Fraunhofer-Gesellschaft. Dem Konzept liegt die Idee zugrunde, dass sich von Fraunhofer entwickelte Technologien durch Ausgründungen refinanzieren. Die Ausgründungen finden in enger Abstimmung mit Fraunhofer Venture und unter Beteiligung der Fraunhofer-Zentrale als Gesellschafter des Unternehmens statt.

HIGHLIGHT 2013

Von der Idee zur Ausgründung: ArtGuardian vor der Markteinführung

Vor zwei Jahren wurde an dieser Stelle bereits über den Abschluss der Entwicklungsarbeiten und den Beginn der Feldtests im Projekt ArtGuardian zur Sicherung von Kunstwerken berichtet. In weltweit renommierten und bekannten Kunsthäusern, wie dem Hamburger Bahnhof in Berlin und dem Kunstmuseum Basel sowie in den Geschäftsräumen der HISCOX Versicherung in München, wurden Kunstwerke mit dem ArtGuardian-Sensorsystem ausgestattet. Die Ergebnisse dieses Feldtests liegen nun vor.

Der Weg zur Entwicklung eines Sensorsystems zur Sicherung von Kunstwerken stellte die Wissenschaftler des Fraunhofer IZM vor eine vielseitige Herausforderung. Denn der zu entwickelnde Sensor soll sowohl das Raumklima hinsichtlich Temperatur, Feuchtigkeit und Lichteinstrahlung kontrollieren als auch im Transportfall Bewegung und Erschütterung des Objektes aufzeichnen. Außerdem durfte das Sensorsystem nicht zu groß sein und sollte sich dem Gemälde am besten unauffällig anpassen. Gemeinsam mit Restauratoren, Kunstwissenschaftlern, Informatikern und Produktdesignern wurden die besonderen Ansprüche umgesetzt, die ein Produkt wie ArtGuardian zu erfüllen hat. Die nun fertig entwickelte autonome Sensoreinheit beschränkt sich auf die Maße 118 mm Länge, 11 mm Höhe und 81 mm Breite. Sie wird auf der Rückseite des Gemäldes angebracht und misst kontinuierlich Temperatur und relative Luftfeuchte an Vorder- und Rückseite des Werkes. Das ArtGuardian-System verfügt zudem über eine gemeinsam mit dem Projektpartner Fraunhofer ISST entwickelte Software-Plattform, in der die gewonnenen Messdaten ausgewertet und bereitgestellt werden.

In enger Zusammenarbeit mit dem Rathgen-Forschungslabor der Staatlichen Museen zu Berlin ist außerdem ein Regelwerk zusammengetragen worden, das dem Kunden Maßnahmen zur präventiven Konservierung seines Kunstobjektes vorschlägt.

Der ArtGuardian hat sich in den letzten zwei Jahren zu einem umfassenden Sensorsystem für Kulturgüter entwickelt, das nicht nur als Alarmsystem funktioniert und zur Dokumentation klimatischer Bedingungen fähig ist, sondern durch die Beraterfunktion auch mitdenkt. Seit der ersten Präsentation des fertigen Produktes auf der Exponatec in Köln sowie auf einer Veranstaltung zu Risikomanagement und Notfallplanung in Museen, die im Berliner Kulturforum stattfand, ist die Erwartungshaltung groß. 2014 kommt der ArtGuardian nun auf den Markt.

Kontakt:

*Dr. Stephan Guttowski
stephan.guttowski@*

izm.fraunhofer.de

Jan Hefer

jan.hefer@

izm.fraunhofer.de

SYSTEM DESIGN & INTEGRATION

Die Abteilung

Die Abteilung »System Design & Integration« steht für die technologieorientierte Systemkompetenz des Fraunhofer IZM. Exemplarisch für das Know-how der Abteilung sind autonome Mikrosysteme zu nennen, deren Entwicklung vom e-Grain über den autarken Sensorknoten bis hin zu »Cyber Physical Systems« im »Internet der Dinge« maßgeblich mitgeprägt wurde.

Die Abteilung entwickelt und optimiert Methoden und Werkzeuge für den zielgerichteten Entwurf technologisch anspruchsvoller elektronischer Systeme. Ziel der Arbeiten ist ein integrierter Entwurfsprozess, der von der Simulation elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Kopplungen unterstützt wird.

Die Ergebnisse der Simulationen werden in Funktions-, Volumen-, Zuverlässigkeits- und Kostenanalysen überführt und unterstützen so anstehende Entwurfsentscheidungen. Ergänzt werden diese Arbeiten durch Aktivitäten in den Bereichen Energy Harvesting, Energiewandlung und -management sowie energieeffiziente Programmierung, so dass die Abteilung eine Rundum-Kompetenz in nachstehenden Bereichen anbieten kann:

- Miniaturisierte drahtlose Sensorsysteme (Cyber Physical Systems)
- HF- und High-Speed-Systementwurf
- Energieversorgung miniaturisierter Systeme

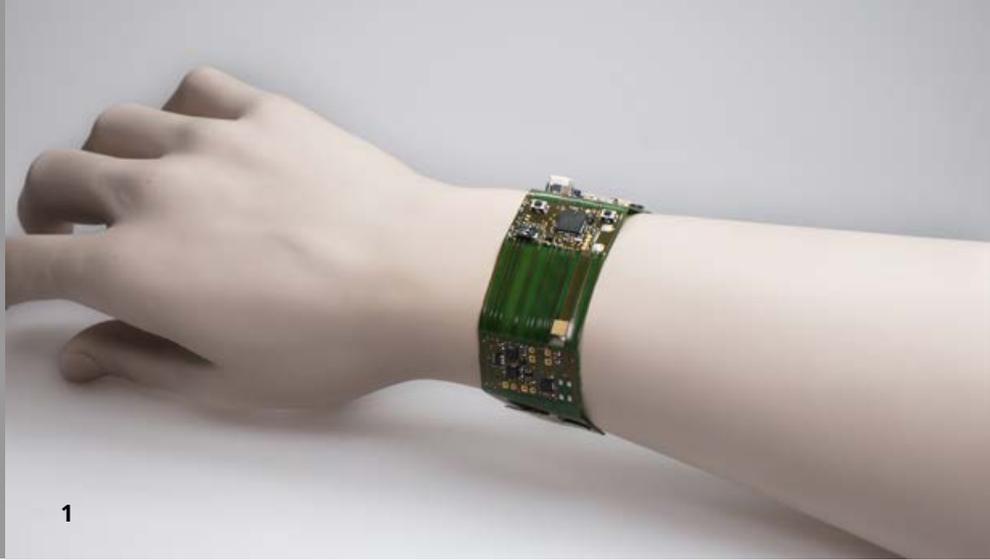
Dienstleistungen der Zukunft basieren auf der Forschung und Entwicklung von heute. Die Forschungsintensität der Abteilung manifestiert sich in der Präsenz bei wichtigen Tagungen und der Mitarbeit an einer Vielzahl von Forschungsprojekten.

Trends

Die vom Kunden geforderte Gesamtschau auf ein Produkt führt zu einer stärkeren Verzahnung des Schaltungsdesigns mit der Technologieentwicklung: Eine Entwicklung, die im Bereich der autarken Funksensoren im Fraunhofer IZM seit langem erfolgreich etabliert ist und kontinuierlich weiterentwickelt wird. Die Abteilung SDI bietet hier zunehmend auch Systemkonzeptionierung und -beratung an, Hand in Hand mit den für die thermomechanische Zuverlässigkeit zuständigen Kollegen. In Zukunft wird auch die Entwicklung elektrooptischer Systeme vorangetrieben. Hier sind insbesondere die Übergänge zwischen den Subsystemen zu optimieren.

Der Übergangsbereich wird auch zentrales Thema beim Integrieren von Nanosystemen in die Mikrowelt sein. Chancen erwachsen hier u. a. durch siliziumbasierte 1D-Bauelemente. Nach der Entwicklung von Labormustern besteht die zweite Herausforderung darin, diese Systeme an bestehende Systeme bzw. Fertigungsprozesse anzudocken, wie z. B. den Wafer-Level-Prozess. Die obere Frequenzgrenze für HF-Untersuchungen, einschließlich dielektrischer Materialcharakterisierung, wird von 110 GHz auf 220 GHz angehoben. Sie umfasst damit das für die Zukunft wichtige Band um 122 GHz. Auch hinsichtlich Zeitbereichsmessungen, insbesondere zur Überprüfung hoher Datenraten, wird das Messequipment deutlich erweitert.

Im Cyberspace verschwimmen die Grenzen zwischen Cyber Physical Systems und »Conceptual« Systems. Ein Hardware-Software-Codesign wird ebenso unabdingbar wie Konzepte zur Energieversorgung autark operierender Sensorknoten. Low-Power-Design, Multimode-Energy-Harvesting sowie miniaturisierte Spannungswandler sind hier weitere wichtige Arbeitspunkte.



AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE

Autarke Sensorsysteme

Die Vernetzung mobiler Endgeräte für präventive Dienste hat die Kommunikation von Mensch und Maschine auf eine neue Ebene gehoben. Ein jüngst entwickeltes Armband bietet die Möglichkeit, aus Bewegung, Temperatur und Hautwiderstand Rückschlüsse auf die Verfassung des Armbandträgers zu ziehen. Durch Bluetooth ist das Band in eine Umgebung mit interaktiven Assistenzdiensten integriert. Im Offlinebetrieb speichert eine SD-Karte die Daten.

Energiemanagement für autarke Sensorsysteme

Die Energieeffizienz kompakter Funksensoren konnte soweit optimiert werden, dass ein leistungsfähiges Condition Monitoring in rauen Industrieumgebungen fast ohne regelmäßigen Batteriewechsel möglich wird. Beschleunigungssensoren mit einer analogen Bandbreite von 0,1 bis 15 kHz erfassen die Oberschwingungen drehzahlkonstanter Antriebe. Auswertungsalgorithmen erlauben dann präzise Vorhersagen des Ausfalls von Maschinenkomponenten. Die Kopplung solcher Sensoren mit Maintenance Cloud ist möglich.

Kundenspezifische Mikrobatterien

Nicht alle Sensorknoten lassen sich ausschließlich aus Umgebungsenergie speisen. Zur dauerhaften Bereitstellung von Energie werden nach wie vor Batterien benötigt. Für hochminiaturisierte Mikrobatterien wurde ein koplanares Batteriedesign entwickelt. Die Ergebnisse sind sehr gut reproduzierbar. Batterien mit identischem Design besitzen eine identische Lade-Entladecharakteristik. Resultierende Kapazität: 0,5–1 mAh/cm²; Stromtragfähigkeit: 2–5 mA/cm².

