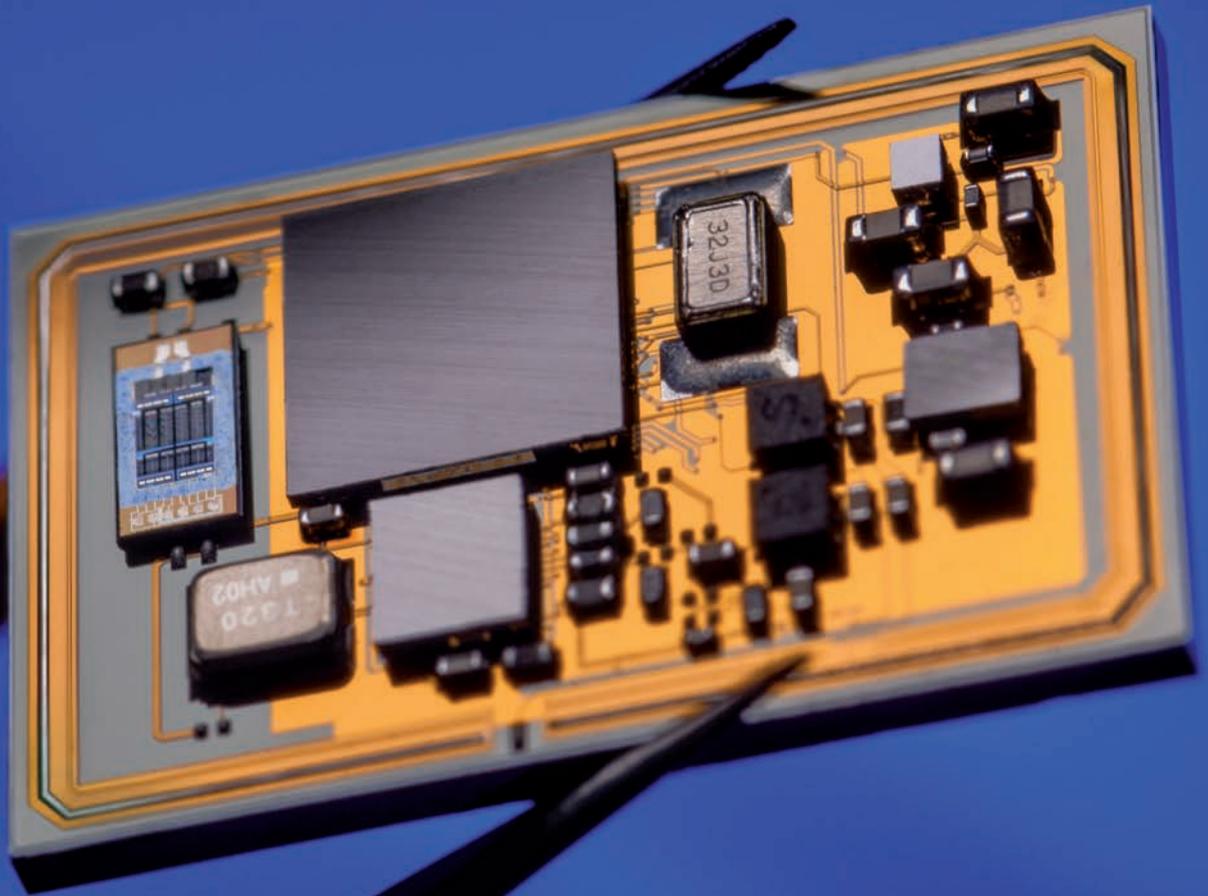




Fraunhofer

IZM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ZUVERLÄSSIGKEIT UND MIKROINTEGRATION IZM



JAHRESBERICHT

14/15

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 Forschungskooperationen	Seite 14

GESCHÄFTSFELDER & ZUSAMMENARBEIT

Applikationszentrum am Fraunhofer IZM	Seite 18
Geschäftsfelder	Seite 20
Ausstattung & Leistungen	Seite 32
Innovationszentrum AdaptSys	Seite 34

FORSCHUNGS-CLUSTER INTEGRATION AUF SUBSTRATEBENE

Highlight 2014: TLPS – Eine Verbindungstechnologie, der es heiß werden kann	Seite 38
Systemintegration & Verbindungstechnologien	Seite 40
Mikromechatronik & Leiterplattentechnologie	Seite 44

FORSCHUNGS-CLUSTER INTEGRATION AUF WAFEREBENE

Highlight 2014: ATLAS Detektor-Upgrade	Seite 46
Wafer Level System Integration – All Silicon System Integration Dresden ASSID	Seite 48

FORSCHUNGS-CLUSTER MATERIALIEN & ZUVERLÄSSIGKEIT

Highlight 2014: EBSD-Analyse von gezykelten Bonddrahtverbindungen	Seite 52
Environmental & Reliability Engineering	Seite 54

FORSCHUNGS-CLUSTER SYSTEMDESIGN

Highlight 2014: Auf dem Weg zum Internet der Dinge – Design und Aufbau hochintegrierter autarker Sensorknoten	Seite 56
RF & Smart Sensor Systems	Seite 58

VERANSTALTUNGEN

Events & Workshops	Seite 62
Messeaktivitäten	Seite 66
Veranstaltungen 2015	Seite 68
Nachwuchsförderung am Fraunhofer IZM	Seite 70

FACTS & FIGURES

Das Fraunhofer IZM in Fakten und Zahlen	Seite 74
Auszeichnungen	Seite 76
Dissertationen, Best Paper, Editorials	Seite 78
Vorlesungen	Seite 79
Mitgliedschaften	Seite 80
Kooperation mit der Industrie	Seite 82
Publikationen	Seite 84
Patente und Erfindungen	Seite 90
Kuratorium	Seite 91
Kontaktadressen	Seite 92

Impressum	Seite 95
-----------	----------

HARD- UND SOFTWARE- VERSCHMELZUNG – SYSTEMINTEGRATION VON MORGEN



VORWORT

Der Blick zurück macht deutlich: 2014 war wieder ein erfolgreiches Jahr für das Fraunhofer IZM. Trotz struktureller Veränderungen und teilweise schwieriger Bedingungen in der Förderlandschaft ist es uns gelungen, das Fraunhofer IZM strategisch und inhaltlich voranzubringen. Lassen Sie uns die wichtigsten Stationen dieser Entwicklung Revue passieren.

An erster Stelle hat im vergangenen Jahr die verstärkte Zusammenarbeit mit unseren Industriekunden zu den hervorragenden Ergebnissen beigetragen. Unternehmen unterschiedlichster Branchen setzten auf unser Know-how in der Systemintegration für multifunktionale, zuverlässige, miniaturisierte und energieeffiziente Lösungen. Nahezu aus allen industriellen Anwendungsfeldern wurden die Systemintegrationstechnologien des Fraunhofer IZM nachgefragt – insbesondere aus dem Automotive- und Medizin-Bereich. Die entscheidende Basis bildete hier die enge Zusammenarbeit mit deutschen und europäischen Unternehmen. Doch auch auf dem amerikanischen und asiatischen Markt, allen voran in den USA, Japan, Korea und Taiwan, konnten wir eine steigende Anzahl von Projekten verzeichnen.

Einen wichtigen Beitrag zu den positiven Ergebnissen leistete auch die zeitgemäße Ausrichtung auf internationale Schwerpunktthemen. Zu erkennen war dies am Fraunhofer IZM-ASSID in Dresden, welches 2014 in das Fraunhofer-Modell integriert wurde und eine hervorragende Entwicklung genommen hat. Wir erreichten damit eine führende Stellung in der industriellen Umsetzung der 3D-Integration und bei neuen Lösungen im Wafer-Level-Packaging.

Unsere erfolgreiche Zusammenarbeit mit Projektpartnern wird an zahlreichen Beispielen sichtbar. In Projekten, etwa zur Weiterentwicklung von 3D-Strukturen mittels TSVs und Interposern, zur Entwicklung hochzuverlässiger Kontakte im Automobil (z. B. ROBE – robuste Bondverbindungen im Elektrofahrzeug), zur Einbettung von Leistungsmodulen (z. B. Very Fast Switching für die Miniaturisierung von Solarumrichtern) oder zum Aufbau funktioneller Systeme im Gesundheitswesen (z. B. Gesundheitscoach – Sensorsystem zur Vitaldatenerfassung) erzielten wir hervorragende Ergebnisse.

Neben der Verankerung im Bereich fortschrittlicher Aufbau- und Packagingtechnologien bleibt im Rahmen von Innovation und Kreativität die anwendungsorientierte Systemintegration der zentrale Schwerpunkt unserer Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Besonders auf den Gebieten Internet der Dinge und Industrie 4.0 stellen sich hier vielfältige neue Herausforderungen: Wir sind hierfür ausgezeichnet vorbereitet. Maßgeblich gehört dazu das neue Zentrum für adaptive Systemintegration (AdaptSys). Die umfangreichen Investitionen und Baumaßnahmen, finanziert durch EU, BMBF, Fraunhofer und das Land Berlin, werden 2015 abgeschlossen und das Zentrum wird vollständig in Betrieb gehen. Damit stehen dem Fraunhofer IZM zwei durchgängige, industriekompatible Prozesslinien in den Bereichen Wafer- und Panellevel-Systemintegration zur Verfügung. Das bringt uns voran: Wir werden somit fertigungsorientierte Technologielösungen für High-Tech-Systeme anbieten können – das ist im Bereich der angewandten Forschung in dieser Form weltweit einmalig. So können z. B. bei der Panel-Level-Integration mit dem neuen Large-Area-Panel-Molder industrietaugliche Formate bis zu einer Größe von 456 x 610 mm² für verschiedenste Anwendungen hochwertig und kostengünstig verarbeitet werden.

Damit macht das Fraunhofer IZM einen bedeutenden Schritt in Richtung Zukunft, um weiterhin auf internationalem Niveau neue Methoden und Ansätze für anwendungsorientierte, multifunktionale und höchst zuverlässige Systemintegrationstechnologien zu erarbeiten.

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Partnern aus der Industrie und der Wissenschaft, aber auch bei unseren Projektträgern und den Ministerien von Bund und Ländern für die außerordentlich erfolgreiche Zusammenarbeit und das Vertrauen in unsere Arbeit bedanken. All das wäre jedoch nicht ohne den engagierten Einsatz und das Können aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern möglich gewesen. Ihnen allen gilt mein besonderer Dank.

Der vorliegende Jahresbericht bietet Ihnen eine Auswahl unserer Ergebnisse aus der Forschung und Entwicklung des vergangenen Jahres und zeigt Themen auf, die zukünftig im Fokus unserer Arbeit stehen werden.

Viel Spaß beim Lesen! Lassen Sie sich inspirieren. Vielleicht sehen wir uns ja demnächst zu einem Gespräch bei uns.

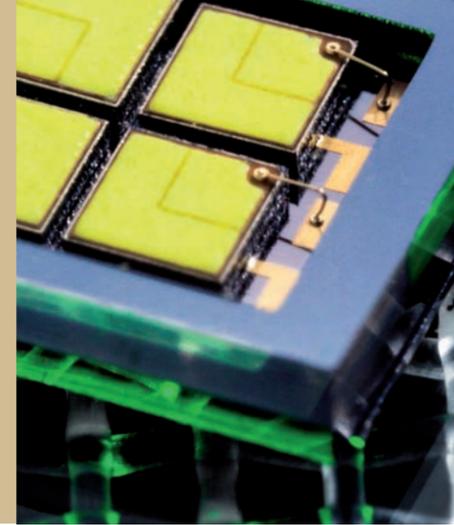
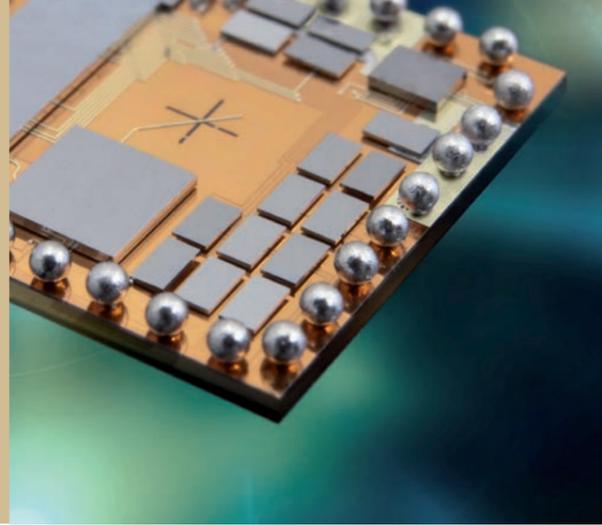
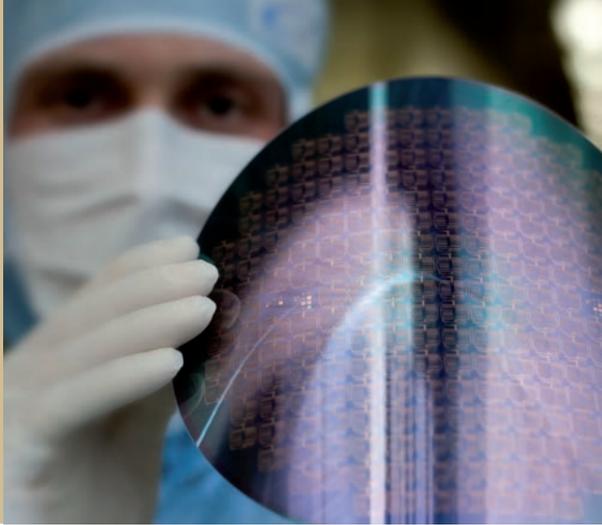
Ihr

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

FRAUNHOFER IZM

Fraunhofer – Ein starkes Netzwerk	Seite 08
Fraunhofer IZM – Vom Wafer zum System	Seite 09
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 66 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.

Knapp 24.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2 Milliarden Euro. Davon fallen rund 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 ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

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) - 1996 gegründet - ist ein Forschungs- und Entwicklungsdienstleister für Smart Systems. Hier werden langjährige Erfahrung und die Expertise von mehr als 3.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern aus derzeit 16 Mitgliedsinstituten gebündelt. Das jährliche Budget beträgt etwa 345 Millionen Euro.

Die institutsübergreifenden Kompetenzen liegen in den Bereichen intelligenter Systementwurf, Halbleitertechnologien, Systemintegration, Leistungselektronik und Systemtechnologien für die Energieversorgung, Sensorik, Systemintegration, 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 Wafer Ebene
- Integration auf Substratebene
- Materialien und Zuverlässigkeit
- Systemdesign

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

Die Branchenherkunft unserer Kunden ist so vielfältig wie die Anwendungsmöglichkeiten von Elektronik. Zu unseren Kunden gehören natürlich die großen Halbleiter-Elektronikunternehmen ebenso wie die Zulieferer entsprechender Materialien, Maschinen und Anlagen. Das Fraunhofer IZM entwickelt aber in gleichem Maße auch für die Anwender von Elektronik und Mikrosystemen, etwa in der Automobilindustrie, der Medizin- und Sicherheitstechnik oder selbst in der Beleuchtungs- und Textilindustrie. Diesen Kunden steht seit 2015 abteilungs- und damit technologieübergreifend ein vierköpfiges Business Development Team als kompetenter Ansprechpartner zur Verfügung.

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

Mit mehr als 350 Mitarbeitern wurde 2014 ein Umsatz von 27,7 Millionen Euro erwirtschaftet, davon 82,1 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.





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.

Fraunhofer IZM-ASSID kooperiert mit dem IAVT der TU Dresden

Im Juli 2014 haben das Fraunhofer IZM-ASSID und die TU Dresden (Institut für Aufbau- und Verbindungstechnik der Elektronik, IAVT) eine gemeinsame Juniorprofessur »Nanomaterials for Electronics Packaging« geschaffen, die mit Prof. Iuliana Panchenko besetzt wurde. Ziel ist eine enge Verknüpfung von Grundlagenforschung und angewandter Forschung. Die Juniorprofessorin soll eine neue Forschergruppe am Fraunhofer IZM-ASSID und eine Nachwuchsforschergruppe aus Doktoranden und Studierende an der TU Dresden betreuen.

Die wichtigsten Forschungsschwerpunkte der Juniorprofessur sind: neue Materialsysteme und Verbindungstechnologien für den hochdichten Strom- und Wärmetransport für die 3D-AVT (mikro- und nanoskalige Materialien, Kohlenstoff-basierte Materialien, Bumpless Interconnect), experimenteller Nachweis der Zuverlässigkeit, Mikrostrukturanalyse und Zuverlässigkeitsprognostik mittels FEM.

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
Universität der Künste Berlin
Universität Heidelberg
Universität Potsdam
Universität Rostock

INTERNATIONALE FORSCHUNGSKOOPERATIONEN

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 Cádiz 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.

Green Economy: Forschung an hocheffizienter Leistungselektronik auf Basis von GaN

Galliumnitrid (GaN)-Bauelemente sind geeignet, Energieverluste deutlich zu reduzieren, die etwa beim Laden der Batterie von Elektroautos oder beim Einspeisen von Solarstrom ins Netz entstehen. Im Verbundprojekt »E²COGaN – Energieeffiziente Umrichter auf Basis von GaN-Halbleitern« untersuchen sieben Partner aus Industrie und Forschung Materialien und Schaltungen, die als Grundlage für energieeffiziente und kostengünstige GaN-Leistungselektronik dienen sollen. Neben den drei Partnern aus der Industrie – Audi AG, Robert Bosch GmbH und AZZURRO Semiconductors AG – sind auch die Universität Kassel sowie die Fraunhofer Institute IMS und IISB an dem Projekt beteiligt. Das Fraunhofer IZM entwickelt in diesem Projekt Technologien für Wafer Level Packaging und Modulintegration. E²COGaN wird vom Bundesministerium für Bildung und For-

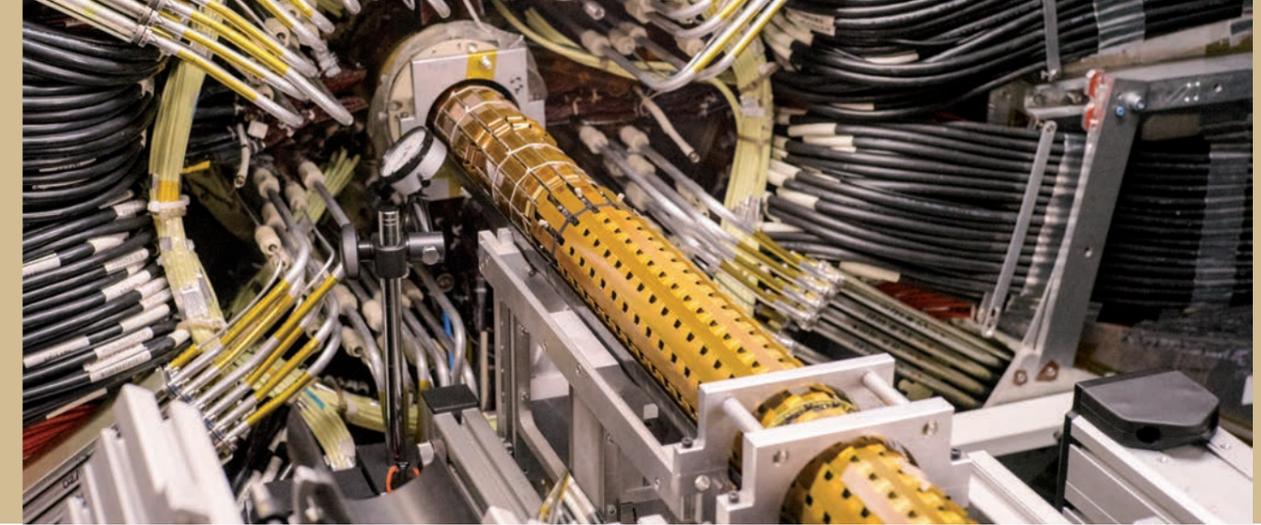
schung (BMBF) im Rahmen des Förderprogramms »IKT 2020 – Forschung für Innovationen« über drei Jahre mit rund 3,6 Millionen Euro gefördert. Zugleich ist E²COGaN Teil der europäischen Technologieinitiative ENIAC, an dem 24 Partner aus zehn europäischen Ländern beteiligt sind. Diese Zusammenarbeit festigt die weltweit führende Position Europas im Elektronikbereich. Das Fraunhofer IZM koordiniert die deutsche Beteiligung am Projekt.

Kooperation mit der Universität Utah

Seit 2005 kooperieren das Fraunhofer IZM und die Universität Utah in mehreren Projekten zur Miniaturisierung von Neuroprothesen (Brain Computer Interfaces – BCI) und innovativen Ansätzen der Neurostimulation. Aufbauend auf zwei Projekten zum Thema »neurale Prothese«, die mit den Kompetenzen des Fraunhofer IZM erstmalig eine drahtlose Verbindung der BCI-Module ermöglichten, konnte mit weiterführenden Arbeiten zu langzeitbeständigen Neuronimplantaten, optischer Stimulation und Mikrointegration von komplexen Signalprozessoren die Kooperation ausgebaut werden. Neben dem beständigen Austausch von Forschungspersonal sind werden auch studentische Curricula in der bilateralen Kooperation durch Aufenthalte am jeweiligen Standort unterstützt. Diese transatlantische Forschungskooperation erlaubt es dem Fraunhofer IZM auch, mit US-amerikanischen Firmen im Umfeld der Neuroprothetik deren Technologieportfolio für kommerzielle Produkte zu stärken und – in Kooperation mit dem Technology Commercialization Office (TCO) der Universität Utah – die Patentverwertung zu verbessern.

Kooperation mit der Universität Tokio verlängert

Die seit Langem bestehende Kooperation mit der Universität Tokio wurde erneut verlängert. In diesem Rahmen ist nun auch



eine Forscherin des Fraunhofer IZM zwei Jahre lang Teil des Teams um Prof. Tadatomo Suga, der das Labor für Mikrosystemintegration und Packaging leitet. Ziel der Kollaboration ist sowohl der wissenschaftliche Austausch als auch die Pflege direkter Zusammenarbeit mit Partnern aus der Industrie.

Tarnkappe für Hörgeräte und Implantate

Hörgeräte, Herzschrittmacher und Insulinpumpen können immer besser mit anderen Komponenten interagieren. Diese am Körper getragenen sogenannten BAN-Anwendungen (Body Area Network) stellen besondere Anforderungen an die enthaltene Elektronik.

Forscher der TU Berlin und des Fraunhofer IZM entwickeln im Rahmen des EU-Projektes WisERBAN ein miniaturisiertes und energiesparendes Funkmikrosystem, das solche Medizinprodukte kleiner, komfortabler und effizienter macht. Auf nur 4x4x1 Kubikmillimetern verbirgt das neue Mikrosystem integrierte Schaltkreise, Hochfrequenzfilter, Mikro-Antennen und weitere Bauteile, die auf komplexe Weise ineinander verschachtelt werden und schließlich fünfzigmal kleiner als aktuelle Modelle für BAN-Anwendungen sind. Die Funktechnologie ermöglicht es den einzelnen Komponenten sogar, trotz massiver Energieeinsparung und ohne weitere Geräte ihre Daten direkt z.B. an Smartphones oder Tablets zu senden.

Am WisERBAN Konsortium sind neben dem Fraunhofer IZM und der TU Berlin die Universität Bologna, drei namhafte europäische Forschungseinrichtungen aus Frankreich, Finnland und der Schweiz sowie führende Vertreter der europäischen Medizintechnik- und Elektronikindustrie beteiligt.

Fraunhofer IZM beteiligt am EU Flagship-Projekt Human Brain

Im »Human Brain Project« (HBP) arbeiten rund 250 Forscher aus 23 Ländern gemeinsam an der Vision, das menschliche Gehirn zu simulieren. Davon profitieren auch die Robotik und

das sogenannte »Neuromorphic Computing«. Das Fraunhofer IZM entwickelt in diesem Zusammenhang Technologien, die hochdichte Verdrahtungssysteme auf und zwischen Siliziumwafern für hochkomplexe neuromorphe Rechner ermöglichen. Die langjährige Erfahrung des Instituts bei der Entwicklung von 3D-Packaging-Technologien ist hierfür eine wesentliche Voraussetzung.

Detektor-Module für den LHC am CERN in Genf

Die Suche nach dem auch als »Gottesteilchen« bekannten Higgs-Boson wird seit mehreren Jahren tatkräftig vom Fraunhofer IZM unterstützt. Der für diesen Zweck am Genfer CERN vorhandene ATLAS-Detektor dokumentiert den Teilchenzerfall bei der Kollision hochenergetischer Protonen. Die eigentlichen Detektormodule wurden vom Fraunhofer IZM konzipiert und gefertigt, was den Forschern des Instituts schon den ATLAS-Supplier-Award eintrug. 2014 wurde die Leistungsfähigkeit der Module durch das Einfügen einer weiteren Pixel-Detektorschale nochmals deutlich optimiert und somit eine noch bessere Auswertung der Experimente ermöglicht.

CarrlCool – interposer-basierte 3D-Systemlösungen

Im Rahmen des Europäischen Forschungsprojektes CarrlCool werden Prozesse und Technologien für die „smarte“ Implementierung und stabile Herstellung von hochentwickelten More-than-Moore-Komponenten in modulare und skalierbare Interposer entwickelt, die auch die Weiterentwicklung von System-on-chip und System-in-Package vorantreiben. Diese neuen Packaging-Lösungen sind entscheidend, um hochperformante Systeme mit höchster Integrationsdichte zu realisieren, um Systemeigenschaften wie Energieeffizienz, Zuverlässigkeit und Rechenleistung gerecht zu werden. Die neun Projektpartner aus Industrie und Forschung kommen aus sechs europäischen Ländern. Das Projekt wird von der Europäischen Union mit rund vier Millionen Euro gefördert und läuft seit Januar 2014 über einen Zeitraum von drei Jahren.

GESCHÄFTSFELDER & ZUSAMMENARBEIT

// UNSICHTBAR ABER UNVERZICHTBAR – UNSERE TECHNOLOGIEN IN DER ANWENDUNG



Applikationszentrum am Fraunhofer IZM	Seite 18
Automobil- und Verkehrstechnik	Seite 20
Medizintechnik	Seite 22
Photonik	Seite 24
Industrieelektronik	Seite 26
Energie	Seite 28
Semiconductors & Sensors	Seite 30
Ausstattung & Leistungen	Seite 32
Highlight Innovationszentrum AdaptSys	Seite 34

Das Business Development Team am Fraunhofer IZM

Für komplexe, kompetenzvereinende Projektinitiativen steht Geschäftspartnern das Business Development Team des Fraunhofer IZM zur Verfügung, das den branchenspezifischen Bedarf in alle Abteilungen des Instituts hinein trägt und den innovativen Lösungsweg koordiniert. Sprechen Sie uns an, wenn Sie neue Themenfelder mit anspruchsvollen Zukunftstechnologien strategisch weiterentwickeln möchten.

Kontakt: BDT@izm.fraunhofer.de



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



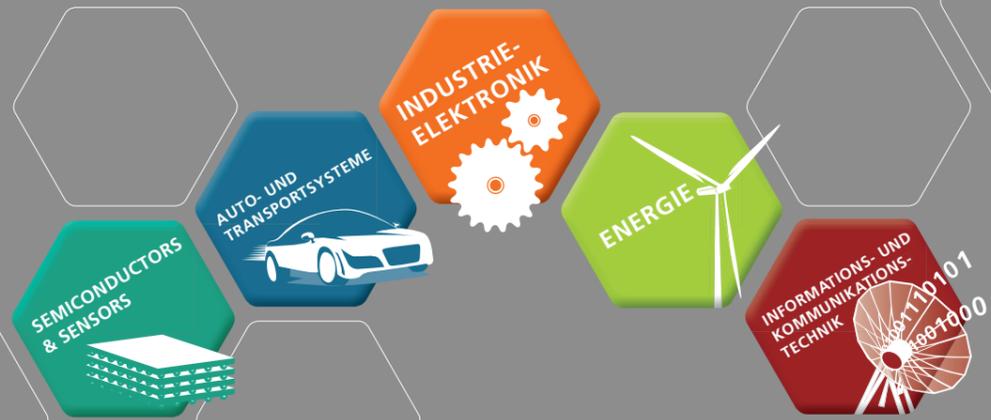
Dr.-Ing. Rafael Jordan
rafael.jordan@izm.fraunhofer.de



Erik Jung
erik.jung@izm.fraunhofer.de



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



INVESTIEREN SIE IN NEUE SYSTEMTECHNOLOGIEN!

Der Trend in der Systemintegration hat sich gewandelt. Heute bestimmt zunehmend die Anwendung die Art der verwendeten Materialien, die vorgegebene Zuverlässigkeit, das Design und die Technologie, mit der ein System aufgebaut und integriert wird.

Mission

Das Applikationszentrum besetzt hierbei eine Schnittstelle zwischen den Ideen für neue Produkte und den am Fraunhofer IZM bereitgestellten Technologien. Es ist Ihr Ansprechpartner für: Machbarkeitsstudien, Experten- und Dienstleistungsvermittlung, Laborpartnerschaften oder Workshops.

Das Applikationszentrum ist auch Vermittler, wenn Sie Interesse an der Nutzung oder dem Erwerb von Patenten, Gebrauchsmustern sowie Prototypen und Demonstratoren des Fraunhofer IZM haben.

Neu hier?

Sie wollen Ihre Produkte aufwerten, haben aber bislang nicht in Technologien investiert oder nutzen diese bislang nur im geringen Maß? Trotzdem wollen Sie ihre Produkte effizienter und zuverlässiger gestalten, möchten Komponenten miniaturisieren, mehr Funktionalitäten einbauen und das System direkt in die Anwendungsumgebung integrieren?

Wir unterstützen Sie hierbei. Profitieren Sie von unserer Erfahrung und unserem Know-how in der Aufbau und Verbindungstechnik! Mit unserem Angebot sprechen wir Unternehmen an, die Technologien bislang nur in geringem Umfang in Ihren Produkten einsetzen.

Neben einer Entwicklungsunterstützung können Firmen die gesamte Breite an Dienstleistungen nutzen, damit eine zukunftsweisende Idee realisiert und zum Produkterfolg wird: Von der Beratungen zur Technologieauswahl, der Erstellung von Machbarkeitsstudien, einem konsequenten Technologietransfer bis zur Vermittlung von Fertigungskapazitäten.

Nutzen Sie unsere exzellente Geräteausstattung, um ihre Ideen umzusetzen und teure Geräteanschaffungen in der Anfangsphase der Entwicklung zu vermeiden. Neben Einzelprozessen sind wir zudem in der Lage, auch zusammenhängende und hochkomplexe fertigungsspezifische Prozesse im Wafer- und Panellevel-Bereich bis zur Kleinserie auszuführen. Vor allem kleine und mittelständische Unternehmen profitieren von diesem einzigartigen Angebot.

Technologisch erfahren?

Sie kennen sich bereits in den Technologien aus und wissen, welche Technologie Sie für ihre Produkte einsetzen wollen?

Damit Ihre Produkte auch in der nächsten Generation erfolgreich am Markt bestehen können, bieten wir Ihnen Unterstützung bei der Optimierung Ihrer vorhandenen Produkte. Wir informieren ständig über weiterentwickelte Technologien des Fraunhofer IZM, zeigen Ihnen Neuentwicklungen zur Aufbau-

APPLIKATIONSZENTRUM AM FRAUNHOFER IZM

und Verbindungstechnik und neue Möglichkeiten der Systemintegration. In Technologieworkshops, in Fachgesprächen und speziell zugeschnittenen Firmenschulungen berichten wir über aktuelle Technologieentwicklungen und neuste Trends. Besonders die regelmäßig stattfindenden Technologieworkshops zu wechselnden Themen erfreuen sich einer großen Nachfrage.

Workshops zu Aufbautechnologien und Trends in der Systemintegration

Ob zum Einbetten in der Leistungselektronik, zum Photonic Packaging oder zum Einsatz von Lasertechnologien in der Elektronikfertigung – wir führen regelmäßig Workshops zu aktuellen Themen durch, die von unseren Kunden besonders stark nachgefragt werden. Hierbei stellen wir die dazugehörigen Technologien vor, erläutern Vor- und Nachteile, demonstrieren Prozesse und Geräte und zeigen den Einsatz an praktischen Beispielen.

Die Workshops dienen sowohl als Einstieg in die Technologien, werden aber auch gern von Unternehmen besucht, die bereits mit den Technologien vertraut sind. Diese können sich dann über aktuelle Entwicklungsbeispiele, neuste Forschungsergebnisse und technologische Trends informieren.

Firmenspezifische Workshops

Bei Bedarf führen wir firmenspezifische Workshops durch. Zugeschnitten auf Ihr Unternehmen stellen unsere Fachleute Systemintegrationstechnologien aus der gesamten Bandbreite der aktuellen technologischen Entwicklungen im Bereich Electronic Packaging vor. Sie können unsere Angebote nutzen, um Ihre

Technologien oder Produkte auf den Prüfstand zu stellen oder zu erfahren, welche Vorgehensweisen auch in Zukunft für Ihr Unternehmen Relevanz haben.

Gern initiieren wir Workshops zu speziellen Themen Ihrer Wahl.

Workshops zu anwendungsspezifischen Themen

Wir initiieren darüber hinaus anwendungsspezifische Workshops, um mit einem oder auch mehreren Partnern vorhandene Produkt- oder Marktentwicklungen aus technologischer Sicht zu diskutieren. Dabei wird Anwendungserfahrung mit technologischem Wissen vereint und interdisziplinäres Know-how bei der Suche nach Lösungen berücksichtigt.

Sie haben ein interessantes Thema, das auf breiter Basis diskutiert werden soll? Sprechen Sie uns an! Wir organisieren anwendungsspezifische Workshops, binden Fachleute ein, generieren Wertschöpfungsketten, diskutieren Lösungsansätze und integrieren bei Bedarf weitere Partner für eine durchgängige Supply Chain.



AUTOMOBIL- UND VERKEHRSTECHNIK

Mobilität zu bestmöglichen Bedingungen

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

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

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

Die 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.

In nur fünf Monaten von der Idee zum Prototypen

Für die Audi AG wurde zusammen mit der Novero Dabendorf GmbH, der Freescale Halbleiter Deutschland GmbH und der Elektrisola Dr. Gerd Schildbach GmbH & Co. KG eine drahtlose Ladeeinrichtung für Mobiltelefone im Auto (Koppelantenne mit Wireless Charging nach Qi-Standard) zum Einbau in der Mittelablage entwickelt. Derartige Lösungen werden im Audi A8 und im Audi TT zum Einsatz kommen.

In lediglich fünf Monaten unterstützte das Fraunhofer IZM den Entwicklungsprozess von der Idee zum lauffähigen Prototypen. Dabei wurde an der elektromagnetischen Verträglichkeit, der Entwärmung des Ladesystems sowie an Prozessen zur Integration von diskreten HF-Litzenspulen in eine Leiterplatte gearbeitet.