Automatische Stromversorgung

Bei miniaturisierten Stromversorgungen mit Piezo-Transformatoren konzentrieren sich die Aktivitäten auf erstmals weltweit erreichte Leistungen bis zu 40 Watt bei piezotrafo-basierten Hochspannungsgeneratoren über 5kV und modulare Master-Slave-Netzstromversorgungen für Weitbereich- und Hochtemperaturanwendungen.

HF- und High-Speed-Systeme

Bei der Entwicklung von Antennen wurden neue Lösungen für robuste, autarke Sensoren gefunden. Konforme Antennen auf flexiblen Substraten bieten die Möglichkeit, die Antenne der Form ihrer Umgebung anpassen zu können. Auch die drahtlose Energieversorgung wurde konzeptionell und technologisch weiterentwickelt. Der M3-Ansatz half dabei, Signalpfade für Datenraten von über 100 Gbit/s unter Einbeziehung der Steckverbinder-Übergänge zu optimieren.

1 Armband zur
Erfassung von Vitaldaten

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

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

// VERANSTALTUNGEN



FRAUNHOFER IZM

VERANSTALTUNGEN

Events und Workshops	Seite 54
Messeaktivitäten	Seite 58
Veranstaltungen 2014	Seite 60
Nachwuchsförderung am Fraunhofer IZM	Seite 62

EVENTS & WORKSHOPS

Jubiläumsfeierlichkeiten mit 450 Gästen

20 Jahre Fraunhofer IZM und 25 Jahre Forschungsschwerpunkt »Technologien der Mikroperipherik« der TU Berlin – anlässlich dieser zwei Jubiläen lud das Fraunhofer IZM am 6. November 2013 ins Maritim proArte Hotel in Berlin.

In einem Fachsymposium stellten langjährige Partner aus der Industrie die zukünftigen Anforderungen ihrer Branchen an das Electronic Packaging vor. Die Möglichkeiten, wie diese Herausforderungen auch zukünftig technologisch gemeistert werden können, zeigten IZM-Wissenschaftler den rund 250 Teilnehmern im Anschluss auf.

Zum anschließenden Festakt konnte Institutsleiter Prof. Klaus-Dieter Lang 450 Gäste begrüßen, unter ihnen auch viele ehemalige IZM-Kolleginnen und -Kollegen. Den Reigen der Gratulanten eröffneten Staatssekretär Guido Beermann aus der Berliner Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und Forschung und Ministerialdirektor Prof. Wolf-Dieter Lukas aus dem Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Prof. Raimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, und Prof. Jörg Steinbach, Präsident der Technischen Universität Berlin zeigten, wie sehr das Fraunhofer IZM und der TU-Forschungsschwerpunkt integrale Bestandteile der institutionellen Forschungsagenden sind. Die Brücke in die Praxis schlug schließlich Dr. Reinhard Ploss, Vorstandsvorsitzender der Infineon Technologies AG, in seinem Vortrag »Vom Produkt zum System – More than Moore bei Infineon«.

Das letzte Wort gehörte wieder Prof. Klaus-Dieter Lang, der im Gespräch mit der Moderatorin Natasha Walker anschaulich erklärte, welche Entwicklungen im Bereich der applikationsadaptierten Multifunktionselektronik in den nächsten Jahren

zu erwarten sind. Mit einem vielstimmigen »Happy Birthday«, angeführt von den Fabulous Fridays, dem Chor der Universität der Künste Berlin, wurden die Gäste in den geselligen Teil des Abends entlassen. Hier erwarteten sie viele kleine Überraschungen – getreu dem Trend zur eingebetteten Elektronik gab es an diesem Abend »eingebettete Unterhaltung« in den unterschiedlichsten Varianten.

Lange Nacht der Wissenschaften in Berlin und Dresden

Im Rahmen der Langen Nacht der Wissenschaften am 8. Juni 2013 in Berlin bot das Fraunhofer IZM zusammen mit dem Forschungsschwerpunkt »Technologien der Mikroperipherik« der TU Berlin in diesem Jahr »Mikroelektronik zum Anfassen«. Besonders beliebt waren wieder die Führungen durch den Reinraum, bei denen die Besucher moderne Verfahren zum Aufbau von Mikroelektronik aus nächster Nähe verfolgen konnten. Mithilfe der am Fraunhofer IZM entwickelten kleinsten Kamera der Welt durften Nachwuchs-Chirurgen endoskopische Operationen an Stofftieren vornehmen, und auch die »schlaun Textilien« aus dem TexLab des Fraunhofer IZM luden an diesem Abend zum Anfassen ein.

Die intensive Auseinandersetzung mit Fragen des Umweltschutzes und der ökologischen Nachhaltigkeit wurde u. a. anhand eines Projekts veranschaulicht, bei dem die Materialforscher des Instituts das Reparatur- und Recycling-Potenzial unterschiedlicher Tablet-Rechner präsentierten.

Nach dem erfolgreichen Debüt im letzten Jahr beteiligte sich das IZM-ASSID an der 11. Dresdner Langen Nacht der Wissenschaften am 5. Juli 2013. Mikrokamera, Mikroskop-Ansichten und die auch hier sehr gefragten Reinraumtours ließen zahlreiche Besucher die Welt der Mikroelektronik hautnah erleben.



1



2

Zeitgleich zur »Langen Nacht« hatte das IZM-ASSID rund 70 Dresdner Juniordoktoren eingeladen. In diesem Programm des Netzwerkes »Dresden – Stadt der Wissenschaften« können Schüler durch den Besuch mehrerer Stationen ihren ganz persönlichen Dokortitel erlangen. Bei uns erwartete sie eine bunte Forschungsexpedition in die Welt der Mikroskopie und Mikrochipanalytik.

Zukunftsworkshop »3D-Integration«, Dresden

Zusammen mit Firmen wie Infineon, Bosch oder Globalfoundries diskutierten am 16. April 2013 die in Dresden ansässigen Mikroelektronik-Institute der Fraunhofer-Gesellschaft die Potenziale der 3D-Systemintegration. Eröffnet wurde die hochrangig besetzte Veranstaltung u. a. von der Sächsischen Staatsministerin für Wissenschaft und Kunst, Prof. Sabine Freifrau von Schorlemer. Das Fraunhofer IZM-ASSID präsentierte wesentliche Voraussetzungen zur technologischen Umsetzung und zeigte, wie mit angepassten Materialien sowie entsprechenden Analytik- und Testverfahren Kosten, Performance und Zuverlässigkeit innovativer Spezialanwendungen optimiert werden können.

Workshop: Mikrosysteme für extreme Umgebungen, Berlin

Die Umgebungen für Mikrosystem-Anwendungen werden immer vielfältiger, aber oftmals auch rauer. So sind etwa Biokompatibilität, elektronikfremde Applikationen wie Smart Textiles, vor allem aber hohe Temperaturen, Rahmenbedingungen, bei denen konventionelle Elektronik und Mikrosystemtechnik schnell an ihre Grenzen stößt. Dennoch werden Sensoren zur Prozessüberwachung und Steuerung in industriellen Prozessen zukünftig auch bei deutlich höheren Temperaturen benötigt und eingesetzt. Daher zeigte das Fraunhofer IZM zusammen mit dem internationalen Fachverband IVAM am 13. Juni 2013 über 50 Industriekunden, welche Prozesse und Technologien für zuverlässige Produkte in extremen Umgebungen besonders geeignet sind.

Science Lab Weeks im Science-Center Medizintechnik, Berlin

Gemeinsam mit der Otto Bock HealthCare GmbH beteiligte sich das Fraunhofer IZM an den Science Lab Weeks und zeigte an interaktiven Exponaten vom 8. bis 28. Juni 2013, welchen Innovationsschub das Electronic Packaging der Medizintechnik verleihen kann. Anhand eines neuronalen Interfaces, welches das Fraunhofer IZM u. a. zusammen mit der University of Utah entwickelt hat, konnten Laien und Fachbesucher bestaunen, wie sich intelligente Prothesen durch Gedanken steuern lassen. Neben Workshops gestaltete das Fraunhofer IZM auch eine Vortragsreihe mit.

1 Prof. Johanna Wanka, Bundesministerin für Bildung und Forschung (r.) und Sabine von Schorlemer, Sächsische Staatsministerin für Wissenschaft und Kunst (l.) zu Besuch am Fraunhofer IZM-ASSID in Dresden. In der Mitte IZM-Mitarbeiterin Catharina Rudolph

2 Institutsleiter Prof. Klaus-Dieter Lang begrüßt die rund 450 Gäste anlässlich der Festveranstaltung zum 20-jährigen Bestehen des Fraunhofer IZM



Workshop: COB-SMT-Mischmontage, Berlin

Auf dem Weg zur Null-Fehler-Produktion in der Elektronikfertigung gilt es, Verbindungstechniken und Fehlermechanismen hinsichtlich der Materialien, Oberflächen und AVT-Prozesse zu verstehen und zu beherrschen. Vom 22. bis 23. Oktober 2013 bot daher das Fraunhofer IZM einen tiefen Einblick in sämtliche Knackpunkte bei der COB- bzw. SMT-Mischmontage – von den PCB-Oberflächen über den Die Attach bis hin zum Drahtbonden und der Verkapselung. Außerdem wurden werkstoffkundliche Hintergründe sowie Analyseverfahren beleuchtet. Typische mikroelektronische Ausfälle wie Kontaktunterbrechung durch Kirkendall-Voiding oder Materialermüdung wurden dabei ebenso diskutiert wie geeignete zerstörende sowie zerstörungsfreie Analysetechniken (z. B. Röntgen-CT oder FIB/REM/EDX).

Darüber hinaus boten mit F&K Delvotec, Viscom und der Hesse GmbH namhafte Gerätehersteller für Fertigung und Inspektion einen Einblick in die Möglichkeiten ihrer Qualitätskontrolle in der Serienfertigung.

Forum: Trends in der Verbindungstechnik. Mechanische Hochstromverbindungselemente, Oberpfaffenhofen

Zuverlässige Aluminiumkontakte für den automobilen Leichtbau oder besonders langlebige Beschichtungen: Verbindungstechnik ist dabei immer die zentrale Schnittstelle zwischen Elektronik und Mechanik.

Thema eines Forums am 4. und 5. November 2013 waren daher die Trends in der elektrisch-mechanischen Hochstromverbindungstechnik: Aluminium für elektrische Kontakte wie im BMW i3, Innovationen bei Herstellung und Charakterisierung der Kontaktoberflächen, moderne Methoden bei Analytik und Test sowie neue Möglichkeiten der numerischen Simulation.

Mikroelektronik meets Medizin

Im Rahmen der Compamed 2013 in Düsseldorf, einer der weltweit größten Fachmessen für den Zuliefermarkt der medizintechnischen Fertigung, präsentierte das Fraunhofer IZM in einem zweistündigen Workshop zusammen mit Kollegen von anderen Fraunhofer-Instituten im November die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten von Mikroelektronik in medizinischen Anwendungen. Die Vorteile hochintegrierter Elektronik – etwa in den Bereichen Diagnostik, Medikamentendosierung, Implantate und intelligente Prothesen – wurden von den Vortragenden überzeugend vermittelt. Das Fraunhofer IZM macht die Elektronik kleiner, flexibler, erweitert ihre Funktionen und steigert so auch deren Zuverlässigkeit.