Eine besondere Schwierigkeit stellte das Systemdesign dar, denn es musste mit effizienteren Bauelementen ein intelligenter Kompromiss zwischen der Schirmung nicht gewünschter Felder (etwa gegenüber Insassen) und optimaler Ladeleistung gefunden werden.

Am Fraunhofer IZM waren gleich drei Abteilungen an der Entwicklung beteiligt, um die prozesssichere Durchgängigkeit zu garantieren.

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

Drahtlose Ladeeinrichtung für Mobiltelefone im Auto



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.

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 für den BMBF-Strategieprozess »Biotechnologie 2020+« im Leitprojekt der Fraunhofer-Gesellschaft zur zellfreien Proteinsynthese eine mikrofluidische Plattform zur schnellen Darstellung bislang nicht synthetisierbarer Proteine realisiert.

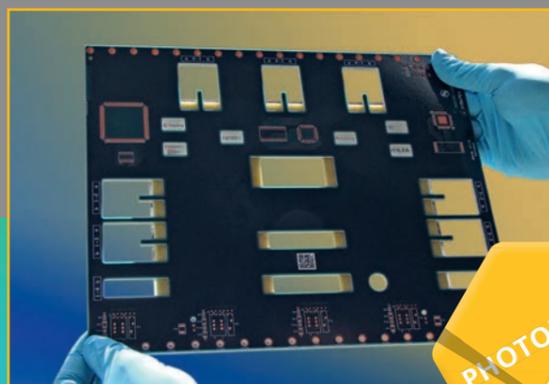
Sensoren, die muskuläre Anstrengungen mittels textil integrierter Messaufnehmer erfassen, werden im Projektvorhaben CAREJack entwickelt. Ziel des Projekts ist die Unterstützung von Pflegekräften im ambulanten Alltag mit technischen Hilfsmitteln. Unter Beteiligung des Fraunhofer IZM wird hier eine Oberkörperorthese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

Ziel des Projekts ALUBAR ist es, den Arbeitsalltag auch für Know-how-lastige Berufsgruppen durch die Einbindung von »Augmented Reality« zu erleichtern, hierbei auch physiologische Belastungen zu erfassen und somit der Gefahr eines Burnout entgegenzuwirken. Hier beteiligt sich das Fraunhofer IZM unter anderem an der Umsetzung und Systemintegration von Eye-Tracking- und Stress-Sensoren in ein Brillengestell.

Leistungsangebot:

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

Die Oberkörperweste »Care-Jack« stützt den Rücken, ohne die Bewegungsfreiheit einzuschränken (in Zusammenarbeit mit Orthopädietechnik Winkler, Minden)



PHOTONIK

Photonische Systeme für erhöhte Funktionalität

Die Photonik spielt eine zentrale Rolle für moderne, effiziente Beleuchtung, ultraschnelle Datenkommunikation und -verarbeitung sowie für moderne Sensoren in den Bereichen Umwelt, Verkehr, Industrie und Medizin. Die Expertise des Fraunhofer IZM liegt im Bereich der Aufbau- und Verbindungstechniken für photonische und optoelektronische Systeme, der Miniaturisierung derartiger Systeme und der Zuverlässigkeit für verschiedene Anwendungsfelder. Die Entwicklungen werden durch die erhöhte Nachfrage nach Bandbreite in der Daten- und Telekommunikation, Energieeffizienz und optische Funktionalität in kostengünstigen Sensoren angetrieben.

Desweiteren werden neue Konzepte für die Beleuchtungs- und Projektionstechnik benötigt. In optoelektronischen Modulen sind Kantenemitter, VCSEL oder LEDs und Detektoren, aber auch passive Elemente wie Linsen, optische Fasern, Filter und Polarisatoren integriert. Manuelle Aufbau- und Verbindungstechniken werden erfolgreich durch standardisierte Methoden und Verfahren mit einem hohen Grad an Automatisierung abgelöst. Um hohe Bandbreiten auch auf der Substratebene zu erreichen, werden elektro-optische Schaltungsverträge (EOCB) mit planaren Polymer- und Glas-Wellenleitern entwickelt. Derzeit entfallen bis zu 90 Prozent der Gesamtkosten auf die Aufbau- und Verbindungstechnik, das Interesse ist daher groß, Potenziale für mögliche Kostenreduktionen zu identifizieren und die Zuverlässigkeit und Fähigkeit zur Massenproduktion zu verbessern.

Leistungsangebot:

- Montage- und Verbindungstechniken elektrooptischer und mikrooptischer Komponenten
- Simulation, Design und Systemtest (thermisch, mechanisch, optisch und HF)
- Photonische und plasmonische Systemintegration auf verschiedenen Substraten (Keramik, Glas, Polymer)
- Qualifizierung, Fehler- und Zuverlässigkeitsanalysen
- Integration mittels Panel- und Wafer-Level-Packaging

In Dünnglas integrierte optische Verbindungstechnik

Das Fraunhofer IZM hat mit führenden Industrieunternehmen wie SEAGATE, Conjunct, TerOpta, ILFA, V-I-Systems in dem FP7 EU-Projekt »SEPIAnet« zusammen gearbeitet. Ziel des Projekts war die Realisierung einer optischen Backplane und neuartiger Transceiver für die optische Datenübertragung mit Hilfe von in der Displaytechnik genutztem Dünnglas. Die Anwendung liegt in modernen Datacentern, insbesondere im Bereich der netzbasierten Datenspeicherung. Eine solche Technologie ermöglicht Produkte mit neuer und deutlich verbesserter Performance, Zuverlässigkeit, geringeren Kosten sowie höherer Energieeffizienz. Der vom Fraunhofer IZM entwickelte Grundbaustein ist die Integration von optischen Übertragungsstrecken in die Leiterplatte selbst. Es wurden neue, großflächige Baugruppenträger mit vollflächig integrierten Glasfolien vorgestellt. Sie sind geeignet, zukünftige Bandbreitenanforderungen durch die integrierten optischen Wellenleiter zu erfüllen. Dafür wurden Technologien für die Funktionalisierung und Strukturierung entwickelt, die mit der industriell eingeführten Fertigungstechnik kompatibel sind. Im Ergebnis des Projektes »SEPIAnet« konnte gezeigt werden, dass über die realisierte Backplane 32 Gbit/s fehlerfrei übertragbar sind.

Ergebnisse:

- Innovatives Systemdesign für einen Demonstrator aus Backplane und Tochterkarten
- Herstellung von multimodalen, optischen Glaswellenleitern auf Panelformat durch thermischen Ionenaustausch und Integration in Standard-PCB-Technologie
- Integration von mehrkanaligen, steckbaren optischen Schnittstellen und deren automatische Assemblierung
- Herstellung von thermisch stabilem 1310nm VCSEL
- Realisierung von effizienten elektro-optischen Transceivern

Dünnglasbasiertes Substrat mit integrierten multimodalen optischen Wellenleitern



INDUSTRIELELEKTRONIK

Industrielle Elektroniken – sicher und zuverlässig!

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

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

Leistungsangebot:

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

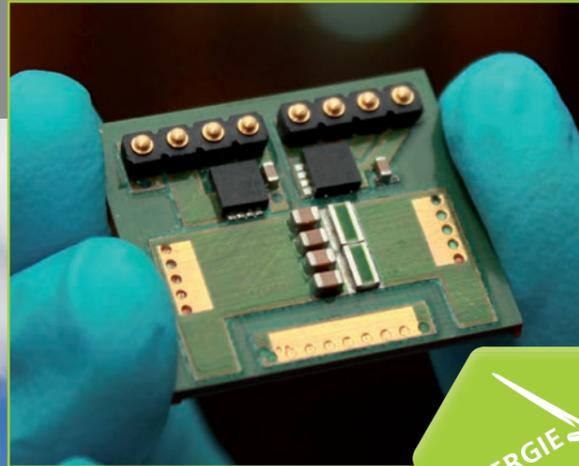
Autarkes Monitoringsystem für Freileitungen

Das sensorbasierte Monitoring von Hochspannungsleitungen stellt bezüglich der Robustheit und Zuverlässigkeit des Systems hohe Anforderungen an die Funktionssicherheit. Das im gleichnamigen Projekt entwickelte Sensorsystem ASTROSE® ermöglicht ein dezentrales Monitoring von Hochspannungsstromnetzen durch den Einsatz energieautarker Funksensorknoten. Sie messen die Neigung der Leiterseile und ihre Bewegung infolge von Wind, Temperatur und aktuellem Stromfluss. Das Messen dieser Zustandsgrößen, die maßgeblich den maximalen Durchsatz einer Trasse bestimmen, erfolgt direkt am Seil.

Jeder Sensorknoten hat eine eigene ID und kann jederzeit geografisch lokalisiert werden. Das Gehäuse enthält die Elektronik, die Sensoren, zwei Antennen und einen Antennenfilter. Über das Funknetzwerk entlang der Seile der Trasse gelangen die ermittelten Messwerte an einen Dateneinleitungspunkt und von dort in die Leittechnik des Netzbetreibers.

Seit September 2014 funken 59 autarke Funksensorknoten ihre Messdaten entlang eines 12 km langen Trassenabschnitts im Harz zur Basisstation im Umspannwerk des Netzbetreibers MITNETZ STROM. Von dort erfolgt die Weiterleitung der Messdaten. Parallel werden über eine zweite Funkschnittstelle umfangreiche Mess- und Zustandsdaten über die Funktion der autarken Funksensorknoten an einen ASTROSE®-Server gesendet. Auf diesem Server werden alle Daten gespeichert und können dann, je nach Anwendung und Nutzer, detailliert zugeschnitten und abgerufen werden – vor allem Daten für die Überwachung des autarken Funksensornetzwerkes selbst, für ein Condition Monitoring bzw. für spätere Zwecke der Instandhaltung. Mit derartigen getrennten und genau spezifizierten Datenströmen an unterschiedliche Empfänger erfüllt ASTROSE® bereits die im Rahmen von Industrie 4.0 geforderte gezielte Datenbereitstellung an unterschiedliche Nutzer.

Energieautarkes Funksensorsystem zur Überwachung der Neigung von Hochspannungsleitungen



ENERGIE

Der Schlüssel zum Energie- und Ressourcensparen

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 werden Möglichkeiten erforscht, 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. Aber auch der Einsatz von Siliziumhalbleitern beruht auf langjähriger Expertise.

SiC- und GaN-Halbleiter nähern sich in ihren Eigenschaften schon sehr stark einem idealen Schalter an. Allerdings erzeugen hohe Schaltgeschwindigkeiten 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.

*Sehr schnell schaltendes Modul
mit eingebetteten Chips*

Umrichterdesign für schnelles Schalten

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

Derzeit konzentrieren sich die Arbeiten auf die Anpassung der Ansteuerung und der passiven Bauteile, um so die positiven Eigenschaften der schnellen Schalter vor allem wegen ihres hohen Preises bestmöglich zu nutzen. Im Modullayout sind optimalerweise die Halbleiter für die Low-Side einer Halbbrücke geflippt auf die DCB aufgebracht. Damit wird die Ausgangskapazität fast auf Null gesenkt. Zusätzlich sind die Kupferflächen für DC+ und DC- auf der DCB gleich groß, damit sie gleich große Streukapazitäten gegen Erde bilden. Die Eliminierung der bisher bestehenden Unsymmetrien reduziert EMV-Störungen nach außen.

Primäre Zwischenkreis Kapazitäten direkt auf dem Modul oberhalb der Schalter halten die Streuinduktivität der Zuleitungen gering, ein Verstärker für das Gatesignal sitzt ebenfalls direkt auf dem Modul in unmittelbarer Nähe zu den Schaltern. Damit wird die Gateinduktivität, die bei einem Vorgängerprojekt noch bei 33 nH lag, deutlich gesenkt. Weitere Maßnahmen zur Verringerung der Verluste sind die Ansteuerung mit lückendem Strom und das Schalten im Stromnulldurchgang.

Leistungsangebot:

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



SEMICONDUCTORS & SENSORS

3D-Integration & Sensorintegration auf Waferebene

Die 3D-Integration von elektronischen Komponenten ermöglicht die Realisierung von komplexen, heterogenen System-in-Package-SiP-Lösungen. Die entscheidenden Vorteile, die sich aus einem 3D-Systemaufbau ergeben, sind:

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

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

Hermetisches Verkapseln von MEMS-Komponenten

Through-Silicon-Via-Technologien bieten attraktive Vorteile für die Integration mehrerer Bauelemente wie beispielsweise Sensoren, ASICs, Speichern und Transceivern in einer gestapelten Architektur mit exzellenter elektrischer Leistung und kleinem Formfaktor.

Mit Partnern aus Industrie und Forschung entwickelt das Fraunhofer 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 fanden innerhalb des EU-Projektes »Go4Time« statt, das innerhalb des 7. FRP gefördert wurde. Ziel des Projektes war es, neue Fertigungskonzepte für hochstabile, generische, kostengünstige Zeitgeberkomponenten zu entwickeln, die autark sind und sich für portable Telekommunikationssysteme wie Mobiltelefone eignen. Ein wichtiger Meilenstein im Projekt war die Fertigung eines MEMS-Packages auf Waferebene, welches aus aktiven CMOS-Wafern mit vertikalen kupfergefüllten TSVs und gebondeten Kappenwafern für das hermetische Versiegeln der Resonatorkomponenten besteht.

Leistungsangebot:

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

Hermetisches MEMS-Package aus CMOS-Wafer und Kappenwafer

FRAUNHOFER IZM AUSSTATTUNG & LEISTUNGEN



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:

- Dünnfilm-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 Dresden – ASSID

In Dresden steht eine industriekompatible 300 mm-Technologie für Wafer-Level-Systemintegrationslösungen zur Verfügung. Folgende Services werden u. a. 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

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 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

Electronics Condition Monitoring Labor (ECM)

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

Ansprechpartner:

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

Qualifikations- und Prüfzentrum für elektronische Baugruppen (QPZ)

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

Ansprechpartner:

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

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

Weitere Labore:

- Flip-Chip-Linie
- Die- und Drahtbondzentrum
- Mikromechanikzentrum
- Labor für thermomechanische Zuverlässigkeit
- Thermal & Environmental Analysis Lab

HIGHLIGHT INNOVATIONS- ZENTRUM ADAPTSYS



Am 1. September 2015 wird das Innovationszentrum Heterointegrationstechnologien für applikationsadaptierte Multifunktionselektronik (AdaptSys) am Fraunhofer IZM in Berlin eröffnet. In dem durch Mittel der EU, des Landes Berlin, des BMBF und der Fraunhofer-Gesellschaft finanzierten Zentrum werden hochwertige Elektroniksysteme verschiedenster Anwendungsfelder entwickelt. Zudem können Technologien für die Systemintegration bis zum Nanometerbereich erforscht und deren Zuverlässigkeit mit neuen Test- und Qualifikationsverfahren tiefgreifend evaluiert werden.

Das Innovationszentrum umfasst vier Schwerpunkte:

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

SYSTEMINTEGRATION

Substratlinie

Im Leiterplattenbereich können Vollformatsubstrate mit einer Größe von 460x610 mm² für die Resist- und die Leiterplattenlamination vorbereitet, Lötstopplacke und Coverlays aufgebracht und nach der Belichtung entwickelt werden.

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

Das Leistungsangebot umfasst darüber hinaus:

- Einbetten von passiven und aktiven Komponenten
- Verpressen von Leiterplattensubstraten

- Herstellen von feinsten Bohrungen sowohl mechanisch als auch mit dem Laser
- Qualitätssicherung und Röntgenmikroskopanalyse

Drahtbondlabor

- Verarbeitung von Au, Al und Cu-basierten Bonddrahtmaterialien im Dünn- und Dickdrahtbereich
- Montage von Leistungsmodulen mit Al/Cu- und Cu-Dickdrähten für Qualitäts- und Zuverlässigkeitsanalysen
- Montage Cu-Ball/Wedge gebondeter leadframebasierter und Au/AlSi1 gebondeter Chip-on-Board (COB) Sensor-Packages

Lötlabor

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

Photonik-Labor

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

Labor zur Moldverkapselung

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

- Compression Molding auf Modul-, Wafer- und Panelebene
- Kompatibilität zu PCB-basierender und Dünnschicht-Verdrahtungstechnologie

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

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

WERKSTOFFANALYTIK

Die Kompetenzen der Werkstoffanalytik wurden im Rahmen von AdaptSys im Mikro-Nano-Übergangsbereich deutlich erweitert. Durch einen »PicoIndenter« wird es möglich, das mikroskopische Werkstoffverhalten in-situ im REM experimentell zu bestimmen. Mit der Focused Ion Beam-Technik (FIB) werden hochauflösende Strukturanalysen im Nanometer-Bereich von 3D-Packages möglich. Ein tiefer gehendes Verständnis zur Struktur-Eigenschaftskorrelation von Verbundwerkstoffen wird durch die EBSD-EDX-Mikroanalyse-Software erzielt. Ein hochauflösender EDX-Detektor mit 80 mm² bietet schnellere Analysezeiten für die Elementanalyse.

Moisture Lab

- Umfassende simulationsgestützte Zuverlässigkeitsbewertung feuchteinduzierter Phänomene in mikroelektronischen Bauteilen und Systemen
- Untersuchung von Oberflächeneigenschaften und dünnen Schichten durch Rasterkraftmikroskopie insbesondere unter Einwirken von Wasser mit »NanoWizard 3« Bio-AFM von JPK
- Analysemethoden für die Sorption, Permeation und Diffusion von Wasser in Werkstoffen

- Untersuchung des Quellverhaltens und der Änderung der thermomechanischen und dielektrischen Eigenschaften durch Feuchte
- Molekulardynamische Simulationen

Langzeittest- und Zuverlässigkeitslabor

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

Power-Lab

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

DESIGN

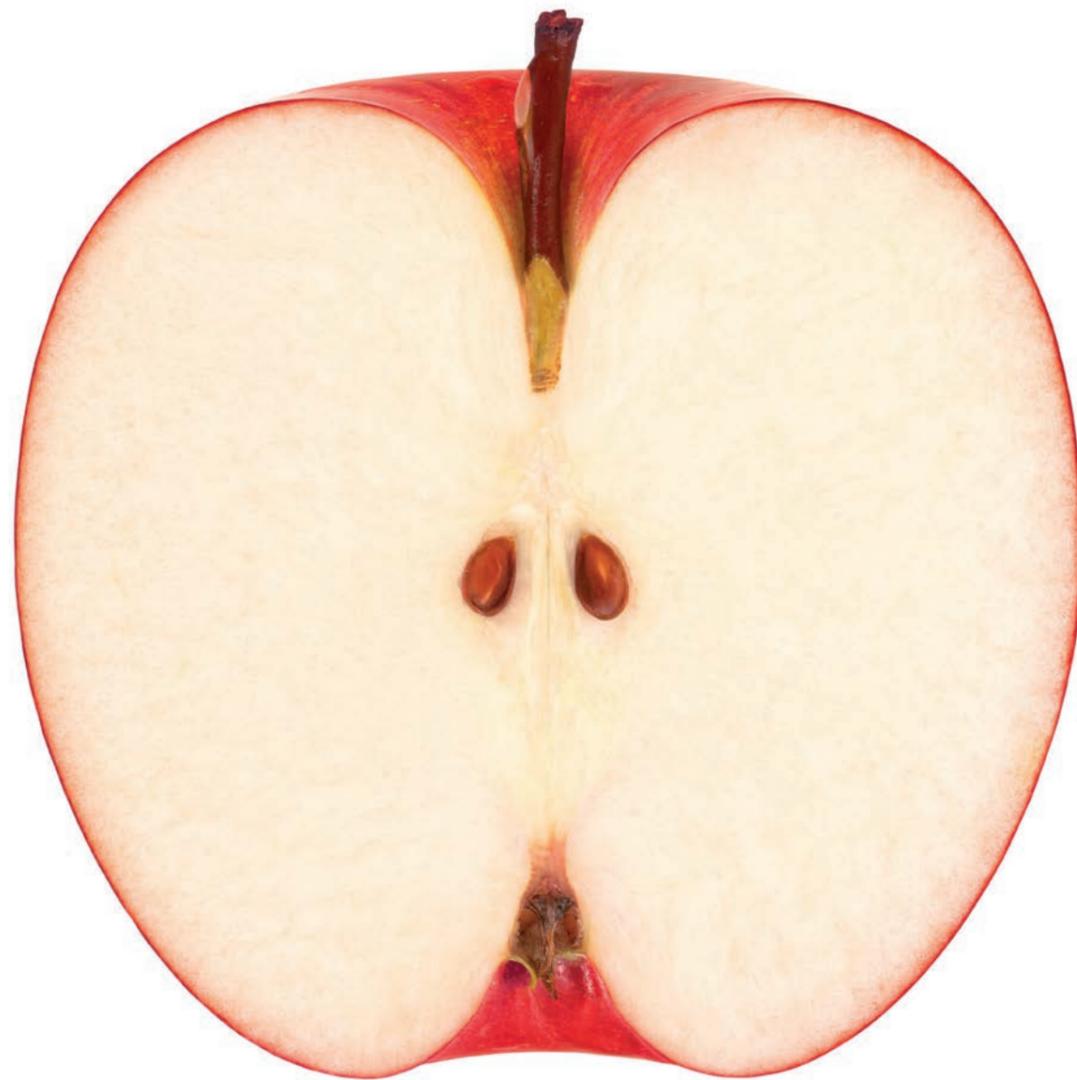
Advanced System Engineering-Labor

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

Ansprechpartner AdaptSys:

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

FRAUNHOFER IZM KERNKOMPETENZEN



INTEGRATION AUF SUBSTRATEBENE Seite 38

Systemintegration & Verbindungstechnologien Seite 40
Leitung: Rolf Aschenbrenner, Prof. Martin Schneider-Ramelow

Mikromechatronik & Leiterplattentechnologie Seite 44
Leitung: Dr.-Ing. Frank Ansorge

INTEGRATION AUF WAFEREBENE Seite 46

**Wafer Level System Integration –
All Silicon System Integration Dresden ASSID** Seite 48
Leitung: Oswin Ehrmann, M. Jürgen Wolf

MATERIALIEN & ZUVERLÄSSIGKEIT Seite 52

Environmental & Reliability Engineering Seite 54
Leitung: Dr.-Ing. Nils F. Nissen, Dr.-Ing. Olaf Wittler

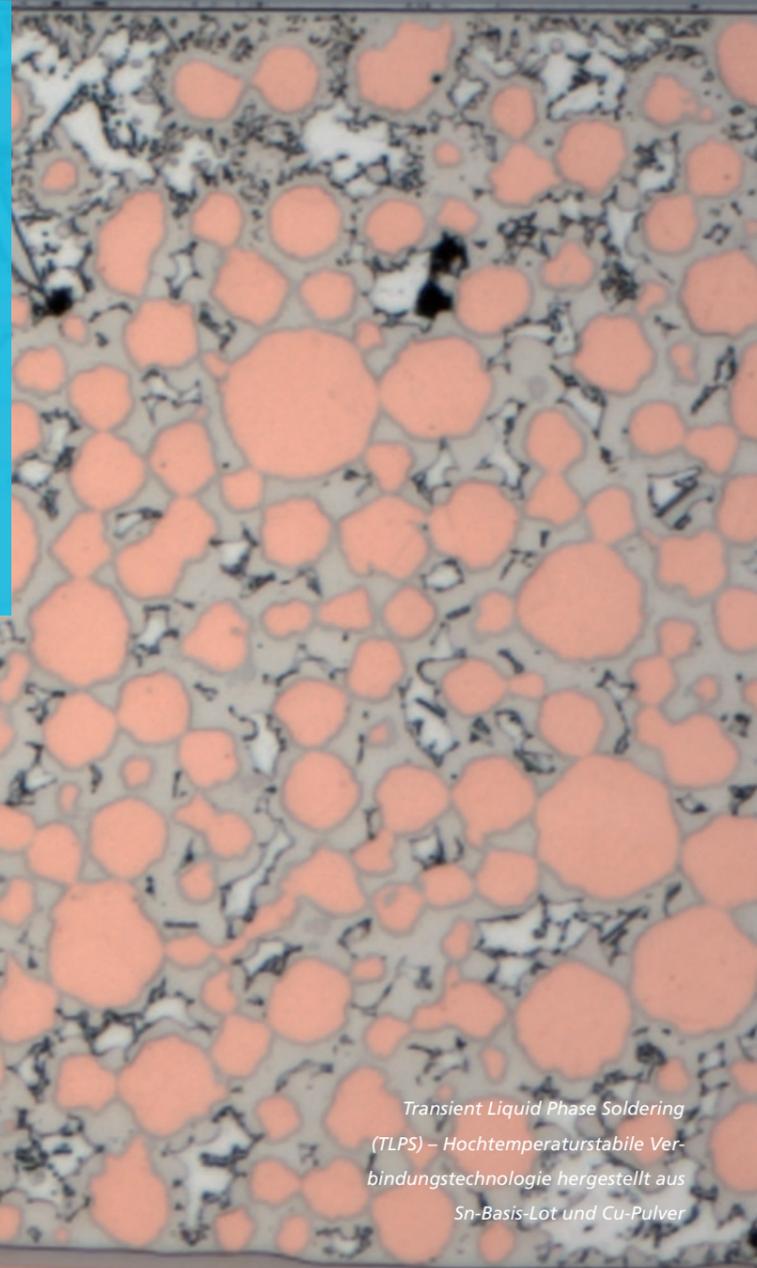
SYSTEMDESIGN Seite 56

RF & Smart Sensor Systems Seite 58
Leitung: Dr.-Ing. Ivan Ndip, Harald Pötter

FORSCHUNGS-CLUSTER INTEGRATION AUF SUBSTRATEBENE

INTEGRATION AUF SUBSTRATEBENE AM FRAUNHOFER IZM

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



Transient Liquid Phase Soldering
(TLPS) – Hochtemperaturstabile Ver-
bindungstechnologie hergestellt aus
Sn-Basis-Lot und Cu-Pulver

HIGHLIGHT 2014

TLPS – Eine Verbindungstechnologie, der es heiß werden kann
Elektronischen Systemen und Baugruppen z. B. im Automobil, in der Photovoltaik oder Offshore-Technik werden heute Einsatztemperaturen von bis zu 150 °C und mehr abverlangt. Dabei müssen sowohl die eingesetzten Komponenten und Substrate als auch die Verbindungstechnologien den erhöhten thermischen Belastungen standhalten. Bisher verwendete bleifreie Weichlotsysteme versagen in diesem Temperaturbereich infolge thermomechanischer Ermüdung zu schnell.

Wissenschaftlern vom Fraunhofer IZM ist es in Zusammenarbeit mit Projektpartnern des BMBF-geförderten Verbundprojektes »HotPowCon« gelungen, eine neuartige Verbindungstechnologie zu entwickeln, welche durch eine Phasenumwandlung während des Fügeprozesses den Wiederaufschmelzpunkt der erzeugten Verbindung um mehr als 180 K erhöht, »Transient Liquid Phase Soldering« genannt.

TLPS ist eine Verbindungstechnologie, bei der eine niedrigschmelzende Komponente mit einer höherschmelzenden Komponente, die beide Bestandteile einer Lotpaste sind, unter der Bildung von intermetallischen Phasen miteinander reagieren. Lot-Kugeln (vorwiegend Sn) und Kupferpulver reagieren während des Lötprozesses bei üblichen Prozessbedingungen und bilden eine hochschmelzende intermetallische Schicht ($T_m > 400 \text{ °C}$) aus Cu_6Sn_5 und Cu_3Sn zwischen den Verbindungskomponenten.

Die erzeugte Verbindungsschicht zeichnet sich durch eine bessere Kriechbeständigkeit auch bei hohen Temperaturen bei vergleichbaren Wärmeleitfähigkeiten zu üblichen Weichlotsystemen aus. Für ausgewählte elektronische Bauteile konnte eine erhöhte Temperaturwechselbeständigkeit festgestellt werden. Des Weiteren stellen TLPS-Schichten eine interessante alternative Fügetechnologie für den First-Level-Die-Attach auch für optoelektronische Komponenten dar, wo bisher bleihaltige bzw. goldreiche Lote eingesetzt werden.

Kontakt:
Dr.-Ing. Matthias Hutter
matthias.hutter@
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.:

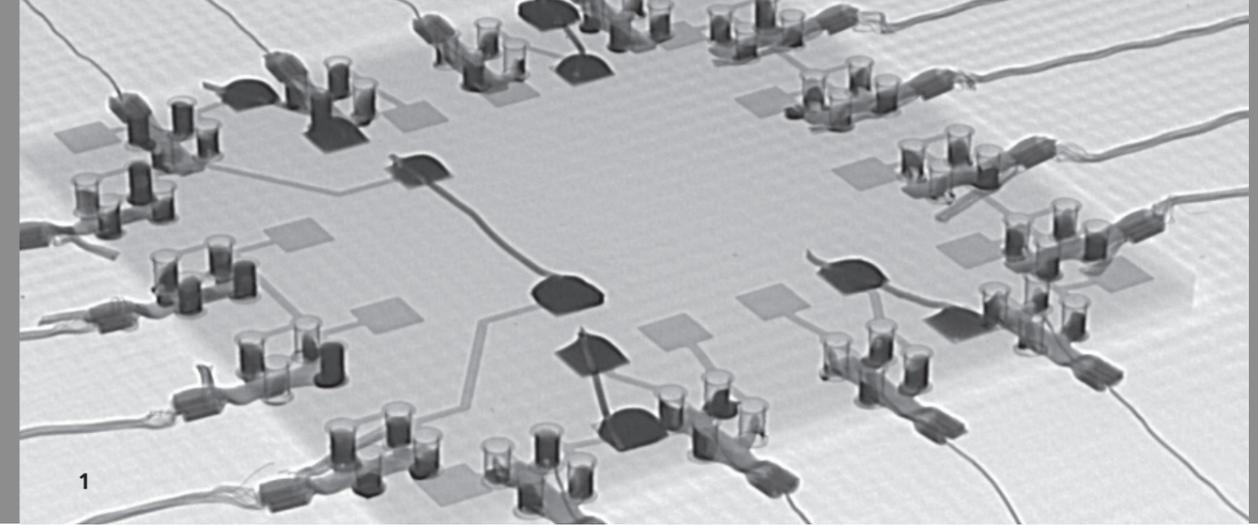
- Neue Lote, Klebstoffe, Drähte und Bumps
- Bumpingtechniken (stromloses Ni/(Pd)/Au, Schablonendruck, mechanisches Stud- oder Ball-Bumping)
- SMD-, CSP-, BGA- und Mikrooptik-Montage
- Flip-Chip-Techniken (Löten, Sintern, Kleben, Thermo-kompression- und Thermosonic-Bonden)
- Die Attach (Löten, Sintern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

Trends

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

Folgende Ziele werden verfolgt:

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



AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE

Neue Ansätze zur Integration von Elektronik in technische Textilien

Das Projekt PASTA (Integrating Platform for Advanced Smart Textile Applications), gefördert durch die EU im 7. Rahmenprogramm, zielt auf die Entwicklung von Large Area Smart Textiles. Die Produzierbarkeit auf großen Flächen ist dabei ein wichtiger Aspekt, um die Lücke zu schließen zwischen Prototypenfertigung unter Laborbedingungen und der industriellen Herstellung von Smart Textiles für Sport- und Freizeitkleidung sowie technischen Textilien für Sicherheits- und Monitoring-Anwendungen und Textilien für Anwendungen im Gesundheits- und Medizinbereich.

Das Projekt PASTA vereint Forschung auf den Gebieten der Aufbau- und Verbindungstechnik mit Textilforschung, um einen innovativen Ansatz zur Realisierung von Smart Textiles zu erarbeiten. Durch die Einführung neuer Konzepte für Elektronikmodule kann eine nahtlosere, komfortablere und robustere Integration von Elektronik in Textilien realisiert werden. Die Schwerpunkte der technologischen Entwicklungen liegen bei einem neuartigen Konzept zur Integration ungehäuster Chips in Garne (durch Micromachining), einer neuen Verbindungstechnik basierend auf mechanischem Crimpen und der Entwicklung eines dehnbaren Interposers, der als Kompensationslage zwischen den starren Komponenten und dem dehnbaren Textil dient.

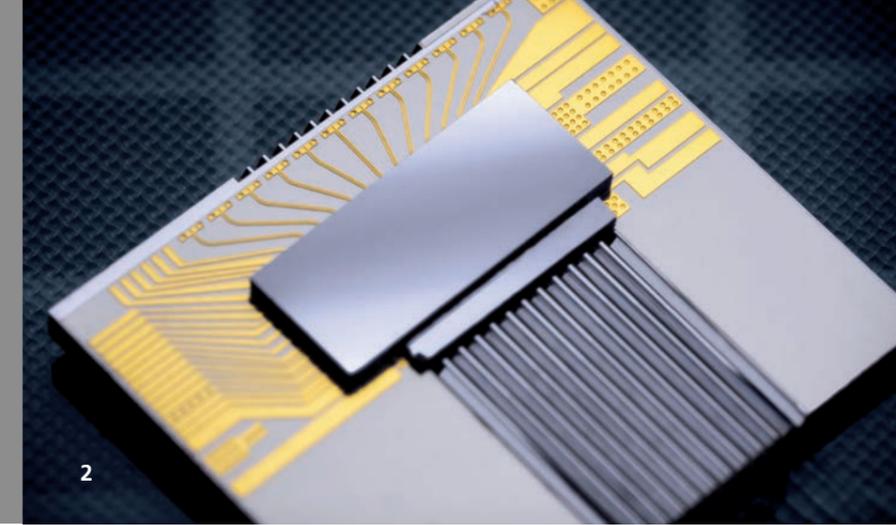
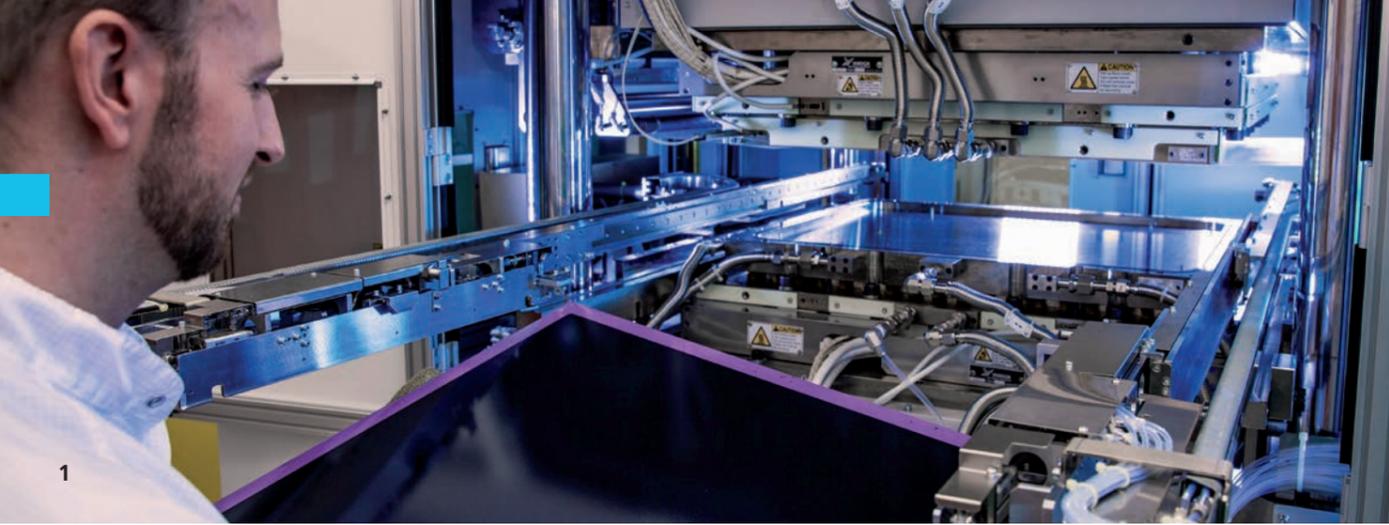
Das Fraunhofer IZM hat sich auf die Entwicklung eines Crimp-Prozesses als neuem Ansatz zur Integration von Elektronik in technische Textilien konzentriert. Crimpen hat die Vorteile, dass es bei Raumtemperatur durchführbar ist und mechanisch Isolierungslagen ohne zusätzlichen Prozessschritt durchdringen kann.