»Fast Runnin' Scientists« und IZM-Fußballer räumen ab

Einmal im Jahr schicken die Berlin-Brandenburger Fraunhofer-Institute beim Berliner Firmenlauf gemeinsam eine zahlenmäßig wie sportlich starke Mannschaft ins Rennen. Ende Mai 2013 stellten Fraunhofer IZM, HHI, FOKUS, IPK und das IBMT aus Golm insgesamt 180 »Fast Runnin' Scientists«. Zum dritten Mal in Folge errang das Team den zweiten Platz in der Mannschaftswertung. Neben dem sportlichen Ereignis gab es in einem von IZM- und HHI-Mitarbeitern organisierten Festzelt Gelegenheit, sich bei Grillwurst und Bier mit Kollegen aus anderen Instituten über Themen aus der gemeinsamen Forschung und darüber hinaus auszutauschen.

Kurz darauf am 1. Juni standen beim jährlichen Fraunhofer-Fußballturnier in Bonn die Kicker des Fraunhofer IZM ganz oben auf dem Podest: Im packenden Finale gegen das Team vom Fraunhofer IAF aus Freiburg stand es nach Ablauf der regulären Spielzeit von 12 Minuten 1:1 unentschieden. Im anschließenden Neunmeterschießen – gespielt wurde auf halbem Fußballfeld – mussten ganze 22 Schützen antreten, bevor sich das IZM-Team aus Berlin als Turniersieger behaupten konnte und somit Gastgeber für das Fraunhofer-Fußballturnier 2014 ist.



European Center for Power Electronics (ECPE)

Bereits mehrfach beteiligte sich das Fraunhofer IZM an der Vorbereitung und Durchführung von Tutorials und Seminaren für die ECPE und das Cluster Leistungselektronik Bayern. Diverse Veranstaltungen zum Thema EMV in der Leistungselektronik, einschließlich eines Laborkurses, finden regelmäßig unter der Leitung des Instituts statt. Im Lab Course wird der größte Teil der Schulung durch praktische Arbeiten im Labor mit Messungen, Modifikation von Schaltungen mit dem Lötkolben und Schaltungsoptimierung vermittelt.

1 Operation gelungen, Patient wohlauf – zur Langen Nacht der Wissenschaften durfte auch der Nachwuchs selber Hand anlegen

2 Großer Jubel – das IZM-Team besiegt im Finale das Fraunhofer IAF

3 Wissens- und Technologietransfer: Institutsleiter Prof. Klaus-Dieter Lang referiert zu den Themen Condition Monitoring und Micro Energy Harvesting

Veranstaltungen unter Beteiligung des Fraunhofer IZM 2013

Technologieforum: Generative Fertigungsverfahren in der Elektronik	März 2013, Oberpfaffenhofen
Forum MicroTechnology – Smart Systems for Automation Monitoring	April 2013, Hannover
Zukunftsworkshop 3D Integration	April 2013, Dresden
AMA-Seminar: Autarke Funksensoren	Mai 2013, Berlin
Workshop: Systems Integration – Mikrosysteme für extreme Umgebungen	Juni 2013, Berlin
Otto Bock Science Days	Juni 2013, Berlin
MS Wissenschaft Alle Generationen in einem Boot	September 2013
Pressetour der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und Forschung	September 2013, Berlin
Workshop: COB-SMT-Mischmontage	Oktober 2013, Berlin

MESSEAKTIVITÄTEN

Das Messejahr 2013 gestaltete sich für das Fraunhofer IZM wieder äußerst lebendig und abwechslungsreich – der Messekalender war nahezu jeden Monat mit Terminen in Deutschland, Europa und jenseits des Kontinents gefüllt. Von den internationalen Aktivitäten des Instituts konnte man sich bereits zu Jahresbeginn auf der Photonics West in San Francisco, der einflussreichsten Fachkonferenz im Bereich optischer Technologien, überzeugen: im »German Pavilion« präsentierte Fraunhofer gemeinsam mit deutschen Kollegen Innovationen im Bereich der Photonik- und 3D-Integration.

Wie Mikroelektronik für extreme Umweltbedingungen optimiert werden kann, war die zentrale Fragestellung auf der SMT im April in Nürnberg. Europas größte Spezialmesse für Systemintegration in der Mikroelektronik erwies sich für Fraunhofer als großer Erfolg: Forschungsergebnisse aus den IZM-Laboren zu zuverlässigen, stabilen Verbindungstechnologien bzw. Materialien und dem thermischen Management etwa unter Hochtemperaturen konnten hier präsentiert werden. Außerdem wurden neue Entwicklungen aus den Bereichen High Power LEDs, Automobilelektronik und der Substratintegration für medizinische Anwendungen vorgestellt.

Ein weiteres Highlight in Nürnberg war die PCIM im Mai. Zahlreiche Experten im Feld der Leistungselektronik und ihrer Anwendung in der Antriebstechnik kamen auf dieser internationalen Messe zusammen und begutachteten das gesamte Dienstleistungsangebot des Fraunhofer IZM. Mit besonderem Interesse verfolgten die Gäste die Vorstellung eines hocheffizienten Solarwechselrichters, der nur das halbe Volumen der vergleichbaren Technologie des Marktführers besitzt. Diese durchgreifende Entwicklung wurde in einem vom BMBF geförderten Projekt vom Fraunhofer IZM zusammen mit Bosch vorangetrieben.

Nach der Sommerpause ging es weiter mit der Semicon Europa in Dresden. Halbleiterprodukte, -stoffe und -dienstleistungen sind die Themen der Fachmesse, die zu den größten auf diesem Gebiet gehört. Zusammen mit anderen Instituten aus dem Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik stellte das Fraunhofer IZM dort die ganze Bandbreite von Wafer-Level-Packaging-Technologien und -Dienstleistungen vor.

Für die Productronica, Europas größter Leitmesse für innovative Elektronikfertigung, konzipierte das Fraunhofer IZM zusammen mit dem Fachverband Productronic Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. (VDMA) und der Messe München im November 2013 die Sonderschau »Automotive Electronics«.

Unter dem Motto »Neue Technologien und extreme Randbedingungen« wurden Lösungen für die aktuellen Herausforderungen an Elektronik im Auto und in mobilen Großgeräten demonstriert: Leistungs-



1 Das Fraunhofer IZM auf der PCIM 2013

elektronik, zukunftsweisende Sensorik, kompakte Hochleistungs-LEDs und flexible Elektronik-Kunststoffe ermöglichen höhere Effizienz und neue Funktionen wie beispielsweise eine Mittelkonsole als Touch-Oberfläche. Auf einer ca. 200 m² großen Sonderfläche, auf der neun führende Maschinenbau-Unternehmen ihre aktuellen Entwicklungen vorstellten, zog vor allem ein großer Bagger der Firma Liebherr als Anschauungsobjekt die Messebesucher in seinen Bann.

Live-Fertigung auf der SMT – Das IZM bringt Slot Cars auf Hochtouren

Bereits zum vierten Mal betreute das Applikationszentrum am Fraunhofer IZM die Präsentation der Future Packaging-Fertigungslinie auf der SMT in Nürnberg. Unter dem Motto »E-Mobility in der Rehathechnik« verfolgten die Besucher am Messestand und bei den täglichen Führungen aktuelle Themen der Leiterplattenfertigung für die Medizintechnik bzw. Technik im Alter und stellten außergewöhnlich viele detaillierte Fragen.

Ein besonderes Highlight am Stand war in diesem Jahr eine Slot-Car-Bahn. Die Energie für den Antrieb der Fahrzeuge mussten die Besucher selbst erzeugen – auf einem Fahrrad! Beim großen Finale um den vom Fraunhofer IZM ausgelobten Slot Car Cup konnte sich das Institut gegen die Konkurrenz von Firmen und Hochschulen durchsetzen.

Auswahl der Messeaktivitäten des Fraunhofer IZM 2013

AAL-Kongress	Januar 2013, Berlin
Photonics West	Februar 2013, San Francisco, USA
Smart Systems Integration	März 2013, Amsterdam, NL
Hybrid Packaging	April 2013, Nürnberg
PCIM	Mai 2013, Nürnberg
Sensor+Test	Mai 2013, Nürnberg
ECTC	Mai 2013, Las Vegas, USA
IMAPS	September/Oktober 2013, Orlando, USA
Semicon Europa	Oktober 2013, Dresden
MST-Kongress	Oktober 2013, Aachen
Productronica	November 2013, München
Compamed	November 2013, Düsseldorf

VERANSTALTUNGEN 2014

Regelmäßige Workshops am Applikationszentrum des Fraunhofer IZM

Auch im Jahr 2014 steht Ihnen wieder unser umfangreiches Workshopprogramm zur Verfügung. Aus erster Hand erhalten Sie das Knowhow unserer Experten.

Dabei können Sie zwischen drei Workshopkategorien wählen. Workshops der Kategorie Internationale Technologietrends zeigen Entwicklungen im Bereich der Technologie auf und liefern Antworten auf die Frage, welche Technologie die Entwicklung von morgen bestimmen wird. Workshops der Kategorie Trends für den Mittelstand behandeln ausgereifte Technologien, die bereits heute nutzbar sind. Hands-on-Workshops sprechen den Praktiker an und verbinden Wissenstransfer mit der praktischen Arbeit an der Maschine oder dem Gerät.

Je nach Nachfrage führen wir Workshops in den nebenstehenden Bereichen durch.

Wenn Sie Interesse haben, sprechen Sie uns an. Wir nennen Ihnen die Termine für die nächsten Workshops oder organisieren für Ihr Unternehmen individuelle Lehrgänge.

Weitere Informationen finden Sie auch unter www.izm.fraunhofer.de/veranstaltungen

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Maik Hampicke
maik.hampicke@izm.fraunhofer.de

[1] 3D-Integration für den Mittelstand

Es werden aktuelle Entwicklungen und Trends aus dem Bereich 3D-Integrationstechnologien vorgestellt, wobei speziell auf die Bedürfnisse mittelständischer Unternehmen eingegangen wird.

Inhalt:

- 3D-Entwurf, Silizium-3D-Integration
- Stapeln von Chips und Leiterplatten-3D-Integration
- Package-Stapel in Modulbauweise
- Zuverlässigkeit von 3D-Aufbauten

Diese Veranstaltung wendet sich an internationale AVT-Experten aller Branchen.