Als eine von insgesamt vier Anwendungen entwickeln IZM-Forscher und die Firma Ettl ein Smart Textile, das zerstörungsfreies In-Situ-Monitoring der Belastung in Verbundwerkstoffen ermöglicht. Der akkumulierte Stress sowie das Überschreiten eines spezifischen Grenzwertes werden dokumentiert und dienen dazu, die noch verbleibende Lebensdauer abzuschätzen und Beschädigungen anzuzeigen. Die Sensoren werden ebenso wie die Busstrukturen durch Weben integriert. Die Verbindung der Elektronikmodule mit den leitfähigen Garnen erfolgt durch einen Crimp-Prozess. Das ganze Sensorgewebe wird für den Demonstrator in eine der äußeren Lagen einer Prothese integriert.

1 Röntgenaufnahme von gecrimptem Modul in Verbundwerkstoff

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

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



Die Prothese wird hier v.a. genutzt, um die generelle Machbarkeit nachzuweisen. Die Technologie lässt sich zukünftig aber in allen Faserverbundwerkstoffen einsetzen, bei denen die Strukturüberwachung wichtig und kritisch ist, z.B. Windkraftanlagen, Tragflächen, Gas-Tanks.

Panel Level Packaging

Eine neue und vielversprechende Packaging-Technologie der Mikroelektronik ist das »Fan-out Wafer Level Packaging« (FOWLP). Derzeit werden rekonfigurierte Wafer mit einer Größe von bis zu 12" (300 mm) im Rahmen dieser Technologie mittels Spritzgusstechnik verkapselt. In der nahen Zukunft sollen größere Formfaktoren für die Spritzgusswerkzeuge zu einer deutlichen Erhöhung des Durchsatzes und damit zu sinkenden Gesamtkosten für das einzelne Package führen. Bei einer konsequenten Fortführung des Wafer-Level-Konzepts zur Verkapselung wird der nächste Sprung auf einen rekonfigurierten Wafer mit einem Durchmesser von 450 mm führen. Alternativ dazu bietet es sich an, von der Wafer-Form zu einem rechteckigen Substrat für die Spritzgussverkapselung und damit zum »Fan-out Panel Level Packaging« (FOPLP) überzugehen. Derartige Substrate könnten bis zu 457x610 mm² (18" x 24") oder größer sein.

Die Komponenteneinbettung in Aufbaulagen der Leiterplatte erfolgt durch Laminieren, wie bei der Herstellung mehrlagiger Leiterplatten. Demgegenüber werden bei der Verkapselung im Rahmen des FOWLP oder FOPLP die rekonfigurierten Komponenten im Spritzgussverfahren bei hohen Drücken und Temperaturen von der flüssigen oder granularen Verkapselungsmasse umschlossen. Als zukünftige Kombination beider Ansätze ist es denkbar, die Komponenten in eine folienartige Spritzgussmasse zu laminieren.

Die Verwendung der »Laser Direct Imaging«-Technologie (LDI) als Alternative zur herkömmlichen Fotolithografie birgt be-

trächtliches Potenzial zur Kostenreduktion (keine Maskenherstellung) und bietet einzigartige Prozessoptionen (individuelle und lokale Designanpassungen). Mit der Verfügbarkeit von LDI-Systemen für große Substrate, 450 mm-Wafer eingeschlossen, sind ein hoher Durchsatz und damit Kostenreduktionen möglich.

Die Technologien zur Komponenteneinbettung, die sich aus den Prozesstechnologien zur Leiterplattenfertigung heraus entwickelt haben, erlauben bereits heute die Verarbeitung von Substraten von bis zu 610x457 mm² (24" x 18"). Mit den entwickelten Prozessen können Umverdrahtungslagen (Redistribution Layer – RDL) für große rekonfigurierte Wafer oder Panels realisiert und die bisher übliche Umverdrahtung in Dünnschichttechnologie ersetzt werden. Um Umverdrahtungslagen mittels Leiterplattentechnologie herzustellen, wird zunächst ein Verbund aus einer dielektrischen Schicht und einer dünnen Kupferlage (Prepreg oder Resin Coated Copper RCC) auf den rekonfigurierten Wafer bzw. das Panel laminiert. Anschließend werden Micro-Vias durch die dielektrische Schicht auf die elektrischen Kontakte der Komponenten gebohrt und mittels galvanischer Kupferabscheidung elektrisch mit der äußeren Kupferschicht verbunden. Schließlich werden die Kupferleiterbahnen fotolithografisch freigestellt. Mit den aktuellen LDI-Systemen lassen sich Strukturen von bis zu 20 µm (Kupferbahnbreite und -abstand) auflösen. In der nahen Zukunft sind Auflösungen von 10 µm zu erwarten. Am Fraunhofer IZM wurde der Prozess für Fan-out Panel Level Packaging (FOPLP) auf Panel-Größen von bis zu 610x457 mm² charakterisiert.

Die Kombinationen aus Komponenteneinbettung in die Leiterplatte und Spritzgussverkapselung bietet interessante Möglichkeiten. Zum einen kann Spritzgusstechnik im Rahmen der Komponenteneinbettung in mehrlagigen Leiterplatten eingesetzt werden. Auf der anderen Seite können Spritzgussmaterialien in Form von Folien dazu verwendet werden, Komponenten

auf einer vorgefertigten Verdrahtungslage (Leiterplatte) durch Laminieren zu verkapseln. Die Substratgröße für solche Ansätze liegt im Bereich von bis zu 515x610 mm² und bietet somit die Möglichkeit, hochintegrierte Packages zu niedrigen Kosten herzustellen. Derartige Ansätze wurden bereits erfolgreich getestet in Form eines LGA-Packages mit zwei integrierten Chips, einem stapelbaren BGA-Package, einem Sensor-ASIC-Package sowie für einen CMOS-Sensor, der in eine Mikrofluidikzelle integriert wurde.

Neue Entwicklungen im Bereich der optischen Technologien

In den letzten Jahren wurden mehr Daten als jemals zuvor generiert: Durch soziale Medien und Videoportale, durch Fernsteuerung, Internet of Things und vieles mehr.

Der Bedarf der konstanten Abrufbarkeit ist erheblich angestiegen, weshalb die meisten Nutzer die Datensicherung in Clouds bevorzugen, nicht nur, um die Zugänglichkeit zu gewährleisten, sondern auch, um sich gegen Fehler und Ausfälle zu schützen. Dies führt zur Speicherung in riesigen Datenzentren, welche global konstant etwa 30 Milliarden Watt an Elektrizität benötigen. Dies bedeutet erhebliche Kosten.

Optische Verbindungen bieten Lösungen, um die wachsenden Datenmengen und die damit einhergehenden Energie- und Kostenprobleme zu bewältigen.

PhoxTroT, eines der größten europäischen Projekte im 7. Rahmenprogramm und vom Fraunhofer IZM geleitet, widmet sich diesem Ansatz mit seinen 19 Forschungspartnern und präsentiert optische Technologien in drei Hierarchieebenen, auf Board-, Board-zu-Board- und Rack-zu-Rack-Ebene.

Die entwickelten Komponenten und Technologien wie 40 Gb/s VCSELs, 40 Gb/s Photodioden, 480 Gb/s Transceiver, 16 QAM Modulatoren, 2 Tb/s Router, Tb/s Switch, multi-mode und single-mode elektro-optische Leiterplatten und deren 3D-Integration sichern Hochleistung sowie Energie- und Kostenersparnis der ganzheitlichen Kooperation. Auf diese Weise kann der Energieverbrauch um 50 Prozent reduziert werden.

Neben der Koordination des Projekts leistet das Fraunhofer IZM zusätzlich wichtige technische Beiträge: Silizium-photonische Integration und Baugruppenmontage begünstigen optische Verbindungen zwischen Chip/Substrate/Board/Backplane und sind die größten Herausforderungen des Fraunhofer IZM. Ein favorisierter Ansatz dabei sind single-mode optische Verbindungen auf Boardlevel für den Daten- und Telekommunikationsbereich.

1 Prozesscharakterisierung für das Fan-out Panel Level Packaging

2 Hochleistungs-Receiver-Modul für zehn 40-GHz-Kanäle

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- 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 sind die IPC / WHMA-A-620B »Requirements and Acceptance for Cable and Wire Harness Assemblies« und ein Praxislabor Kabelanschluss-Techniken.

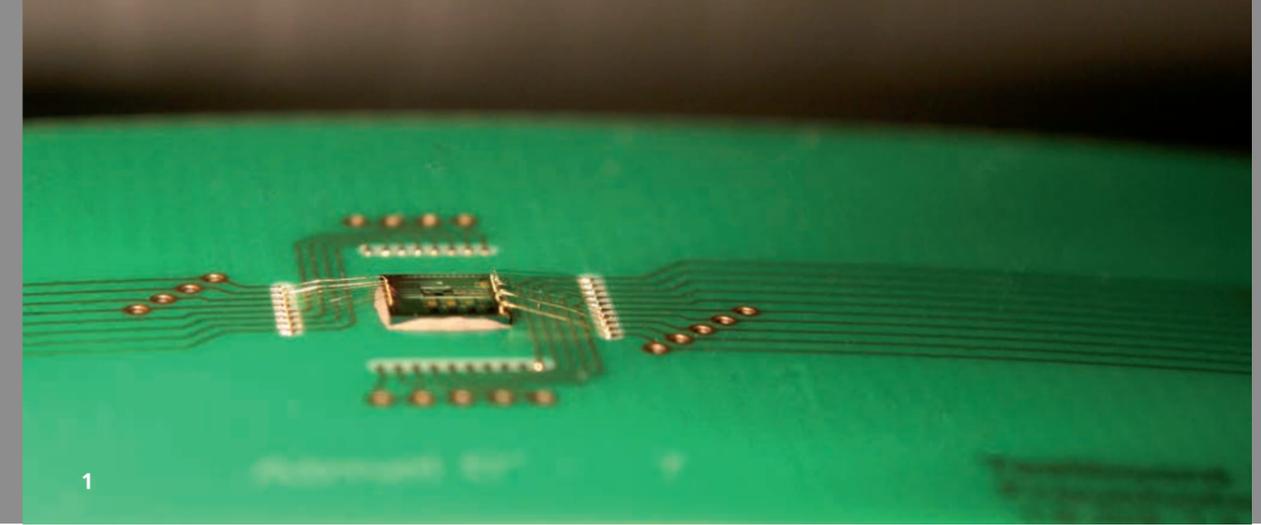
Trends

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, Crimpen, Kabelbaum, Blended Learning)



AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE

Zukünftiges Rückgrat des Bordnetzes – »Energie-Backbone statt Kabelsalat«

Das Energiebordnetz der Zukunft wird leichtgewichtig, energieeffizient und modular sein. Das Konzept einer Aluminium-Multischiene als Rückgrat für Energie und Daten erschließt ganz neue Möglichkeiten für zukünftige Fahrzeuggenerationen. Durch systematische Untersuchungen konnte eine neuartige Energiebordnetz-Architektur mit intelligenter Absicherung entwickelt, getestet und optimiert werden. Gefördert wurde die Entwicklung des Energie-Backbone von der Bayerischen Forschungsförderung. Die Projektpartner waren die BMW Group Forschung und Technik, die Dräxlmaier Group sowie die TU München.

Lösungsmittelfreies Lötverfahren

Im Weichlötprozess ist der Einsatz von Flussmitteln derzeit unumgänglich, um eine Verbindungsbildung zwischen dem Lot und den Anschlussflächen zu erreichen. Dies bringt viele Nachteile mit sich. Die Verunreinigung der Oberflächen im Bereich der verlöteten Bauteile erschwert die anschließende Kontaktierung von Sensoren durch Bond- und Klebprozesse und beeinträchtigt anschließende Lackier- oder Verkapselungsprozesse. Flussmittelrückstände können bei Feuchteinwirkung zur Bildung eines geschlossenen Feuchtefilms und damit zu Ausfällen führen. Gemeinsam mit Industriepartnern (Reinhausen Plasma, SEHO Systems, Zollner, Emil OTTO Flux- u. Oberflächentechnik, Osram und Siemens) ist es dem Fraunhofer IZM gelungen, die nasschemische Flussmittelaktivierung für das Löten von elektronischen Baugruppen durch den plasmaunterstützten Auftrag von Adipinsäure- bzw. Fluxpulver zu substituieren. Es handelt sich um einen echten VOC-free Prozess, d.h. es entweichen keine Lösemittel in die Atmosphäre. Handling und Lagerung von Flussmitteln, die derzeit als Gefahrgut deklariert werden, werden also künftig einfacher (gefördert im Programm »Mikrosystemtechnik Bayern«).

Einfluss mechanischer Spannungen auf Batteriemonitoringsysteme in der Elektromobilität

Um das Potenzial moderner Lithium-Ionen-Batterien im Elektrofahrzeug optimal zu nutzen, ist eine genaue Bestimmung des Ladungszustands notwendig. Eine präzise elektrische Spannungsdiagnose ermöglicht eine korrekte Reichweitenprognose, Lade- und Entladevorgänge werden optimiert, und eine Überhitzung und Tiefenentladung kann vermieden werden. Mechanische Spannungen können den BMS-Chip jedoch verstimmen und Fehldiagnosen verursachen. Um dies zu vermeiden, wurde ein Verfahren zur präzisen Charakterisierung des mechanischen Spannungszustands für ein von der Firma Atmel bereitgestelltes Test-BMS entwickelt. Hiermit kann eine Korrelation zwischen mechanischer Last und elektrischer Verstimmung hergestellt und so das elektrische Chipdesign optimiert werden (gefördert unter dem BMBF Titel »IKEBA«).

1 Batteriemonitoringsystem-Chip eingespannt in die Biegevorrichtung eines Konfokalmikroskops

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 durch die Verwendung von Silizium-Interposern und TSV erreichen.



Installation des ATLAS IBL
Detektors am CERN

HIGHLIGHT 2014

ATLAS Detektor-Upgrade

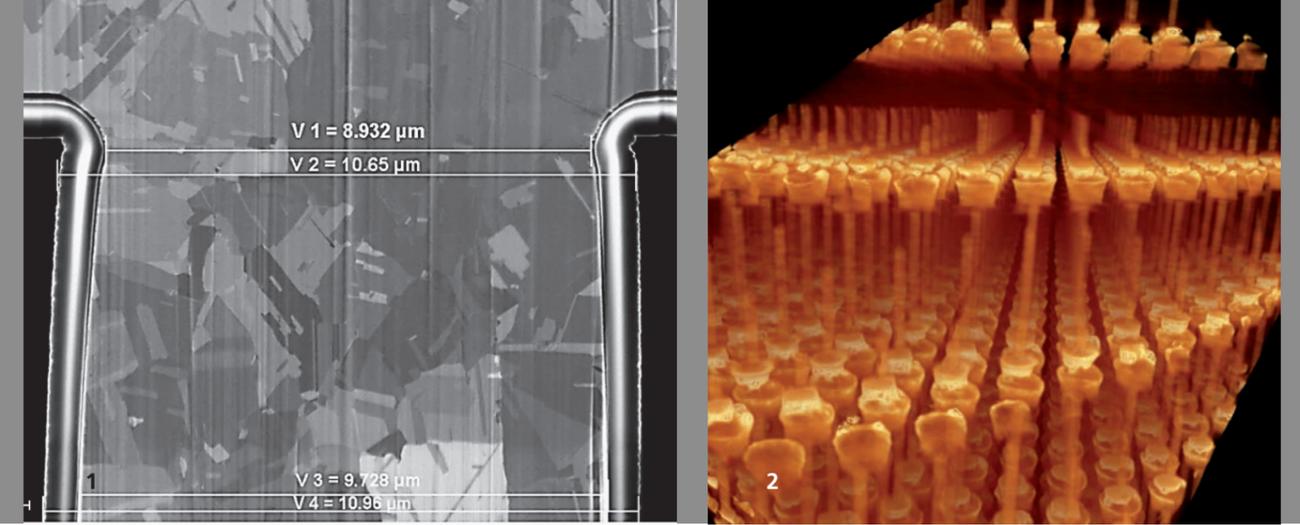
Nach der Entdeckung des Higgs-Bosons am Teilchenbeschleuniger LHC am CERN 2012 werden der Beschleuniger und die Detektoren ATLAS und CMS nun auf die nächste Datennahme-Periode vorbereitet. Im Anschluss an dieses Upgrade sollen Daten von Proton-Proton-Kollisionen bei einer Energie von bis zu 14 TeV bei einer höheren Wechselwirkungsrate möglich sein, was eine Verdopplung der gegenwärtig genutzten Kollisionsenergie bedeutet. Um die Genauigkeit des ATLAS-Detektors bei der Aufzeichnung der Teilchenbahnen zu erhöhen, wurde in dessen Zentrum um den Kollisionspunkt eine vierte Pixel-Detektor-Schale eingefügt – der sogenannte Insertable B-Layer (IBL). Dieser Detektor befindet sich dem Kollisionspunkt der beschleunigten Protonen am nächsten. Das bedeutet, die dafür benutzten elektronischen Auslesechips müssen ihre Funktion auch bei der größten Strahlenbelastung garantieren.