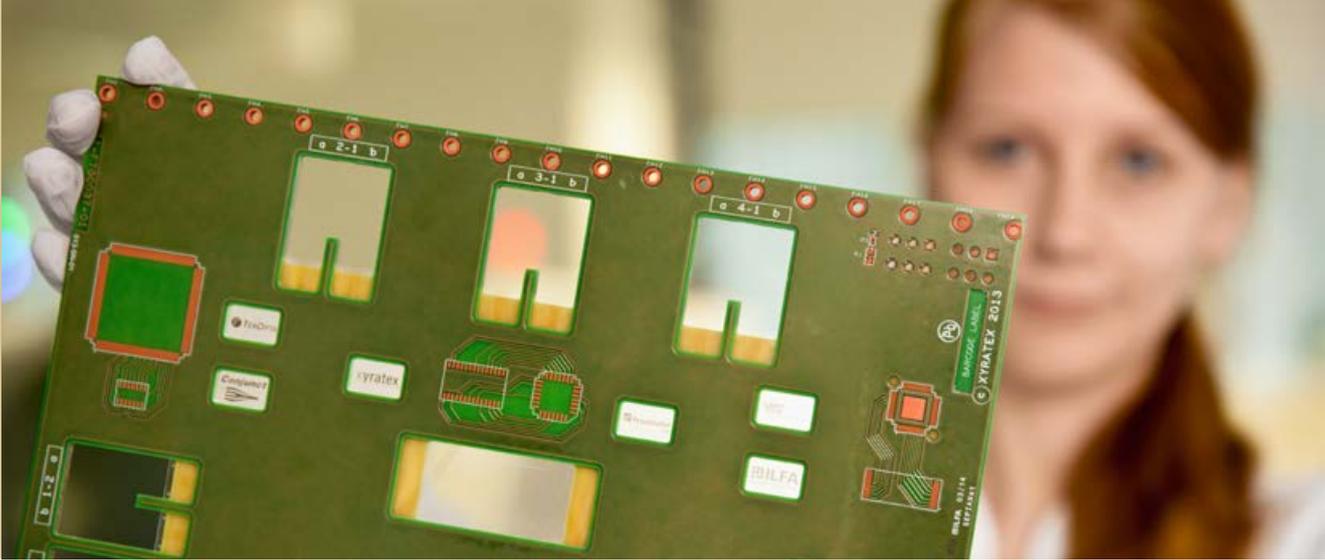
[2] Intelligentes Packaging für die Medizintechnik

Dieser Fraunhofer-Workshop präsentiert in kompakter Form Stand und wesentliche Trends bei der drahtlosen Sensorik.

Inhalt:

- Miniaturisierte, Druck- und chemische Sensoren
- MST für medizinische Logistik und Pflegeunterstützung
- Miniaturisierte Sensoren zur Steuerung von Prothesen
- Herausforderungen und Chancen für Implantate
- Drahtlose Sensornetzwerke

Diese Veranstaltung wendet sich an technologieorientierte kleine und mittelständische Unternehmen der Medizintechnik.



[3] Neue Packagingkonzepte für die Automobilelektronik

In diesem Workshop sollen internationale Entwicklungstrends im Bereich der Automobilelektronik diskutiert werden.

Inhalt:

- Hochtemperaturelektronik
- Sensorpackaging
- Packaging und EMV von Leistungselektronik
- Zuverlässigkeit

Diese Veranstaltung wendet sich an internationale AVT-Experten und Entwickler speziell im Bereich der Automobilelektronik.

[4] Lehrgänge zum Die- und Drahtbonden

Thema sind Qualitäts- und Zuverlässigkeitsaspekte von Bondverbindungen. Es werden praktische Bondversuche durchgeführt.

Inhalt:

- Die-, US-Wedge/Wedge- und TS-Ball/Wedge-Bonden
- Dickdraht- und Bändchenbonden
- Visuelle Qualitätsbeurteilung, Pull- und Schertestanalysen

Diese Veranstaltung wendet sich an Praktiker, Entwickler und Konstrukteure.

[5] LED – Anwendung, Zuverlässigkeit und Technologie

Vom Design über die Aufbau- und Verbindungstechnik bis zu Zuverlässigkeitsbetrachtungen wird in diesem Workshop ein umfassendes Verständnis für die Anwendung und Entwicklung von LEDs vermittelt.

Inhalt:

- Aufbau- und Verbindungstechnik
- Analytik
- Thermisches Management und Zuverlässigkeit

Diese Veranstaltung wendet sich an Entwickler und Produzenten von LEDs.

[6] Seminar Autarke Funksensoren

Am 8. Mai 2014 findet in Berlin ein Weiterbildungsseminar zum Thema »Autarke Funksensoren« statt. Seit mehreren Jahren schon organisieren IZM-Wissenschaftler diese Veranstaltung in Kooperation mit der AMA Weiterbildungs GmbH. Ausgehend von der Frage »Was sind autarke Funksensoren?« werden Einsatzbeispiele und aktuelle Trends im Bereich der drahtlosen Sensornetze präsentiert.

Inhalt:

- Grundlagen des Designs
- Sensorelemente, Baugruppen und Netzwerktopologien
- Energy Harvesting und Energiemanagement
- Software
- Kostengetriebenes Design
- Fertigung von Funksensorknoten
- Praxisbericht: Einsatz im industriellen Umfeld

Das Seminar wendet sich an Entwickler, Forscher, Hersteller und Anwender von Messsystemen, die Funksensoren selber entwickeln, sie einsetzen oder dies planen.

NACHWUCHSFÖRDERUNG AM FRAUNHOFER IZM

Schon seit mehr als fünfzehn Jahren engagiert sich das Fraunhofer IZM in der Förderung des naturwissenschaftlichen Nachwuchses. Für die Rekrutierung der schlauesten Köpfe setzt das Institut verstärkt auf die duale Berufsausbildung, bietet aber auch vielfältige Möglichkeiten für junge Menschen, die Arbeit des Institutes bei Führungen und Praktika kennenzulernen und einen Einblick in die Ausbildungs- und Studiemöglichkeiten für naturwissenschaftliche (MINT-)Berufe zu erhalten.

Früh übt sich – Partnerschaft mit Schulen

Nachwuchssorgen, Fachkräftemangel – in Zeiten sinkender Bewerberzahlen für den MINT-Bereich hat das Fraunhofer IZM sein Angebot um eine Schulpartnerschaft erweitert. Seit 2012 arbeitet das Institut mit dem mathematisch-naturwissenschaftlich orientierten Berliner Heinrich-Hertz-Gymnasium zusammen. Erklärtes Ziel ist es, Schülerinnen und Schüler auf die Realität der wissenschaftlichen Arbeitswelt vorzubereiten und sie v. a. schon früh für Technik und Forschung und den MINT-Bereich zu begeistern. Zugleich lernt das Fraunhofer IZM, seinen Ausbildungseinstieg noch besser auf schulische Bedürfnisse abzustimmen.

Schülerpraktika

Schüler eines Physik-Leistungskurses aus dem Max-Planck-Gymnasium besuchten das Fraunhofer IZM im März. Sie konnten im Reinraum zuschauen, wie Mikrochips hergestellt werden und an der Flip-Chip-Linie des Instituts selber mit Hand anlegen. Angeleitet und begleitet wurden sie von einem wissenschaftlichen Mitarbeiter des Fraunhofer IZM. Im November konnten 10 Schülerinnen und Schüler eines Chemie-LK der St. Marien Oberschule in den IZM-Laboren Versuche zu Kennlinien von Solarmodulen durchführen und die richtige Ausrichtung der Module in einem Parkscheinautomaten testen.

Ausbildung

Das IZM engagiert sich als Mitglied im Verein proMANO, der sich die Weiterentwicklung der Ausbildung im Bereich Mikrosystemtechnik in Berlin und Brandenburg zum Ziel gesetzt hat. Dabei geht es um die Ausweitung des Ausbildungsverbunds sowie der Verbreitung des Berufsbilds des/der Mikrotechnologe/-in.

Im Jahr 2013 schlossen am Fraunhofer IZM drei Auszubildende erfolgreich als Mikrotechnologen mit dem Schwerpunkt Mikrosystemtechnik ab. Eine Kauffrau für Bürokommunikation wurde mit Abschluss ihrer Ausbildung im Bereich Verwaltung übernommen.

Freiwilliges ökologisches Jahr

Bereits zum achten Mal bot das Fraunhofer IZM 2013 einem Jugendlichen nach Abschluss der Schule die Möglichkeit, sich im Bereich Environmental and Reliability Engineering beruflich zu orientieren und praktisch an ökologischen Fragestellungen im Elektronikbereich mitzuwirken.

Darüber hinaus konnte eine FÖJ-Teilnehmerin aus Mecklenburg-Vorpommern, die großes persönliches Interesse an medizintechnischen Themen mitbrachte, für zwei Wochen im Bereich Medical Microsystems des Instituts mitarbeiten.



Entertechnik – »Technisches Jahr für junge Frauen«

Im Rahmen seiner Ausbildungstätigkeiten beteiligt sich das Fraunhofer IZM seit September 2013 als eines von 18 Unternehmen aus Berlin-Brandenburg an der Aktion »Entertechnik – Technisches Jahr für junge Frauen«. Das Technische Jahr bietet jungen Frauen die Chance, gleich mehrere technologieorientierte Berliner Unternehmen und Institute aus den Bereichen Mobilität, Medizin- und Präzisionstechnik, Gebäude und Stadt, Hightech und Kommunikation kennenzulernen.

Am Fraunhofer IZM lernen die jungen Frauen während ihres Praktikums das Tätigkeitsfeld der Mikrotechnologin in verschiedenen Laborbereichen genauer kennen. Sie können für jeweils vier Monate ein Praktikum in einem der folgenden Bereiche machen: Reinraumprozesse (Waferstrukturierung, Messtechnik), Materialprüfung (Zuverlässigkeitstests, Thermografie) und Substrattechnologie (Leiterplattenstrukturierung, Testverfahren).

10 Jahre Girls' Day am Fraunhofer IZM – Schülerinnen auf Entdeckungstour

Bereits zum 10. Mal lud das Fraunhofer IZM am 25. April 2013 im Rahmen des Girls' Day technikinteressierte Schülerinnen im Alter von 11 bis 14 Jahren dazu ein, sich einen Einblick in die wissenschaftliche Arbeit eines Forschungsinstituts zu verschaffen.

Großen Anklang fanden in diesem Jahr die vielen neuen Programmpunkte. So konnten mehrere Mädchen bei der Zerlegung eines elektronischen Geräts assistieren und die Einzelteile anschließend thermografisch untersuchen. Ein besonderes Highlight war auch das Thema »Elektronik in Bekleidung« – hier durfte sich ein Mädchen selber einen Rock nähen, in den Leuchtdioden, ein Sensor und ein Steuermodul per Sticken mit leitfähigem Garn integriert wurden.