Deshalb wurde für den Aufbau des ATLAS Insertable B-Layers die neueste Generation des ATLAS-Auslesechips verwendet. Mit einer Siliziumfläche von rund $2 \times 2 \text{ cm}^2$ ist der ATLAS-Frontend-I4B (FE-I4B) der größte der bisher in den Pixeldetektoren am LHC verwendeten Auslesechips. Verbunden mit Silizium-Sensoren bilden die ATLAS-FE-I4B Chips die Hybrid-Pixeldetektormodule – die Grundbausteine des Pixeldetektors. Der ATLAS-IBL-Detektor besteht insgesamt aus 168 Doppelchip- und 112 Einzelchip-Modulen, welche alle am Fraunhofer IZM mittels Flip-Chip-Montage aufgebaut wurden. Dabei ist jede Auslezelle der Elektronikchips mit genau einem Pixel des Sensors über einen μ -Lotbump verbunden: Das sind 26.880 Verbindungen pro Chip bei einer Pixelgröße von nur $50 \mu\text{m} \times 250 \mu\text{m}$.

Unter der Vorgabe, das Gesamtmateriabudget des ATLAS-IBL-Detektors so gering wie möglich zu halten, wurden Sensoren mit einer Dicke von 200 bzw. 230 μm verwendet und die Elektronikchips auf eine Dicke von 150 μm gedünnt. Um unter diesen Umständen Module mit einer sehr hohen Pixelausbeute zu fertigen, wurden neueste Technologien beim Aufbau der Module verwendet. Ein Beispiel dafür ist die temporäre Glas-Carrier-Technologie, welche es ermöglicht, selbst großflächige und gedünnte Chips verwölbungsfrei durch Reflowlöten mit den Sensoren zu verbinden. Nach der Montage wird die temporäre Klebebondverbindung zwischen Glas-Carrier-Chip und Rückseite des Elektronikchips mittels Laserbelichtung gelöst.

Die Montage der Module zum vollständigen Detektor erfolgte dann bei den Partnern der ATLAS-Pixel-Kollaboration an der Universität Bonn, am INFN Genua und am CERN.

Kontakt:
Thomas Fritsch
thomas.fritsch@
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 auf Technologien der Wafer-Level-Systemintegration und des Packaging, welche ausschließlich auf Waferprozessierung bezogen sind. Die Prozesslinien erlauben eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Prozessierung von 200-300 mm 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-Interposer
- High-Density Redistribution
- Ultra-Fine Pitch Interconnect Formation and Micro-Bumping
- Pre-Assembly (Thinning, Dicing, Singulation)
- Die-to-Wafer (D2W)-Assembly
- 3D-Wafer-Level-Stacking

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

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 hier die gemeinsame Betrachtung von Design, Technologie und Zuverlässigkeit. Dies ist eine besondere Herausforderung für die heterogene Integration von Komponenten in einem multifunktionalen, miniaturisierten, zuverlässigen Wafer-Level-System-in-Package (WL-SiP) bei gleichzeitiger Berücksichtigung einer Kostenoptimierung.

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 (μ -Bumps, Cu-Pillar, Cu-Cu) auf Chip-/Substratebene
- Entwicklung neuer Interconnect-Strukturen und -Systeme (Low Temperature, Low Force) für sehr dünne Chips und Waferstacks
- BEOL-kompatible TSV-Integration (Via-middle) für 3D-Systeme
- Backside Via-Last-Technologien
- Angepasste Pre-Assembly-Technologien (Wafer Thinning/ Dicing) und Thin-Wafer-Handlingsprozesse
- Entwicklung von hochzuverlässigen, fertigungs kompatiblen 3D-Assemblierungs-Technologien (D2W/W2W)

AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE

TSV (Through Silicon Via) Integration

Auf dem Gebiet der TSV-Integration konnten in den verschiedensten Prozessvarianten signifikante Fortschritte erzielt werden, die eine fertigungskompatible 3D-Integration ermöglichen. Insbesondere konnten durch die Optimierung der TSV-Profile beim Dry-Etching (DRIE) auch die nachfolgenden Prozessschritte (u. a. ECD) hinsichtlich Prozessierung und Zuverlässigkeit verbessert werden. Im Ergebnis konnten TSVs mit Durchmessern von 10 μ m, 5 μ m und 3 μ m bei Aspektverhältnissen von 10 realisiert werden. Ein besonderes Novum ist dabei ein leicht positives TSV-Profil, welches keine Unterschneidungen erzeugt und sehr glatte Seitenwände (Scallops < 20 nm) erzielt. Mit dem Fokus, TSV-Arrays für kleineren Pitch bei größeren Waferdicken herzustellen, wurden FuE-Arbeiten zu größeren TSV-Aspektverhältnissen durchgeführt. Hierbei konnten Aspektverhältnisse > 20 für TSV-Durchmesser von 10 μ m und 5 μ m erreicht werden. Die Tiefenunterschiede der TSVs über dem 300-mm-Wafer liegen dabei unter 1,5 Prozent.

Weiterhin konnten signifikante Verbesserungen bei der TSV-Rückseitenprozessierung (u. a. Recess-Etching, Planarisierung, Isolation) auf temporär gebondeten Wafern mittels Polymer-CMP für unterschiedliche TSV-Geometrien erreicht werden. Für die Isolation der TSVs auf der Waferrückseite wurden diese mittels CMP geöffnet und planarisiert. Die Isolation wurde anschließend erfolgreich durch ein Polyimide-Layer realisiert. Dieser Prozess ist besonders vorteilhaft durch sein geringes Temperaturbudget. Hierbei werden weiterhin selbstjustierende Folgeprozesse genutzt. Der Prozess ist skalierbar und kann somit für TSVs mit unterschiedlichen Durchmessern angewendet werden.

Sub-4 μ m Via-Technologie für Dünnschichtpolymere mittels »Scanning Laser Ablation«

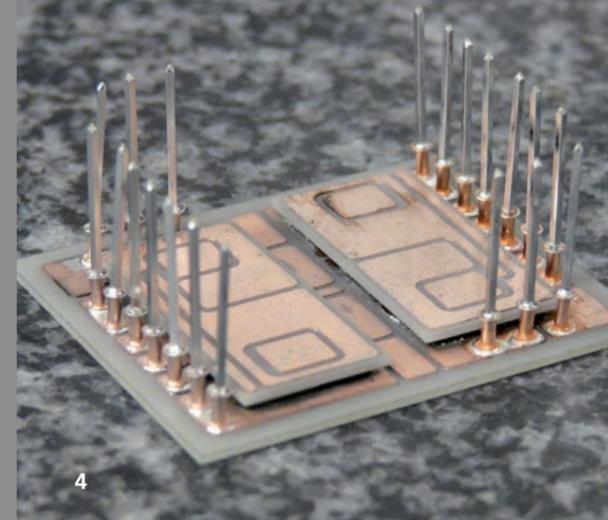
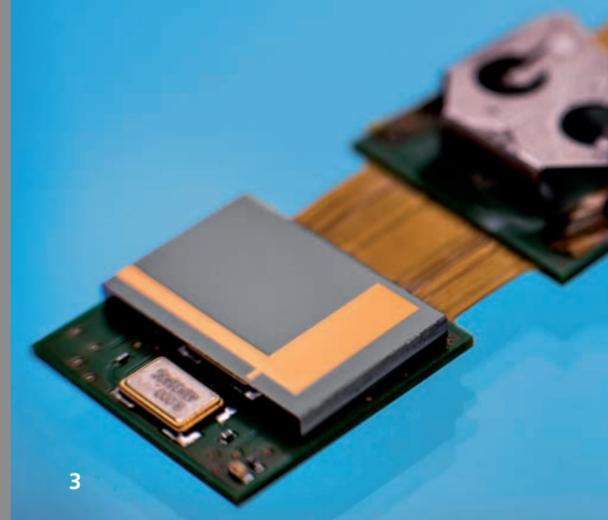
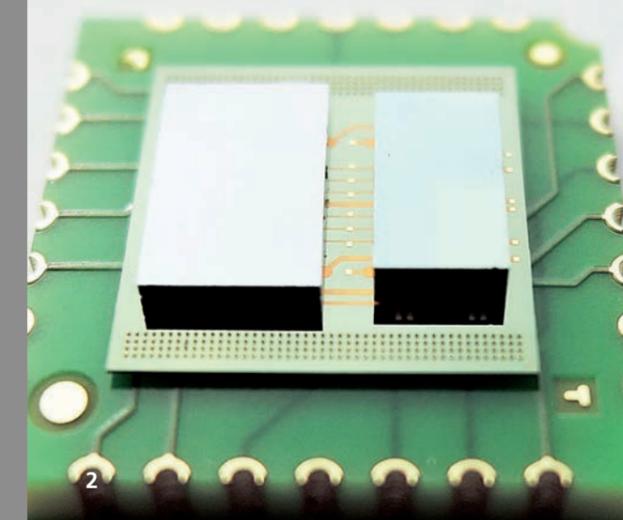
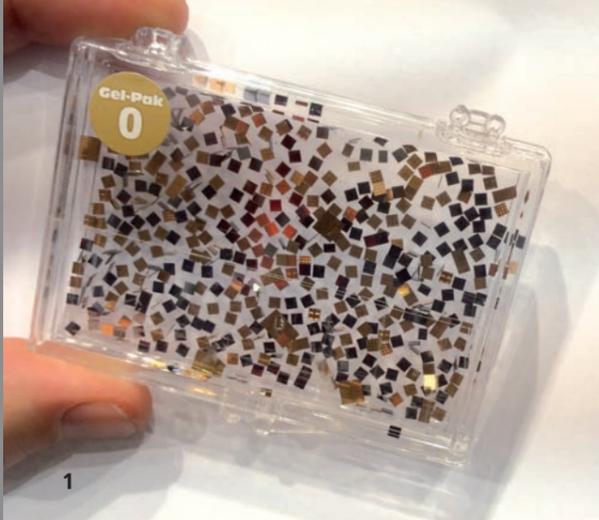
Um den Anforderungen zukünftiger Mikroelektronik-Systeme gerecht zu werden – insbesondere hinsichtlich Miniaturisierung und Komplexität –, besteht ein großer Druck bezüglich der weiteren Erhöhung der Leiterbahndichte auf Substraten. Hierbei unterscheiden sich Photolacke und dielektrische Photo-Polymere vor allem durch die unterschiedlichen Funktionen des Materialsystems. Photolacke sind lediglich temporäre Masken für die folgenden Prozessschritte wie z. B. Ätzen und galvanische Abscheidung. Im Gegensatz hierzu sind Photo-Polymere permanenter Bestandteil der zukünftigen mikroelektronischen Systeme. Dadurch haben sie einen großen Einfluss auf die Zuverlässigkeit aber auch auf die Leistung des Produkts. Sämtliche Faktoren wie eine hohe thermische Stabilität, exzellente mechanische Eigenschaften, geringere Wasserauf-

1 FIB Querschliff, Detail von Cu-TSV 10 μ m/100 μ m

2 Nano-Röntgen-Tomographie eines Cu-TSV-Chipstacks (in Kooperation mit Mitgliedern und Partnern des Dresden Fraunhofer Clusters Nanoanalysis)

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



nahme, geringe dielektrische Konstante und geringer Verlust müssen durch die chemische Synthese des Polymers erzielt werden, was gleichzeitig die erzielbare optische Auflösung limitiert. Zusammen mit Süss MicroTec hat das Fraunhofer IZM einen neuen Prozess entwickelt, der sich der Technik der »Scanning Laser Ablation« bedient. Diese Scanning-Technologie in Kombination mit Quarzmasken ermöglicht es, die Limitierungen existierender Photo-Polymer-Prozesse zu überwinden und ist in der Lage, PI und BCB bis zu $<4\mu\text{m}$ Durchmesser in einem $4\mu\text{m}$ dünnen Film zu strukturieren. Die Via-Seitenwand kann durch die Fluenz der Laserimpulse kontrolliert werden. Es wurden bereits Teststrukturen entworfen und mittels eines 2-Lagen-Metallisierungsprozesses hergestellt, die den elektrischen Widerstand der Vias demonstrieren.

Teststrukturen für die Materialcharakterisierung

In einem DFG-Forschungsprojekt mit der TU Hamburg wurden erfolgreich Teststrukturen mit Cu-RDL und TSVs auf 300mm Silizium-Wafern realisiert. Diese RF-Teststrukturen dienen insbesondere der Materialcharakterisierung bis zu Frequenzen von 100 GHz. Basierend auf dem Design können verschiedenste Isolatormaterialien und Layer-Kombinationen realisiert werden, um im Resultat die Entscheidungssicherheit bei kundenspezifischen Applikationen hinsichtlich elektrischer Performance deutlich zu erhöhen. Die Elemente können sowohl mit als auch ohne TSVs umgesetzt werden. Als Isolatoren dienen thermische und CVD-Oxide und Polymere (PBO, WPR, BCB). Mittels der elektrischen Messungen (u. a. Leakage-Messung/CV-Messung) konnten signifikante Abhängigkeiten zu Materialien bzw. Materialgruppen dargestellt werden.

Ultradünne, integrierbare Kondensatoren mit hoher Kapazitätsdichte

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IPMS und dem ALD Lab Dresden wurden neue ultrakompakte planare Kondensatoren für die direkte Chipgehäuse- und Chipintegration entwickelt. Mittels der am IZM-ASSID verfügbaren Technologien können hierbei eine Vielzahl von kundenspezifischen Package-Integrations-Varianten realisiert werden. Anwendung finden hierbei spezielle RDL- und Interposer-Technologien mit neuartigen High-k-Materialien für Kapazitäten mit $\epsilon_r > 80$.

SIMEIT: TSV-Interposer für Sensor- und CMOS-Integration

Im Projekt SIMEIT wurde erfolgreich die Integration von Sensor und ASIC auf einem Si-Interposer als Basistechnologie mit verbesserter Systemperformance realisiert. Der zur Systemevaluierung am Fraunhofer IZM-ASSID entwickelte TSV-Silizium-Interposer besteht auf der Oberseite aus einer Cu-Verdrahtungsebene (RDL), Ni/Au Test-Pads und Micro-Bumps (Cu/SnAg) und auf der Unterseite aus einer Polymerisolation und Cu-Landing-Pads. Zur vertikalen Verdrahtung von Ober- und Unterseite wurden Cu-TSVs eingesetzt. Weitere Spezifikationen: 10/100 μm Cu-TSV,

Cu/Polymer-RDL (top), Ni/Au Test Pads und Cu/SnAg FC-Bumps sowie Polymer Isolation und Land Pads (bottom). Für die TSV-Prozessierung wurde der neu entwickelte und optimierte TSV-Prozess am Fraunhofer IZM-ASSID eingesetzt.

Der Interposer wurde innerhalb des Projekts mit den Projektpartnern aufgebaut, und das Gesamtsystem wurde erfolgreich getestet. Die eingesetzte, neu entwickelte Technologie dient als Prototyp für eine zukünftige formfaktor-optimierte Generation von Sensor-Packages.

NANETT: eGrain 3D-Packaging

Der Einsatz drahtloser Kommunikation für die Vernetzung von Geräten und Baugruppen komplexer Anlagen ist ein Trend, der die Realisierung von miniaturisierten Sensorknoten (eGrain), die aus Sensoren, Controller und einer Funkschnittstelle bestehen, erfordert. Im Projekt NANETT wurde ein neuer Prototyp eines eGrains entwickelt und hergestellt, welches aus einem Siliziumträger mit TSV-Durchkontaktierungen, bestückt mit aktiven und passiven Bauteilen und einem Deckel mit integrierter Antenne besteht. Eine Herausforderung bestand in der Entwicklung einer hochminiaturisierten und effizienten 2,4GHz-Antenne und der Integration in das Modul unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen Antenne und den anderen Komponenten. Auf dem Interposer sind folgende Komponenten zu einem System verbunden: ein RF-Transceiver CC2520, ein Mikrocontroller MSP, die entwickelte Antenne für 2,4GHz und passive Bauelemente.