Fraunhofer IZM bringt mit der MS Wissenschaft alle Generationen zusammen

Am 30. April 2013 hisste das Ausstellungsschiff MS Wissenschaft von der Initiative »Wissenschaft im Dialog« in Berlin die Segel und nahm für ein halbes Jahr Fahrt zu 40 Städten in Deutschland und Österreich auf. Das Motto in diesem Jahr war »Alle Generationen in einem Boot«.

Das Fraunhofer IZM war mit einem aktuellen Forschungsvorhaben an Board dabei: Die rund 70.000 Besucher konnten auf dem Schiff u. a. das SELBST-Projekt entdecken. SELBST steht für die Entwicklung von Assistenztechnologie für ältere Menschen, mit dem Ziel, die Nachrüstbarkeit und eine einfache Bedienung sicherzustellen. Im Zentrum des Projekts stand die Entwicklung eines elektronischen Baukastensystems aus Sensor-, Datenverarbeitungs-, Fernübertragungs- und Aktorkomponenten.

1 Schülerinnen zu Besuch im Reinraum des Fraunhofer IZM

2 Volle Konzentration beim Girls' Day 2013

// FACTS & FIGURES



FRAUNHOFER IZM

FACTS & FIGURES

Das Fraunhofer IZM in Fakten und Zahlen	Seite 66
Auszeichnungen	Seite 68
Dissertationen, Editorials, Best Paper	Seite 70
Vorlesungen	Seite 71
Mitgliedschaften	Seite 72
Kooperationen mit der Industrie	Seite 74
Publikationen	Seite 76
Patente und Erfindungen	Seite 80
Kuratorium	Seite 81
Kontaktadressen	Seite 82
Impressum	Seite 85

DAS FRAUNHOFER IZM IN FAKTEN UND ZAHLEN

Finanzielle Situation

Im Jahr 2013 konnte der Aufbau der Projektgruppe All Silicon System Integration Dresden (ASSID) am Standort Dresden/Moritzburg erfolgreich abgeschlossen werden. Der Aufbau erfolgte mit finanzieller Unterstützung der EU, des BMBF und des Landes Sachsen. Im Rahmen eines Audits wurden die erarbeiteten Ergebnisse und die Strategie positiv evaluiert. Damit wird das Fraunhofer IZM-ASSID ab dem Jahr 2014 mit einer Finanzierung im Rahmen des Fraunhofer-Modells fortgeführt.

Der Umsatz des Fraunhofer IZM erhöhte sich im Jahr 2013 um 3 Prozent auf 29,4 Millionen Euro. Die Aufträge aus deutschen und internationalen Industrieunternehmen sowie von Wirtschaftsverbänden konnten wiederum deutlich gesteigert werden. Sie stiegen um 12 Prozent, was einer Gesamtsumme von 10,7 Millionen Euro entspricht. Die öffentlich geförderten Projekte mit Unterstützung von Bund, Ländern und EU lagen mit 12 Millionen Euro etwas höher.

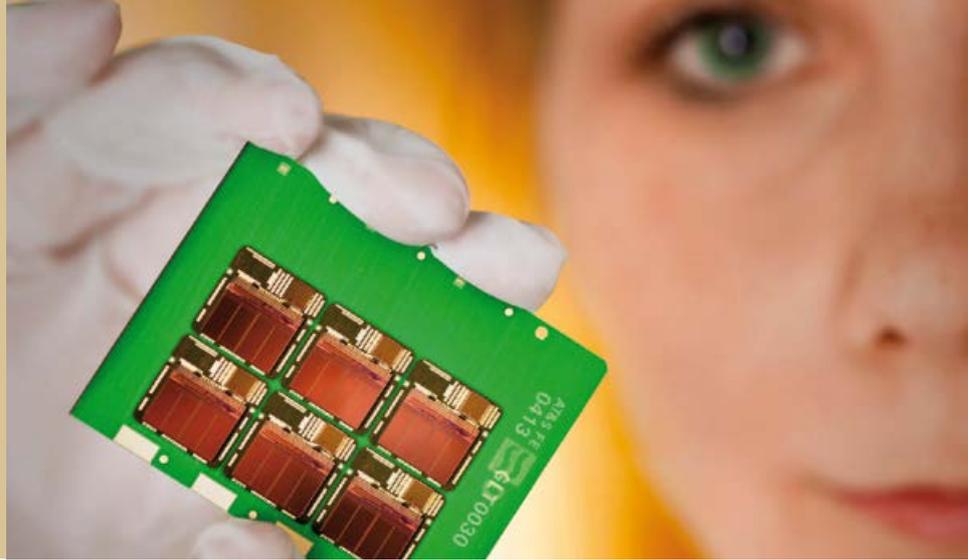
Insgesamt deckte das Fraunhofer IZM seinen Betriebshaushalt zu 77 Prozent mit externen Erträgen. Dies entspricht einer Summe von 22,7 Millionen Euro.

Geräteinvestitionen

Für laufende Ersatz- und Erneuerungsinvestitionen wurden im Jahr 2013 Eigenmittel in Höhe von 2,3 Millionen Euro aufgewandt. Diese Mittel wurden eingesetzt, um die Geräteausstattung des Fraunhofer IZM mit einer Vielzahl gezielter Einzelmaßnahmen zu verbessern und die Effizienz vorhandener Anlagen zu erhöhen.

Das Fraunhofer IZM übernahm im Jahr 2013 die Räumlichkeiten im Erdgeschoss seines Stammsitzes in Berlin-Wedding. Damit wurde die Grundlage geschaffen, die Berliner Aktivitäten des Instituts an einem Standort zu konzentrieren. In den neuen Bereichen wurden zusätzliche moderne Laborflächen geschaffen.

Für den Ausbau dieser Flächen wurden im Jahr 2013 Institutsmittel in Höhe von 3,7 Millionen Euro eingesetzt. Neben einer Erweiterung der Kapazitäten für die Analytik besteht jetzt auch



die Möglichkeit, im Bereich Panel Level Integration großformatige Substrate in der gesamten Prozesskette zu verarbeiten.

Der Ausbau der neuen Labore sichert darüber hinaus den Aufbau und die Inbetriebnahme des neuen Innovationszentrums »AdaptSys – Heterointegrationstechnologien für applikationsadaptierte Multifunktionselektronik zur Entwicklung von Integrationstechnologien auf Mikro- und Nanoebene zur Herstellung von anwendungsoptimierten Systemen«. Diese Maßnahme wird mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), des Landes Berlin und des BMBF in den Jahren 2012 bis 2014 realisiert.

Das Innovationszentrum umfasst dabei vier Schwerpunkte:

1. Nanoskalige Prozess- und Materialentwicklungen
2. Erforschung, Entwicklung und Qualifizierung innovativer, an der Anwendung ausgerichteter Systemintegrationstechnologien
3. Unterstützung der Anwenderindustrien bei der Produktentwicklung
4. Fehleranalyse, Qualität und Zuverlässigkeit, Lebensdauermodelle, Zustandsmonitoring

Personalentwicklung

Auch im Jahr 2013 konnten am Fraunhofer IZM zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen werden. Der Personalbestand stieg an den Standorten Berlin, Dresden/Moritzburg und Oberpfaffenhofen um 13 Stellen auf 230 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Zusätzlich bietet das Institut Studentinnen und Studenten die Möglichkeit, ihr Studium mit praktischer wissenschaftlicher Arbeit in den Büros und Laboren des Fraunhofer IZM zu verbinden. Zum Jahresende 2013 sind 151 Praktikanten, Diplomanden und studentische Hilfskräfte am Fraunhofer IZM betreut worden.

Das Fraunhofer IZM stellt sich der Aufgabe, Ausbildungsplätze zur Verfügung zu stellen. Im Jahr 2013 wurden insgesamt 8 Auszubildende in den Berufen des Mikrotechnologen und der Kauffrau für Bürokommunikation ausgebildet.

Das Fraunhofer IZM 2013

Umsatz	29,4 Millionen Euro
Externe Erträge	22,7 Millionen Euro (entspricht 77 Prozent)
Standorte	Berlin, Dresden und Oberpfaffenhofen
Anzahl Mitarbeiter	389 (davon 151 Studierende, Diplomanden, Praktikanten und 8 Azubis)

AUSZEICHNUNGEN

Rolf Aschenbrenner mit dem David Feldman Outstanding Contribution Award geehrt

Rolf Aschenbrenner, Leiter der Abteilung System Integration & Interconnection Technologies am Fraunhofer IZM, ist vom Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) mit dem David Feldman Outstanding Contribution Award ausgezeichnet worden. Aschenbrenner engagiert sich seit vielen Jahren für die Internationalisierung von IEEE, dem weltgrößten Berufsverband der Ingenieure.

Schwerpunkt seiner Aktivitäten als Vorstandsmitglied des IEEE-Chapters »Components, Packaging and Manufacturing Technology Society« (CPMT) ist die Etablierung neuer Chapter und Veranstaltungsformate. Der renommierte Preis wurde ihm vom IEEE-CPMT-Präsidenten Ricky Lee beim CPMT Luncheon auf der ECTC 2013 in Las Vegas überreicht.

IEEE ernennt Dr. Martin Schneider-Ramelow zum Senior Member

Außerdem hat das IEEE Dr. Martin Schneider-Ramelow – ebenfalls Leiter der Abteilung System Integration & Interconnection Technologies – in den Rang eines »Senior Member« berufen. Diese höchste Senioritätsstufe am IEEE wird nur ausgewiesenen Experten der jeweiligen Fachrichtungen zuerkannt.

Schneider-Ramelow ist ein international anerkannter Spezialist auf dem Gebiet der Qualität und Zuverlässigkeit von Drahtbondverbindungen.

Am Fraunhofer IZM geht die Sonne auf – Best Poster Award für Ökobilanz von Solarstromanlagen

Wie ist es um die Nachhaltigkeit von Photovoltaik-Systemen bestellt, die umweltfreundlichen Strom aus Sonnenenergie gewinnen sollen? Wie lässt sich die Umweltperformance von

Solarstromanlagen optimieren? Mit diesen Fragen setzte sich Karsten Schischke vom Fraunhofer IZM in zwei europäischen Forschungsprojekten auseinander.

Für die Forschungsergebnisse wurde er 2013 mit dem Best Poster Award der 28. European PV Solar Energy Conference and Exhibition (EU PVSEC) in Paris ausgezeichnet. Schischke und seine Mitarbeiter aus Polen und Spanien präsentierten ihre Arbeit in Form eines Posters mit dem Titel »PV Systems with Lower Environmental Impact: New Strategies and Analysis Tool«. Aus 1200 Bewerbungen wurde dieses Gemeinschaftsprojekt vom wissenschaftlichen Komitee der EU PVSEC zum Gewinner im Themenfeld »PV – A major Electricity Source« gekürt.

Ein Garant für Zuverlässigkeit: Michael Niedermayer erhält Best Paper Award der Sensorcomm

Wie können kostenintensive Maschinenausfälle in Industrieanlagen vermieden werden? Lässt sich die Überwachung dieser Anlagen auch energiesparend bewältigen? Dr. Michael Niedermayer vom Fraunhofer IZM hat zu diesen Fragen einige überraschende Antworten gefunden und die Forschungsergebnisse unter dem Titel »Early-Warning System for Machine Failures: Self-sufficient Radio Sensor Systems for Wireless Condition Monitoring« zusammen mit seinen Co-Autoren vom Fraunhofer IZM, der Gesellschaft für Maschinendiagnose mbH (GfM) sowie vom Berlin Center of Advanced Packaging (BeCAP, TU-Berlin) veröffentlicht.

Das Gremium der International Academy, Research, and Industry Association (IARIA) hat diese innovativen Lösungen auf der 7. International Conference on Sensor Technologies and Applications (Sensorcomm) in Barcelona mit dem Best Paper Award 2013 geehrt.



Stereo-Mikrokamera gewinnt DEVICE Med Award auf der MEDICA in Düsseldorf

Ein miniaturisiertes Stereo-Kamera-Modul von nur 1x2,2x1,6 mm³ Größe wurde als innovativste Elektronikkomponente der Medizintechnik auf der MEDICA in Düsseldorf mit dem renommierten Device Med Award ausgezeichnet. Der Bildsensor-Anbieter AWAIBA hat diese bahnbrechende Technologie mit Unterstützung des Fraunhofer IZM auf Grundlage einer Wafer-Level-Montagetechnik entwickelt. Die Kamera ermöglicht eine exakte 3D-Bilddarstellung für die mikroinvasive Chirurgie in Organen.

Verschmelzung von Technologie und Modedesign – Hightech-Fahrradjacke erhält Red Dot Design Award

Die Fahrradjacke »Sporty Supaheroe« wurde im renommiertesten Designwettbewerb der Welt – dem Red Dot Design Award – mit dem Best-of-the-Best-Award in der Kategorie »Design Concept« ausgezeichnet. Entwickelt wurde die Jacke von Wolfgang Langeder (UTOPE) in enger Zusammenarbeit mit Fraunhofer IZM und der Stretchable Circuits GbR. Die feierliche Preisverleihung vor hunderten Gästen aus den Bereichen Design, Medien und Industrie von allen Teilen der Welt fand im Oktober 2013 in Singapur statt.

Die Hightech-Fahrradjacke für den urbanen Nomaden verschmilzt Modedesign, Technologie und sinnvolle Anwendungen. Damit eröffnen sich neue gestalterische und ökonomische Horizonte für Design, Mode und Sportswear. Dank integrierter LEDs erhöht sie die Sichtbarkeit von Radfahrern in der Dunkelheit und steigert so die Sicherheit im Straßenverkehr. In der Jacke ist ein mikroelektronisches System integriert, das dehnbar ist wie Textilien und zugleich verkapselt, wodurch es sich als äußerst robust und unempfindlich gegenüber Feuchtigkeit erweist. Die Grundlage bildet ein dehnbarer Schaltungsträger auf einer flexiblen Folie aus thermoplastischem Polyurethan, der am Fraunhofer IZM entwickelt wurde.

Best Paper Award für Eckart Hoene auf der PCIM 2013

Auf der PCIM Conference in Nürnberg wurde IZM-Wissenschaftler Dr. Eckart Hoene im Mai 2013 mit dem Best Paper Award ausgezeichnet. Die PCIM ist die bedeutendste anwenderorientierte Konferenz zum Thema Leistungselektronik in Europa.

Hoene und seine Kollegen Andreas Ostmann, Binh The Lai, Christoph Marczok, Andreas Müsing und Johann Kolar erhielten die Auszeichnung für ihr Paper »Ultra-Low Inductance Power Module for Fast Switching Semiconductors«. Das Paper beschreibt die Entwicklung optimierter Packagingstrategien für schnell schaltende Halbleiter.

1 Prof. Leo Lorenz von der PCIM Europe überreicht den Best Paper Award an Dr. Eckart Hoene

1 Die in Kooperation mit dem Fraunhofer IZM entwickelte Hightech-Fahrradjacke Sporty Supaheroe

DISSERTATIONEN, BEST PAPER, EDITORIALS

Dissertationen

Braun, T.

Feuchtediffusion in partikelgefüllten Epoxidharzen für die Mikroelektronik

Göhre, J.-M.

Entwicklung und Implementierung einer verbesserten Lastwechseltestmethode zur experimentellen Bestimmung der Zuverlässigkeit von Dickdrahtbonds in Leistungsmodulen

Domurat-Linde, A.

Optimierung des Störemissionsverhaltens von Leistungsmodulen im UKW-Frequenzbereich

Editorials

PLUS Journal (Eugen G. Leuze Verlag)

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

International Journal of Microelectronics and Electronic Packaging

Ndip, I. (Associate Editor)

Mechatronik (Verlag I.G.T. Informationsgesellschaft Technik mbH)

Ansorge, F. (Editorial Board)

Smart System Integration 2013 Conference Proceedings

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

Congress Proceedings SMT/HYBRID/Packaging 2013

Lang, K.-D. (Editor)

Best Paper-Awards (Auswahl)

Arranz, P.; Anzizu, M.; Vallvé, X.; Schischke, K.; Schneider, J.; Den Boer, E.

PV Systems with Lower Environmental Impact: New Strategies and Analysis Tool

Poster Award, 28th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, Paris, Frankreich

Ebefors, T.; Fredlund, J.; Jung, E.; Braun, T.

Recent Results using Met-Via TSV Interposer Technology as TMV Element in Wafer Level Through Mold Via Packaging of CMOS Biosensors

Best Paper IWLPAC. 2013, San Jose, USA

Hoene, E.; Ostmann, A.; The Lai, B.; Marczok, C.; Müsing, A.; Kola, J.

Ultra-low Inductance Power Module for Fast Switching Semiconductors

Best Paper PCIM 2013, Nürnberg

Löher, T.

SCB and SNI: Two Stretchable Circuit Technologies, Based on Standard Circuit Board Processes

Outstanding Paper Award, Circuit World 2013

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

Verkapselung von Leistungselektronik: Bewertung von Mold Compounds hinsichtlich ihrer Eignung für Hochtemperaturanwendungen

Best Paper IMAPS Herbstkonferenz 2013, München

VORLESUNGEN

Technische Universität Berlin

Dr. R. Hahn

- Miniaturisierte Energieversorgungssysteme

Dr. B. Curran

- Design, Simulation and Reliability of Microsystems

Prof. K.-D. Lang

- Technologien der Heterosystemintegration
- Aufbau multifunktionaler Systeme
- Seminar Aufbau- und Verbindungstechniken der Mikroelektronik

Dr. I. Ndip

- Electromagnetics for Design and Integration of Microsystems
- High-Frequency Measurement Techniques for Electronic Packaging
- Numerische Feldberechnung

Dr. M. Niedermayer

- Design Methods for Smart 3D Microsystems

Dr. J. Jaeschke, Dr. H. Ngo

- Herstellungstechnologien für Mikrosensoren

Dr. J. Jaeschke

- FEM-Simulation von Mikrosensoren und -aktuatoren

Dr. M. Töpfer, Dr. H. Walter

- Mikro-/Nano-Analytik

Dr. M. Töpfer, Dr. J. Jaeschke

- Technologien und Werkstoffe der Mikrosystemtechnik

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

- Design umweltverträglicher elektronischer Produkte

Dr. M. Schneider-Ramelow, Dr. M. Töpfer

- Werkstoffe und Physikalisch-Chemische Prinzipien der Systemintegration

Dr. T. Tekin

- Photonic Packaging
- Antennen-Simulation

Dr. T. Tekin / Dr. D. Pouhè

- Elektromagnetische Verträglichkeit

Dr. O. Wittler

- Zuverlässigkeit von Mikrosystemen

Beuth Hochschule für Technik Berlin

Dr. H. Schröder

- Optoelektronik

HTW, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Dr. H. Walter

- Werkstoffe der Mikrosystemtechnik

Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin

Dr. U. Geißler

- Werkstofftechnik

MITGLIEDSCHAFTEN (AUSWAHL)

4M Multi Material Micro-Manufacture Association	E. Jung	Representative of Fraunhofer IZM
AMA Fachverband Sensorik, Wissenschaftsrat	Dr. V. Großer	Member
Bayerisches Innovationcluster „Mechatronik und Automation“, Fachgruppe Mikro-Mechatronik	Dr. F. Ansorge	Chairman
CATRENE – EAS Working Group on Energy Autonomous Systems	Dr. R. Hahn	Member
Deutscher Verband für Schweißtechnik DVS	Prof. K.-D. Lang	Executive Board
Deutscher Verband für Schweißtechnik DVS Arbeitsgruppe »Bonden«	Dr. M. Schneider-Ramelow	Chairman
EcoDesign 2013	Dr. N. F. Nissen	International Co-Chair
Electronic Components and Technology Conference ECTC	Dr. H. Schröder	Optoelectronics Committee Chair
EOS European Optical Society	Dr. H. Schröder	Member
EURIPIDES Scientific Advisory Board	Prof. K.-D. Lang, M. J. Wolf	Member
European Photonic Industrial Consortium (EPIC)	Dr. H. Schröder	Representative Fraunhofer IZM
IEEE Component, Packaging and Manufacturing Technology Society	R. Aschenbrenner	Fellow
Technical Committees:		
Green Electronics	Dr. N. F. Nissen	Technical Chair
Emerging Technologies	E. Jung	Technical Chair
Wafer Level Packaging	Dr. M. Töpfer	Technical Chair
IEEE CPMT German Chapter	Prof. K.-D. Lang	Chair

IMAPS (Signal/Power Integrity Subcommittee)	Dr. I. Ndip	Chair
IMAPS International 2013	Dr. I. Ndip	Technical Chair
IMAPS Deutschland	Dr. M. Schneider-Ramelow	President
International Electronics Manufacturing Initiative iNEMI	R. Aschenbrenner	Representative of Fraunhofer IZM
International Technology Roadmap Semiconductors (ITRS)	M. J. Wolf	Chairman Europe
Lange Nacht der Wissenschaften e. V. Berlin	H. Pötter	Representative of Fraunhofer
Optec Berlin Brandenburg	Prof. K.-D. Lang	Executive Board
Photonics West Optical Interconnects Conference	Dr. H. Schröder	Chair
SEMI Group Award Committee	Prof. K.-D. Lang	Member
Semiconductor Manufacturing Technology Sematech	M. J. Wolf	Member
Silicon Saxony e. V.	M. J. Wolf	Member
SMT/HYBRID/PACKAGING Kongress	Prof. K.-D. Lang	Head of Scientific Committee
Technologiestiftung Berlin (TSB)	Prof. K.-D. Lang	Member of the Board of Trustees
VDMA, Fachverband Mikrotechnik, Vorstand Modulare Mikrosysteme	Dr. V. GroBer	Member
Wissenschaftlich-technischer Rat der Fraunhofer-Gesellschaft	Dr. N. F. Nissen	Representative of Fraunhofer IZM
Zentrum für Mikrosystemtechnik Berlin	Prof. K.-D. Lang	Spokesman of the Board