SmartPower: Doppelseitige Kühlung

In der Leistungselektronik erlauben neue Bauelemente aus GaN und SiC höhere Schaltfrequenzen und somit eine höhere Effizienz und niedrigere Verluste. Die Module werden einerseits kompakter wegen der kleineren Kondensatoren, müssen aber auf der anderen Seite mit niedrigeren aufbaubedingten Induktivitäten ausgelegt sein. In dem EU-Projekt SmartPower – unter Leitung von Thales und unter der Mitwirkung von Schneider Electric und Infineon – wurden verschiedene Modulvarianten basierend auf Si-IGBTs und SiC entwickelt. Für die doppelseitige Kontaktierung wurde die Chip-Vorderseite lotfähig ausgestaltet und vom Fraunhofer IZM mit einer 80 μm hohen Kontaktstruktur für die Flip-Chip-Montage versehen. Die so geschaffene Kontakthöhe gewährleistet einen ausreichenden Potentialabstand, um die erforderliche Durchbruchfestigkeit bis zu 1200V zu erreichen. Neue Kontaktiermethoden wie Sintern, TLPB und TLPS bieten eine robuste Verbindung auch bei höheren Junction-Temperaturen. Schließlich wurden durch das Fraunhofer IZM Halb- und Vollbrücken in sehr kompakter Form realisiert und mit doppelseitiger Kühlung in ein modifiziertes Standard-Gehäuse von Infineon integriert.

1 Ultra-kompakte Kondensatoren ($\epsilon_r > 80$) für die Integration in SiPs

2 SiP-Aufbau mit ASIC und MEMS auf Si-TSV-Interposer (100 μm)

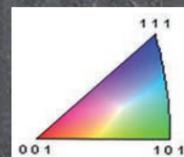
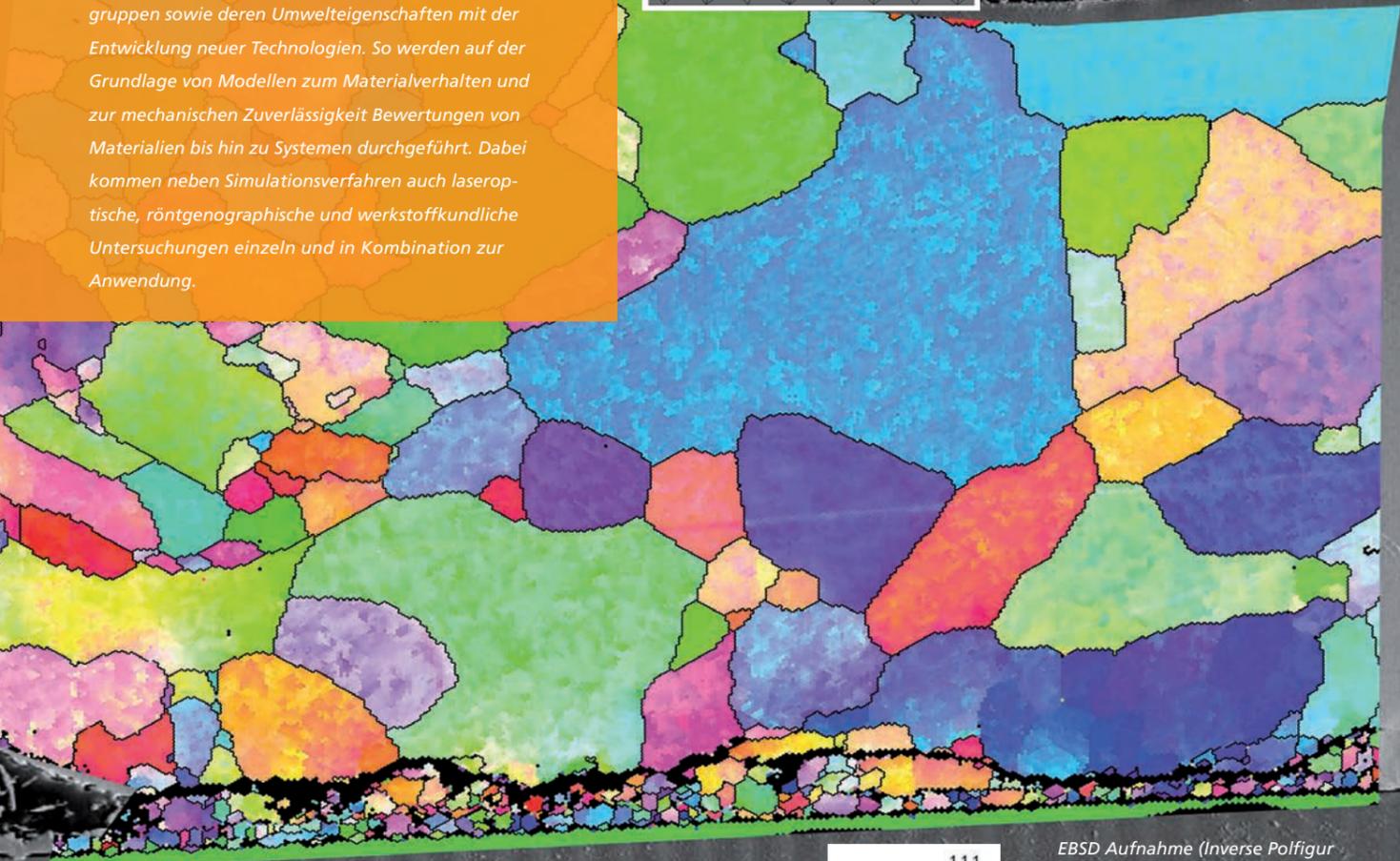
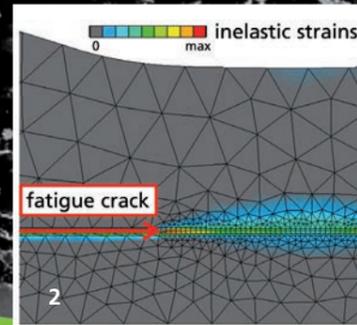
3 Si-TSV-Interposer bestückt mit aktiven und passiven Bauteilen geschützt mit Si-Kappe und integrierter Antenne

4 Inverter für Elektromobilitätsanwendungen mit doppelseitiger Kühlung für verbesserte Wärme-Ableitung in leistungselektronischen Systemen

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 laseropische, röntgenographische und werkstoffkundliche Untersuchungen einzeln und in Kombination zur Anwendung.



EBSD Aufnahme (Inverse Polfigur Map, Bild 1) und numerisch berechnete Dehnungsverteilung eines Bonddrahtes (Bild 2) nach einem Active-Power-Cycling-Test

HIGHLIGHT 2014

EBSD-Analyse von gezykelten Bonddrahtverbindungen

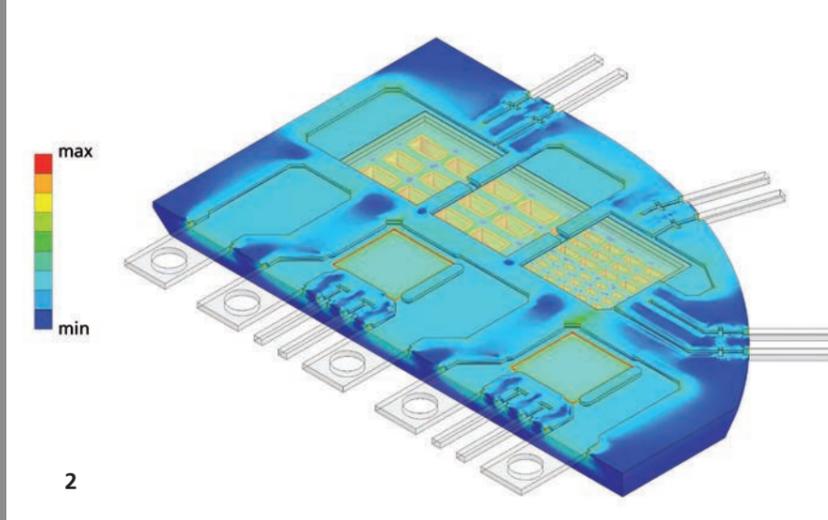
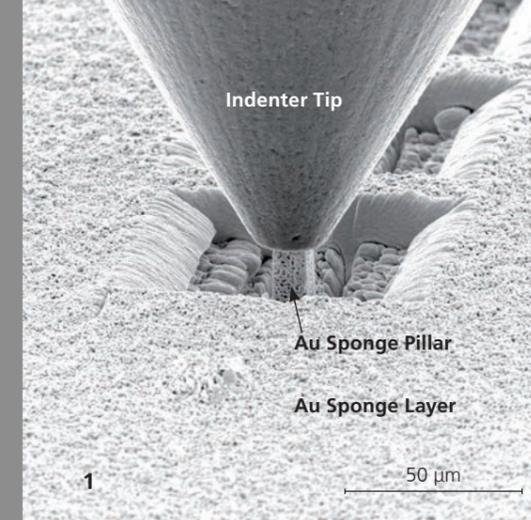
Für die Beurteilung und Vorhersage der Zuverlässigkeit von Bonddrahtverbindungen, insbesondere für leistungselektronische Komponenten, sind umfassende werkstoffphysikalische Kenntnisse der eingesetzten Bonddrahtmaterialien erforderlich. Es wird hierbei das Ziel verfolgt, für zukünftige Elektroantriebskonzepte die Lebensdauer der Bondverbindungen deutlich zu erhöhen.

In dem BMBF-Forschungsvorhaben »RoBE« wurde zur Verbesserung der Lebensdauer u. a. der Einsatz modifizierter Bonddrahtwerkstoffe mit den dafür erforderlichen neuartigen Verbindungstechnologien untersucht. Die Qualität der Bondverbindungen wurde durch Schertests und Gefügestrukturuntersuchungen im Ausgangszustand und nach Lastwechselintervallen analysiert und quantifiziert. Gemeinsam mit angepassten Lebensdauermodellen und den experimentell ermittelten Daten lassen sich dann Prozessoptimierungen durchführen.

Im Weiteren konnte gezeigt werden, dass zwischen Lebensdauer und Mikrostruktur ein erkennbarer Zusammenhang besteht. Zur Charakterisierung der Mikrostruktur des jeweiligen Bonddrahtes bzw. der Bondverbindung wurden EBSD-Analysen im Initialzustand und nach definierten Lastwechselintervallen durchgeführt. Die EBSD-Analyse dient hierbei zur Ermittlung mikrostruktureller Eigenschaften wie Textur oder Korngröße. Durch die Kenntnis der jeweiligen Textur konnten Aussagen über mechanische Anisotropie-Effekte von Bonddrähten getroffen werden. Des Weiteren konnte anhand von Textur sowie Korngröße, insbesondere im Verbindungsbereich zwischen Draht und Metallisierung, der Einfluss der Mikrostruktur auf die Ergebnisse von Scherversuchen sowie Active-Power-Cycling-Tests analysiert werden.

Zur Vorhersage der Lebensdauer von Bondverbindungen wurde der Rissverlauf während Active-Power-Cycling-Tests untersucht und ein entsprechendes Lebensdauermodell aufgestellt. Im Bereich vor der Rissfront ergeben sich beim Active-Power-Cycling-Test plastische Dehnungen, die durch Ermüdung das Material schädigen. Diese Dehnungen wurden in einem Risswachstumsmodell zur Lebensdauer Vorhersage von Bondverbindungen verwendet.

Kontakt:
Dr.-Ing. Hans Walter
hans.walter@
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 Industrieanfragen bearbeitet:

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

Trends

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

LCA to Go – Umweltbilanzen für kleine und mittlere Unternehmen

Gerade kleine Unternehmen sind regelmäßig damit überfordert, wenn Anfragen hinsichtlich der Ökobilanz an sie herangetragen werden. Die Umweltbewertung komplexer Produkte und Prozesse erforderte bislang erhebliches Expertenwissen. Das vom Fraunhofer IZM koordinierte europäische Projekt »LCA to Go« hat nunmehr vereinfachte Ansätze sowie eine frei verfügbare webbasierte Software entwickelt, die es Leiterplattenfertigern, Sensorherstellern oder Entwicklern von Endgeräten ermöglicht, die wesentlichen Lebenszyklusdaten mit vertretbarem Aufwand zu berechnen. Mit Abschluss des Projektes haben insgesamt 104 KMU Berechnungen zum Beispiel des Carbon Footprints aufgestellt, die nun in der Außendarstellung, dem Umweltmanagement und der Produktentwicklung Berücksichtigung finden.

Thermo-mechanische Zuverlässigkeit von verkapselten Leistungsmodulen

Im Transfermold-Verfahren verkapselte Leistungsmodule versprechen eine hohe Integrationsdichte und eine einfache Handhabung bei der Montage. Jedoch gibt es auch Risiken bezüglich der thermo-mechanischen Zuverlässigkeit, die bei der Materialauswahl vorab bewertet werden müssen. Hier wurden in Zusammenarbeit mit dem ECPE e.V. Moldwerkstoffe für den Einsatz bei Temperaturen oberhalb von 175°C bewertet. Zum Einsatz kam eine Methodik, die verschiedene Verfahren kombiniert und korreliert: Werkstoffcharakterisierung, FEM-Simulation, Modulaufbau und Lebensdauertest. So konnte gezeigt werden, welche Werkstoffe für erhöhte Einsatztemperaturen geeignet sind und wie sich thermische Alterungseffekte des Moldwerkstoffes auf die thermo-mechanische Zuverlässigkeit auswirken.

Eigenschaften von Verbindungstechniken im Hochtemperatureinsatz

Wenn die Einsatztemperaturen von Elektronik und Sensorik auf 300°C erhöht oder erhöhte Anforderungen an die thermische Lastwechselfestigkeit gestellt werden, dann sind Lotwerkstoffe für die Chipverbindungstechnik nicht mehr geeignet. Für die alternativen Verbindungstechniken mit wesentlich höheren Schmelztemperaturen ist jedoch kaum etwas bezüglich ihrer mechanischen Eigenschaften bekannt. Hier wurden am Fraunhofer IZM nicht nur Verfahren zur Charakterisierung entwickelt, sondern auch erste entscheidende Ergebnisse für Silber-Sinterverbindungen erzielt. Entgegen der Erwartung konnte hier gezeigt werden, dass das zeitabhängige Kriechen einen wichtigen Deformationsmechanismus darstellt, der nun in der Zuverlässigkeitsbewertung Berücksichtigung findet.

1 REM-Aufnahme des Druckversuchs an einer Säule, die aus der Au-Schwamm-Schicht frei gestellt worden ist

2 Verteilung der thermo-mechanischen Spannungen im Moldwerkstoff eines kompakten Leistungsmoduls

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

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

FORSCHUNGS-CLUSTER SYSTEMDESIGN

SYSTEMDESIGN AM FRAUNHOFER IZM

Packaging- und Systemintegrationstechnologien sind die fundamentalen Bausteine aller modernen mikroelektronischen Systeme. Sie bestimmen u.a. deren physikalische und elektrische Funktionalitäten sowie deren Zuverlässigkeit. Aufgrund der weiter voranschreitenden Miniaturisierung, der zunehmenden Komplexität und steigenden Taktfrequenzen bzw. Datenraten müssen die Packaging- und Systemintegrationstechnologien weiterentwickelt und bezüglich ihrer elektrischen, thermischen und thermo-mechanischen Eigenschaften genauer charakterisiert und optimiert werden. Genau hier, in der Kombination von exzellenter Technologieentwicklung und elektrischen, thermischen und thermo-mechanischen Modellierungs-, Simulations- und Analysetechniken, liegt die Stärke des Fraunhofer IZM. Gleichzeitig schlägt das Fraunhofer IZM mit dem Systemdesign die Brücke zum aufnehmenden System.

Backbone zukünftiger Sensorknoten: Miniaturisierte Baugruppe (10x15x3 mm³), bestehend aus Microcontroller, HF-Receiver und integrierter Antenne

HIGHLIGHT 2014

Auf dem Weg zum Internet der Dinge – Design und Aufbau hochintegrierter autarker Sensorknoten

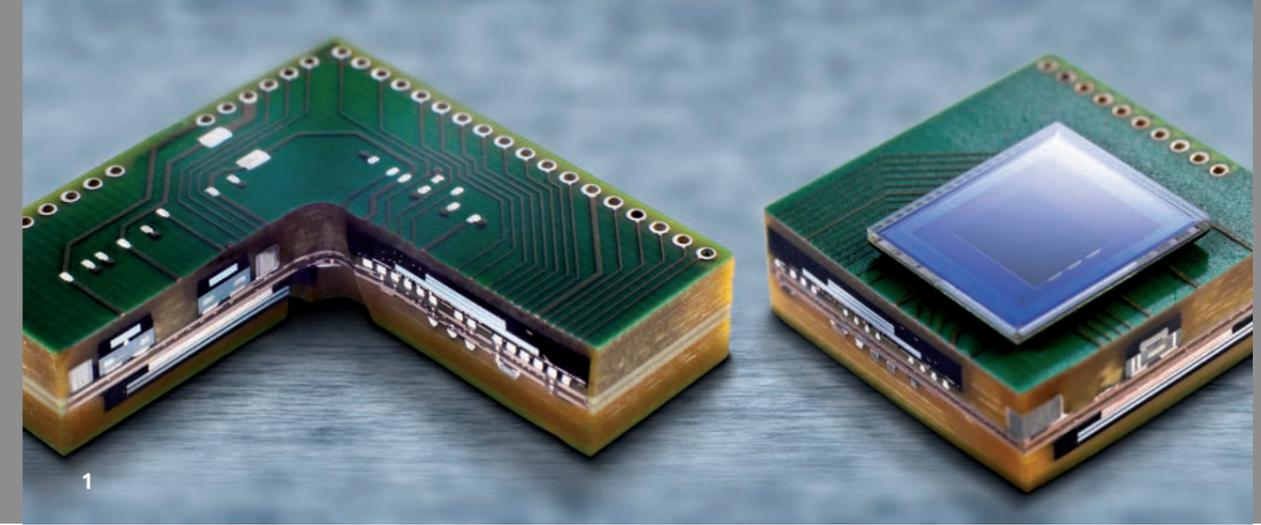
»Immer« und »überall« – sind zwei Begriffe, die das Internet der Dinge kennzeichnen. Basis dieser Vision sind zwei unterschiedliche Arten von Sensoren: Hochrobuste, spezialisierte sowie stark miniaturisierte, preiswerte Sensoren. Die einen werden benötigt, um an jedem noch so unwirtlichen Ort messen zu können, die anderen, um auch preis- oder bauraumsensitive Aufgaben messtechnisch erfassen zu können.