KOOPERATIONEN MIT DER INDUSTRIE (AUSWAHL)

Advanced Semiconductor Engineering	Kaohsiung (TPE)	Bundesdruckerei GmbH	Berlin
AEMtec GmbH	Berlin	Cascade Microtech GmbH	Thiendorf
Agilent Technologies Inc.	Santa Clara (USA)	COGO Optronics GmbH	Berlin, Boulder (USA)
Airbus Defense & Space	Ulm	Compass EOS	Netanya (IL)
Alenia Aeronautica SpA	Rom (I)	CONTAG GmbH	Berlin
Allegro Micro Systems LLC	Worcester (USA)	Continental AG	Nürnberg, München, Frankfurt, Regensburg
alpha-board gmbh	Berlin	Converteam SAS	Berlin
Altatech	Montbonnot-Saint-Martin	Daimler AG	Stuttgart
AMO GmbH	St.Peter/Hart (A)	Datacon GmbH	Radfeld (A)
Andus Electronic GmbH	Berlin	Denso Corporation	Kariya (J)
Apple	Palo Alto (USA)	Deutsche Bahn AG	Berlin, Frankfurt, München, Dessau
Applied Materials Inc.	Santa Clara (USA)	DIEHL Stiftung & Co. KG	Nürnberg, Frankfurt, Wangen
Asahi Glass	Chiyoda (J)	Disco Corporation	Tokyo (J)
Astrium GmbH	Bremen	Doublecheck GmbH	Berlin
A.S.T. Group	Wolnzach	Dupont	USA, Japan, Deutschland
AT&S AG	Leoben (A)	Elbau GmbH	Berlin
Atotech Deutschland GmbH	Berlin	Endress & Hauser GmbH & Co. KG	Maulburg
AUDI AG	Ingolstadt	Enthone Inc.	West Haven (USA)
Austriamicrosystems AG	Unterpremstätten (A)	ESYS GmbH	Berlin
Awaiba GmbH	Nürnberg	EV Group (EVG)	St.Florian am Inn (A)
B/E Aerospace Inc.	Lübeck	Excelitas Technologies Corp.	Pfaffenhofen
Baker Hughes INTEQ GmbH	Celle	FiconTEC Service GmbH	Achim
Baumer-Hübner GmbH	Berlin	FlowServe Deutschland GmbH	Hamburg
Balluff GmbH	Neuhausen a.d.F.	Fujitsu Technology GmbH	Augsburg
BIOLAB Technology AG	Zürich (CH)	Gesellschaft für Maschinendiagnose mbH	Berlin
Blackrock Microsystems LCC	Salt Lake City (USA)	GlobalFoundries Inc.	Dresden
BMW AG	München		
Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG	Coburg		

Heraeus Holding GmbH	Hanau	Ramgraber GmbH	Hofolding b. Brunnthal
Höft &Wessel AG	Hannover	Robert Bosch GmbH	Stuttgart, Reutlingen, Hildesheim, Waiblingen
Hytech AG	Brügg (CH)	Samsung Advanced Inst. of Technology	Suwon (ROK)
IMC GmbH	Berlin	Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG	Herzogenaurach
Infineon Technologies AG	Mainz, München	Schaffner Holding AG	Luterbach (CH)
Jenoptik/ESW GmbH	Hamburg-Wedel	Schleifring GmbH	Kaufbeuren
John Deere & Company	Mannheim	Schlumberger AG	Frankreich, USA
KSW Microtec AG	Dresden	Schweizer Electronic AG	Schramberg
Leuze electronic GmbH & Co. KG	Owen	Semikron GmbH	Nürnberg
MDISchott Advanced Processing GmbH	Mainz	Semsysco GmbH	Salzburg (A)
MED-EL GmbH	Innsbruck (A)	Sensitec GmbH	Lahnau
METALLEX AG	Uetikon (CH)	Siemens AG	Karlsruhe
Microelectronic Packaging (MPD) GmbH	Dresden	SPTS Technologies Ltd.	Newport (UK)
Microepsilon GmbH	Ortenburg	Süss MicroTec AG	Garching, München
MSEI Micro Systems Engineering Inc.	Lake Oswego (USA), Tel Avi (IL)	Swissbit Germany AG	Berlin
Nanotron Technologies GmbH	Berlin	TDK-EPCOS AG	München
NXP Semiconductors AG	Hamburg, Eindhoven (NL)	Technoprobe SPA	Cernusco (ITA)
OC Oerlikon Balzers AG	Balzers (LI)	Thales Group	Frankreich
Olympus Deutschland GmbH	Hamburg	The Dow Chemical Company	USA
Oree Inc.	Ramat Gan (IL)	Valeo GmbH	Wemding
Osram Opto Semiconductors GmbH	Regensburg	Varta AG	Ellwangen
Ovesco Endoscopy AG	Tübingen	Vectron Systems AG	Havant (UK)
Pac Tec Packaging Technologies GmbH	Nauen	Vishay Beyschlag GmbH	Heide
PANalytical B.V.	Almelo (NL)	Volkswagen AG	Wolfsburg
Paulmann Licht GmbH	Springe-Völksen	WRS Materials	San Jose (USA)
Philips Technology GmbH	Aachen	Würth Elektronik GmbH & Co. KG	Niedernhall, Rot am See
PrimeSensor GmbH	Berlin	X-Fab Semiconductor Foundries AG	Erfurt
ProTec Carrier Systems GmbH	Siegen	Xyratex AG	Auerbach
		ZF Luftfahrt AG	Calden

PUBLIKATIONEN (AUSWAHL)

Ansorge, F.; Iffland, D.; Baar, C.; Lang, K.-D.

Löten ade – Elektronische Systeme aus dem Drucker?
PLUS 6/2013

Ansorge, F.

Qualität durch Schulungen: Bleifrei Löten in der Medizintechnik

Medizintechnik in Bayern 2013

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

Smart Power Module Molding Advances: Evaluating High Temperature Suitability of Molding Compounds
Proceedings IMAPS 2013, Orlando, USA

Boettcher, L.; Manassis, D.; Karaszkievicz, S.; Ostmann, A.

Power Electronics Packages with Embedded Components – Recent Trends and Developments

Proceedings SMTA International Conference 2013, Forth Worth, USA

Böttger, G.; Schröder, H.; Jordan, R.

Active or Passive Fiber-Chip-Alignment: Approaches to Efficient Solutions

Proceedings SPIE Photonics West 2013, OPTO 2013, San Francisco, USA

Braun, T.; Becker, K.-F.; Voges, S.; Thomas, T.; Kahle, R.; Bauer, J.; Aschenbrenner, R.; Lang, K.-D.

From Wafer Level to Panel Level Mold Embedding

Proceedings ECTC 2013, Las Vegas, USA

Brettschneider, T.; Dorrer, C.; Suy, H.; Braun, T.; Jung, E.; Hoofman, R.; Bründel, M.; Zengerle, R.; Lärmer, F.

Integration of CMOS Biosensor into a Polymeric Lab-on-a-Chip System

Proceedings International Conference on Microfluidics and Nanofluidics 2013, Venedig, Italien

Brusberg, L.; Schröder, H.; Pitwon, R.; Whalley, S.; Herbst, Ch.; Miller, A.; Neitz, M.; Röder, J.; Lang, K.-D.

Optical Backplane for Board-to-Board Interconnection Based on a Glass Panel Gradient-Index Multimode Waveguide Technology

Proceedings ECTC 2013, Las Vegas, USA

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

Data Availability and the Need for Research to Localize, Quantify and Recycle Critical Metals in Information Technology, Telecommunication and Consumer Equipment

Waste Management & Research Vol. 31, 2013

Curran, B.; Öz, A.; Linz, T.; Ndip, I.; Guttowski, S.; Lang, K.-D.

Electrical Modeling of the Power Delivery to an LED Array Packaged in a Textile

Proceedings IEEE Electrical Design of Advanced Packaging and Systems Symposium (EDAPS) 2013, Nara, Japan

Dobritz, S.

Methods and Results of Electrical Characterization and Testing of 3D Specific Devices Fabricated on 300 mm Leading Edge Industry Tools

Proceedings European Manufacturing Test Conference (EMTC), 3D TSV Session, Semicon Europa 2013, Dresden

Fritzsch, T.; Zoschke, K.; Wöhrmann, M.; Rothermund, M.; Ehrmann, O.; Oppermann, H.; Lang, K.-D.

Flip Chip Assembly of Thinned Chips for Hybrid Pixel Detector Applications

Proceedings 5th International Workshop on Radiation Imaging Detectors 2013, Paris, Frankreich

Grafe, J.

Assembly and Interconnect Technologies for 3D Applications

Proceedings Advanced Packaging Conference, 3D TSV Session, Semicon Europa 2013, Dresden

Grams, A.; Prewitz, T.; Wittler, O.; Kripfgans, J.; Schmitz, S.; Middendorf, A.; Müller, W. H.

Simulation of an Aluminum Thick Wire Bond Fatigue Crack by Means of the Cohesive Zone Method

Proceedings 14th International Conference on Thermal, Mechanical and Multi-Physics Simulation and Experiments in Microelectronics and Microsystems 2013, Wrocław, Polen

Heimann, M.; Schröder, H.; Marx, S.; Lang, K.-D.

Dielectric Elastomer Actuators for Adaptive Photonic Microsystems

Proceedings SPIE Photonics West 2013, OPTO 2013, San Francisco, USA

Hoene, E.; Hoffmann, S.; Zeiter, O.

Electrical, Thermal and Electromagnetic Design of a SiC Solar Inverter: a Case Study

Proceedings PCIM 2013, Nürnberg

Hölck, O.; Bauer, J.; Braun, T.; Walter, H.; Wittler, O.; Wunderle, B.; Lang, K.-D.

Transport of Moisture at Epoxy-SiO₂ Interfaces Investigated by Molecular Modeling

Microelectronics Reliability Vol. 53, Issue 8, 2013

Höppner, K.; Frech, M.; Ngo, H. D.; Eisenreich, M.; Marquardt, K.; Hahn, R.; Mackowiak, P.; Mukhopadhyay, B.; Gernhardt, H.; Töpper, M.; Lang, K.-D.

Design, Fabrication and Testing of Silicon-integrated Li-ion Secondary Micro Batteries with Side-by-Side Electrodes

Proceedings PowerMEMS 2013, London, UK

Jung, E.; Blechert, M.; Schuldt, V.; Hubl, M.; Georg, L.; Lang, K.-D.

Sensor Integrated Microfluidics for Compact Micro-Reactors

Proceedings ECTC 2013, Las Vegas, USA

Kallmayer, C.; Pahl, B.; Grams, A.; Marques, J.; Lang, K.-D.; Suwald, T.

Thermoplastic based System-in-Package for RFID Application

Proceedings ECTC 2013, Las Vegas, USA

Krshiwoblozki, M. v.; Linz, T.; Neudeck, A.; Kallmayer, C.

Electronics in Textiles – Adhesive Bonding Technology for Reliably Embedding

Electronic Modules into Textile Circuits Advances in Science and Technology, 85/2013

Lang, K.-D.; Pötter, H.; Bochow-Neß, O.; Becker, K.-F.; Wolf, M. J.

Trends in der Systemintegration

Elektronik, Fachmedium für industrielle Anwender und Entwickler 2013

Masuzawa, T.; Hoene, E.

A Simplification Method of a Modeling of Stray Magnetic Couplings in EMC Filters

Proceedings PCIM 2013, Nürnberg

Ndip, I.; Öz, A.; Guttowski, S.; Reichl, H.; Lang, K.-D.; Henke, H.

Modeling and Minimizing the Inductance of Bond Wire Interconnects

Proceedings 17th IEEE Workshop on Signal and Power Integrity (SPI) 2013, Paris, Frankreich

Ngo, H.-D.

An Advanced MEMS Sensor Packaging Concept for Use in Harsh Environments

Proceedings EPTC 2013, Singapur

Niedermayer, M.; Kravcenko, E.; Wirth, R.; Haubold, A.; Benecke, S.; Lang, K.-D.

Early-Warning System for Machine Failures: Self-Sufficient Radio Sensor Systems for Wireless Condition Monitoring

Proceedings 7th International Conference on Sensor Technologies and Applications SENSORCOMM 2013, Barcelona, Spain

Nissen, N. F.; Stobbe, L.; Oerter, M.; Scheiber, S.; Schlösser, A.; Schischke, K.; Lang, K.-D.

Design Features of Current Tablet Computers to Facilitate Disassembly and Repair

Proceedings 8th International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing (EcoDesign) 2013, Jeju, Korea

Ostmann, A.; Boettcher, L.; Manassis, D.; Karaszkiwicz, S.; Lang, K.-D.

Power Modules with Embedded Components

Proceedings EMPC 2013, Grenoble, Frankreich

Puschmann, R.; Boettcher, M.; Ziesmann, M.; John, P.; Bartussek, I.; Fielder, C.; Grafe, J.; Manier, C.; Zoschke, K.; Oppermann, H.; Wolf, M. J.; Lang, K.-D.

Via-Last Technology for the interconnection of Flash and Processor Chip for Mobile Applications

Proceedings Smart Systems Integration (SSI) 2013, Amsterdam, Niederlande

Schischke, K.; Proske, M.; Stobbe, L.

How Relevant is the European Ecodesign Directive for the Semiconductor Industry?

Proceedings SESH 35th Annual International High Technology ESH Symposium 2013, Long Beach, USA

Schmidt, R.; Zwanzig, M.; Schneider-Ramelow, M.

Ursachen und Vermeidung des Black Pad Defekts beim Löten von SMDs

PLUS 05/2013

Schreier-Alt, T.; Ansorge, F.; Chmiel, G.; Lang, K.-D.

Piezoresistive Stress Sensor for Inline Monitoring during Assembly and Packaging of QFN

Proceedings ECTC 2013, Las Vegas, USA

Straube, S.; Hahn, D.; Jerchel, K.; Middendorf, A.; Wittler, O.; Lang, K.-D.

System Reliability as a Key for Managing Complex Requirements, such as Robust Design of Microsystems

Proceedings Smart Systems Integration (SSI) 2013, Amsterdam, Niederlande

Thomasius, R.; Brockmann, C.; Benecke, S.; Kravcenko, E.; Nachsel, R.; Niedermayer, M.; Guttowski, S.

Drahtlose Sensordysteme für die zustandsorientierte Instandhaltung und Logistik

Zeitschrift Technisches Messen, Themenheft 2: Energieautarke Sensorik, 2013

Töpfer, M.; Lu, D.

**Chapter 3: Bumping Technologies
Advanced Flip Chip Packaging**

Ed. H.-M. Tong, Y.-S. Lai, C. P. Wong
Springer-Verlag, 2013, Heidelberg

Windrich, F.

Front to Backside Alignment for TSV Based 3D Integration

Proceedings IEEE 3DIC Conference 2013, San Francisco, USA

Wöhrmann, M.; Töpfer, M.; Lang, K.-D.

Strain Energy Driven Adhesion Test for Adherence Characterization of Thin Polymer Films for Microelectronic Applications

Proceedings 3rd International Conference on Thermosetting Resins (Thermosets) 2013, Berlin

Wolf, M. J.; Kapitza, H.; Pressel, K.; Perrocheau, J.; De Maquille, Y.; Kwakman, L. F. T.; Rouzaud, A.

JEMSIP_3D: Joint Equipment & Materials for System-in-Package and 3D Integration – Major Results and Achievements from the ENIAC Project and Exploitation thereof in Future Products

Proceedings Smart Systems Integration (SSI) 2013, Amsterdam, Niederlande

Yang, Y.

Development of a 40 Watts 5 kV Converter Using Piezoelectric Transformer for Rheoelectrical Damper

Proceedings Smart Systems Integration (SSI), 2013, Amsterdam, Niederlande

Zoschke, K.; Manier, C.-A.; Wilke, M.; Jürgensen, N.; Oppermann, H.; Ruffieux, D.; Dekker, J.; Heikkinen, H.; Dalla Piazza, S.; Allegato, G.; Lang, K.-D.

Hermetic Wafer Level Packaging of MEMS Components Using Through Silicon Via and Wafer to Wafer Bonding Technologies

Proceedings ECTC 2013, Las Vegas, USA

PATENTE & ERFINDUNGEN

Brusberg, L.; Schröder, H.

Aktives optisches Kabel mit transparentem elektro-optischem Baugruppenträger

DE 102012005618 A1

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

Methode zur Erzeugung gezielter Strömungs- und Stromdichtemuster bei der chemischen und elektrolytischen Oberflächenbehandlung

2 598 676

US 2013/0186852 A1

Großer, V.; Brockmann, C.; Baganz, D.; Staaks, G.; Wecke, N.; Balzer, H.-U.; Jauernig, O.; Jauernig, S.

Vorrichtung zur induktiven Energieübertragung

DE 10 2011 113 740 A1

Großer, V.; Guttowski, S.; Niedermayer, M.

Sensorsystem zum Implantieren in einen Körper

EP 2627247 A1

US 2013/0274567 A1

Guttowski, S.; Zurwehn, V.; Wussow, K.; Hefer, J.

Überwachungssystem für eine Vielzahl von Objekten

DE 10 2011 109 516 A1

WO 2013/017287 A1

Hahn, R.; Marquardt, K.

Elektrochemisches Element und Verfahren zur Herstellung eines elektrochemischen Elements

DE 10 2011 121 681 A1

Hoene, E.; Baumann, T.; Zeiter, O.

Vorrichtung zur Messung einer Temperatur eines Leistungshalbleiters

WO 2013/000971 A1

Schröder, H.; Arndt-Staufenbiel, N.; Brusberg, L.

Mikrofluidisches System und Herstellungsverfahren für ein mikrofluidisches System

2 593 231

Wilke, M.; Töpfer, M.

Verfahren zum Herstellen einer Beschichtung eines Substrats

DE 2011 115 121 A1

KURATORIUM

Vorsitzender

Dr. F. Richter
Thin Materials AG, Eichenau

Mitglieder

F. Averdung
SÜSS MicroTec AG, München

M. Boeck
A.S.T. Angewandte System Technik GmbH, Wolnzach

Dr. H. Bossy
*Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMBF, Bonn*

M. Bothe
VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut, Offenbach

Dr. S. Finkbeiner
Bosch Sensortec GmbH, Reutlingen

U. Hamann
Bundesdruckerei GmbH, Berlin

M. Hierholzer
Infineon Technologies AG, Warstein

Senatsrat B. Lietzau
*Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und
Forschung, Berlin*

Prof. W. Mehr
*IHP GmbH – Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik,
Frankfurt/Oder*

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

Prof. J. Steinbach
Technische Universität Berlin, Berlin

M. Stutz
Dell GmbH, Frankfurt a. M.

Dr. T. Wille
NXP Semiconductors GmbH, Hamburg

Ministerialrat C. Zimmer-Conrad
*Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst,
Dresden*

FRAUNHOFER IZM

KONTAKT

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

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

Fraunhofer IZM

Institutsleiter

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

Stellvertretender Institutsleiter

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

Leitungsassistenz

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

Leitung Administration

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

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

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

Marketing / Applikationszentrum am Fraunhofer IZM

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

Abteilungen

Abteilung Wafer Level System Integration & All Silicon System Integration Dresden (ASSID)

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

Leitung: Dipl.-Ing. M. Jürgen Wolf
Telefon +49 351 7955 72-12
juergen.wolf@izm.fraunhofer.de

Abteilung Systemintegration und Verbindungstechnologien

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

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

Abteilung Environmental and Reliability Engineering

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

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

Abteilung System Design & Integration

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

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

Projektgruppen

All Silicon System Integration Dresden (ASSID)

Ringstr. 12, 01468 Moritzburg

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

Leitung: Dipl.-Ing. M. Jürgen Wolf
Telefon +49 351 7955 72-12
juergen.wolf@izm.fraunhofer.de

Mikromechatronik und Leiterplattentechnologie

Argelsrieder Feld 6, 82234 Oberpfaffenhofen-Weßling

Leitung: Dr.-Ing. Frank Ansorge
Telefon +49 8153 9097-500
frank.ansorge@oph.izm.fraunhofer.de

IMPRESSUM

Herausgeber:

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

Redaktionelle Bearbeitung:

Georg Weigelt, Fraunhofer IZM
Martina Creutzfeldt, mcc Agentur für Kommunikation GmbH

Layout / Satz:

Ulrike Jensen, mcc Agentur für Kommunikation GmbH
www.mcc-pr.de

© Fraunhofer IZM 2014

Fotografie:

Sämtliche Bildrechte Fraunhofer IZM, ansonsten Fraunhofer IZM zusammen mit
Matthias Heyde (15), iStockfoto [Andrew Rich (6, 16, 28, 52, 64)], Volker Mai (Titel, 9, 11,
15, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 33, 34, 38, 61, 67), Jörg Metze (55), pixelio [Rainer Sturm (44)],
Jacek Ruta (5), TU Berlin (13)

Titel:

Miniaturisiertes modulares Kameramodul