Im Projekt NANETT konnte im Zusammenspiel der verschiedenen Abteilungen des Fraunhofer IZM erfolgreich gezeigt werden, wie die Vision eines hochintegrierten Sensorknotens Wirklichkeit werden kann. Am Fraunhofer IZM wurden dazu in einer überaus kompakten Baugruppe (10x15x3 mm³) die Kernfunktionen eines Funksensorknoten entwickelt, bestehend aus Microcontroller, HF-Transceiver und integrierter Antenne. Mit dieser Baugruppe als Basismodul lassen sich durch Anschluss frei wählbarer Sensoren miniaturisierte, applikationsspezifische Sensorknoten schnell und mit vertretbarem Aufwand realisieren. Die Weiterentwicklung der Integrationstechnologien hinsichtlich Baugröße, Zuverlässigkeit und Kosten der Systeme sowie die hybride Integration der Funktionsblöcke machte es erforderlich, Techniken für Entwurf, Simulation und Test weiterzuentwickeln. Es wurden Designmethoden und Technologieflows für die Integration von Signal- und RF-Leitungen in 3D-Silizium-Stapelbauten entwickelt, die mit Hilfe von passiven Si-Interposern und unter Nutzung von RDLs realisiert worden sind.

Neben den Integrationstechnologien wurde Augenmerk auf die Reduzierung der elektrischen Leistungsaufnahme gelegt. Denn trotz oder gerade mit zunehmender Miniaturisierung ist eine wachsende Diskrepanz zwischen Leistungsbedarf und der im Knoten speicherbaren Energie zu beobachten. Konzepte zur energieeffizienten Kommunikation – sowohl komponentenseitig als auch im Hinblick auf die Vernetzungsstrategien der Sensorknoten – wurden ebenso entwickelt wie die Energieversorgung aus Umgebungenergie und ein effizientes Energiemanagement.

Die Arbeiten waren Teil des Verbundforschungsprojekts »NANETT – Kompetenznetzwerk für Nanosystemintegration – Anwendung von Nanotechnologien für energieeffiziente Sensorsysteme«, welches im Rahmen des Förderprogramms »Spitzenforschung und Innovation in den Neuen Ländern« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung durchgeführt wurde.

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



RF & SMART SENSOR SYSTEMS

Die Abteilung

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

Die Abteilung entwickelt und optimiert Methoden, Modelle, Maßnahmen und Werkzeuge für den optimierten Entwurf mikroelektronischer Systeme. Ziel ist ein integrierter Entwurfsprozess, der von der Simulation elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer Eigenschaften unterstützt wird. Die Ergebnisse der Simulationen werden in Funktions-, Volumen- und Zuverlässigkeitsanalysen überführt und unterstützen so anstehende Entwurfsentscheidungen. Die Schwerpunkte der Arbeiten der Abteilung liegen in den nachstehenden Bereichen:

- Entwurf und Integration miniaturisierter drahtloser Sensorsysteme
- HF- und High-Speed-Systementwurf
- Energieversorgung und Energiemanagement elektronischer Systeme

Dienstleistungen in 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

Internet der Dinge, Industrie 4.0, Cyber Physical Systems – kaum eine Zukunftsvision kommt mehr ohne diese Schlagworte aus. Grundlage jeder dieser Visionen sind vernetzte autarke Sensorknoten, die eigenständig operierend oder integriert in Geräte Maschinen oder Anlagen die notwendigen Daten liefern. Die damit geforderte Gesamtschau auf die Anwendungsumgebung führt zu einer wachsenden Bedeutung der Systemkonzeptionierung und zu einer stärkeren Verzahnung des Schaltungsdesigns mit der Technologieentwicklung. Eine Entwicklung, die im Fraunhofer IZM erfolgreich etabliert ist und kontinuierlich weiterentwickelt wird.

Für die Vernetzung derartiger Systeme sind in Zukunft Echtzeitfähigkeit, Robustheit, Reichweitenmanagement und höhere Datenraten von Bedeutung. Deshalb wurde die obere Frequenzgrenze für HF-Untersuchungen, einschließlich dielektrischer Materialcharakterisierungen, von 110 GHz auf 220 GHz angehoben. Sie umfasst damit das für die Zukunft wichtige Band um 122 GHz.

Ein Hardware-Software-Codesign wird ebenso unabdingbar wie Konzepte zur Energieversorgung der autark operierenden Sensorknoten. Low Power Design, Multimode Energy Harvesting sowie miniaturisierte Spannungswandler sind hier weitere wichtige Arbeitspunkte.

AKTUELLE FORSCHUNGSERGEBNISSE

Die Entwicklung hochminiaturisierter Sensorknoten für verteilte komplexe Sensornetzwerke ist Kernkompetenz der Abteilung RF & Smart Sensor Systems.

Autarke Sensorsysteme zur Steuerung von Energienetzen

Das energieautarke Sensornetzwerk ASTROSE® überwacht Stromleitungen, um die Durchleitungskapazitäten zu steigern. Die in Abständen von bis zu 500m am Leiterseil angebrachten Sensorknoten leiten die Messwerte drahtlos von Sensor zu Sensor bis an die Netzschaltstellen des Leitungsbetreibers weiter. 2014 hat sich dieses System mit 60 Sensorknoten unter den harten Praxisbedingungen eines Feldtestes bewährt.

Energieautarke Funksensorik zum Condition Monitoring

Verschleiß an Komponenten rechtzeitig erkennen, Maschinen erst dann warten, wenn es wirklich nötig ist: Im Verbundprojekt MoSe wird hierzu ein drahtloses Sensornetzwerk für den Einsatz in Schienenfahrzeugen entwickelt, welches vor Ort die Mess- und Analysedaten verdichtet und die Ergebnisse der Verschleißabschätzung einer Maintenance-Cloud zur Verfügung stellt. Neben präziser Sensorik, leistungsfähiger Datenverarbeitung und der Funkanbindung bildete die autarke Energieversorgung einen Schwerpunkt im Hardware-Design.

Modulare Spannungskonverter mit weitem Eingangsspannungsbereich

Für Anwendungen in der Bahntechnik wurden modular aufgebaute Konverter mit ausgesprochenem weitem Eingangsspannungsbereich von 19V–265V AC/DC entwickelt. Durch Parallelschaltung der modularen Interleaving-Konverter können nahezu beliebige Ausgangsleistungen bereitgestellt werden und die Flexibilität der Stromversorgung bezüglich beliebiger Verbraucherleistung gesteigert werden. Für die Netz- und Batteriespannung sind daher keine separaten Spannungskonverter mehr nötig.

Drahtlose Energieversorgung

Die drahtlose Ladetechnik bietet zusätzlichen Komfort für Nutzer mobiler Geräte und eröffnet neue Anwendungen. Für die technologische Realisierung der dazu nötigen Transformator-Spulen werden üblicherweise Litzdraht-Spulen verwendet. Im Projekt WIPOS wurden als Alternative integrierte Spulen in Leiterplattentechnik untersucht. Parallel dazu wurde die nötige Ladeelektronik untersucht. Die Ergebnisse wurden in Design-Werkzeuge und Demonstratoren umgesetzt und können für den Entwurf verwendet werden.

1 Miniaturisiertes modulares Kameramodul: 8 Lagen HDI-High-Speed-Design und zwei Lagen für Steckverbindung und Kameraaufbau mit stacked μ Vias ($\varnothing 50\mu\text{m}$), $60\mu\text{m}$ Leiterbahnweite und einer Platinengröße von $16 \times 16 \text{ mm}^2$

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

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

FRAUNHOFER IZM VERANSTALTUNGEN



Events und Workshops	Seite 62
Messeaktivitäten	Seite 66
Veranstaltungen 2015	Seite 68
Nachwuchsförderung am Fraunhofer IZM	Seite 70

EVENTS & WORKSHOPS

Workshop: Power Embedding

Welche Design-Konzepte sind für das Einbetten leistungselektronischer Systeme unverzichtbar? Wie müssen Materialien und Prozesse für effiziente und gleichermaßen zuverlässige Applikationen gestaltet sein? Diese und weitere Fragen beantwortete der Workshop »Power Embedding« am 2. Juli in Berlin.

Die Bedeutung der Aufbau- und Verbindungstechnik stieg in den vergangenen Jahren umso mehr, als leistungselektronische Schalter immer größere Spannungen immer schneller schalten und dabei gleichzeitig deren Stromtragfähigkeit kontinuierlich gesteigert wurde. Am Ende dieser Entwicklung bestimmen nicht mehr die Eigenschaften des Siliziums, sondern die den Schalter mit der Außenwelt verbindenden Strukturen die elektronischen Funktionen des Systems. Das am Fraunhofer IZM entwickelte Konzept des Power Embedding, ursprünglich für mikroelektronische Anwendungen mit extrem hoher Packungsdichte gedacht, gestattet eine zugleich effiziente wie hochzuverlässige Produktrealisierung. Über vierzig Experten nutzten die Gelegenheit, dieses spannende Konzept unter Design-Aspekten und hinsichtlich der Materialien und Prozesse auf seine Produktnähe zu testen.

Workshop: Laser Technology for Electronic Manufacturing

Wie können Lasertechnologien für Fertigungsprozesse in der Elektronik optimal genutzt werden? Dieser Frage widmete sich das Fraunhofer IZM zusammen mit namhaften Maschinenherstellern im Workshop »Laser Technology for Electronic Manufacturing: New Trends in Wafer Processing, Printed Circuit Boards and Photonic Packaging« am 3. Juli 2014 in Berlin. Der Workshop präsentierte die Vorzüge und Potenziale von Lasertechnologien und verwandten Prozessen aus drei unterschiedlichen Perspektiven: Beginnend mit lasergestützten Verfahren

in der Waferlevel-Lithografie wurden Vorteile wie die maskenlose Waferprozessierung, aber auch Herausforderungen wie die Limitierung kompatibler Materialien oder Auflösungsaspekte beleuchtet.

Darüber hinaus standen die präzise Formgebung von Durchkontaktierungen und Verdrahtungen in Leiterplatten mit Chip-Einbettungen im Vordergrund. Abschließend bot der Workshop aktuelle Trends im hochgenauen Prozessieren von Glas einschließlich Schneiden und Schweißen sowie dem Präzisionsbruch für Wellenleiterverbindungen in planaren Glasstrukturen für optische Komponenten.

Workshop: Photonic Packaging

Steigende Bandbreiten in der Daten- und Telekommunikation erfordern neue Konzepte zur Integration photonischer Systeme. Mit der Miniaturisierung von Lichtquellen sowie einer Vielzahl optischer Sensoren gehen außerdem Aspekte der Kostenreduktion und Zuverlässigkeit einher. Das Photonic Packaging übernimmt hierbei eine entscheidende Rolle und deckt die gesamte Bandbreite von Einzel-Packages, Modulen oder Subsystemen mit mindestens einer optoelektronischen Komponente bzw. optischen Verbindungen ab.

Der Workshop »Photonic Packaging« am 10. und 11. September 2014 in Berlin widmete sich daher effizienten europäischen Fertigungsstrategien und automatisierten Aufbautechniken für optoelektronische und photonische Integration auf Leiterplatten-, Package- und Komponenten-ebene. Bemerkenswert war die Offenheit, mit der OEM, Zulieferer und Fertiger mit den Experten des Fraunhofer IZM die Möglichkeiten, aber auch spezifische Herausforderungen enger Toleranzgrenzen, Anforderungen photonischer Systeme und der Wertschöpfungskette diskutierten.



Fraunhofer IZM-ASSID präsentiert sich bei der Dresdener Langen Nacht der Wissenschaften am 4. Juli

»Mitmachen, Nachmachen, Durchmachen« – unter diesem Motto fand am 4. Juli die 12. Dresdener Lange Nacht der Wissenschaften statt. Das Fraunhofer IZM »All Silicon System Integration Dresden – ASSID« bot auch in diesem Jahr dem wissenschaftsinteressierten Publikum aus Dresden und Umland ein buntes Programm rund um die 3D-Mikrointegration. Die beliebten Reinraum-Touren erlaubten Einblicke in das Herz des Fraunhofer IZM-ASSID, an anderen Stationen wurden Groß und Klein die Mikroskopie und Mikrochipanalytik sowie die kleinste Mikrokamera der Welt anschaulich näher gebracht. Vorträge, Thermografie-Scanner und ein Quiz rundeten das Angebot ab.

Neben der »Dresdner Langen Nacht der Wissenschaften« beteiligte sich das Fraunhofer IZM-ASSID auch dieses Jahr am Juniordoktorprogramm des Netzwerkes »Dresden – Stadt der Wissenschaften«, um insbesondere Schülerinnen und Schüler für die 3D-Mikroelektronik zu begeistern.

ERSA macht Halt im ZVE auf seiner Rework-Praxis-Tour 2014

Ende September fand im Zentrum für Verbindungstechnik in der Elektronik (ZVE) in Oberpfaffenhofen eine Schulungsveranstaltung der Firma Ersa im Rahmen ihrer Rework-Praxis-Tour 2014 statt. Dabei erhielten die Teilnehmer – unter anderem Verantwortliche für den Bereich Reparatur und Nacharbeit wie auch Ausführende des Prozesses in der Produktion – einen Einblick in den Rework-Prozess. Drei verschiedene Geräte-Lösungen für die Rework-Prozesse von QFP, BGA und QFN wurden an praktischen Beispielen vorgestellt. Die Teilnehmer konnten anschließend selbst tätig werden. Hierbei konnte auch das am ZVE vorhandene Rework-System Ersa IR/PL 550 verwendet werden. Das ZVE bietet als Teil seines breiten Schulungsangebotes jeweils zweimal jährlich einen 2-tägigen Kurs zur Inspektion und Reparatur von BGA, CSP und QFN und zum Reparaturlöten von SMT-Baugruppen an. Interessierte und Verantwortliche können sich zudem während eines 5-tägigen Kurses als Trainer bzw. Spezialist nach IPC-7711/21 (Reparatur, Modifikation und Nacharbeit) zertifizieren lassen.

Tutorials für das European Center for Power Electronics (ECPE)

Auch in diesem Jahr beteiligte sich das Fraunhofer IZM an der Vorbereitung und Durchführung von Tutorials und Seminaren für das ECPE und das Cluster Leistungselektronik Bayern. Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) in der Leistungselektronik ist das zentrale Thema diverser Veranstaltungen, die regelmäßig unter der Leitung des IZM stattfinden. Unter diesen ist auch ein Laborkurs, dessen Inhalte vorwiegend durch praktische Arbeiten im Labor wie Messungen, Modifikation von Schaltungen mit dem Lötkolben und Schaltungsoptimierung vermittelt werden.

1 Zur Langen Nacht der Wissenschaften in Dresden kommen die Kleinen ganz groß raus. Mit besonderem Interesse für Halbleiterforschung konnten sogar Junior-Doktoren »promovieren«



1

1 Ministerialdirektor Prof. Wolf-Dieter Lukas ehrt Institutsleiter Prof. Klaus-Dieter Lang beim Festakt anlässlich seines 60. Geburtstags

2 Das Fraunhofer IZM als Vorjahres-Gewinner trug das größte Fraunhofer-Fußball-Turnier aller Zeiten aus



2

Weitere Veranstaltungen unter Beteiligung des Fraunhofer IZM 2014	
OTTI Fachforum: Schutzmaßnahmen zur Klimasicherheit elektronischer Baugruppen	März 2014, Regensburg
Symposium: 1. Optical Interconnect in Data Centers	März 2014, Berlin
ECPE LabCourse: EMC Optimised Design (Parasitics in Power Electronics)	März/April 2014, Berlin
ECTC Tutorial: Moisture and Media Influence on Microelectronic Package Reliability	Mai 2014, Orlando, USA
Workshop: Alterung von Laserdioden und LED	Mai 2014, Nürnberg
Seminar: Zuverlässigkeitsmanagement	Juni 2014, Berlin
14th International Symposium on the Science and Technology of Lighting	Juni 2014, Como, Italien
VDI-Konferenz: Lebensdauer und Qualitätssicherung in der LED-Beleuchtung	Juni 2014, Düsseldorf
Seminar: Autarke Funksensoren	Juli 2014, Berlin
Workshop Lichtforum NRW: LED Aufbau- und Verbindungstechnik in Power und CoB-Systemen	August 2014, Arnsberg
FED-Konferenz: Qualität und Zuverlässigkeit von Leiterplatten und Baugruppen,	September 2014, Bamberg
Workshop: Mechanische Anschluss-technik Crimpen nach Industriestandard	Oktober 2014, Wessling-Oberpfaffenhofen
Workshop: Parasitäre Effekte in der Leistungselektronik	November 2014, Berlin

Fachsymposium, Forschungspreis, Feiern – drei Anlässe, eine Veranstaltung

Seit mehreren Jahren bittet das Fraunhofer IZM in lockerer Reihenfolge zu Fachsymposien, um Kunden und Partnern den gegenwärtigen Stand der Technik und zukünftige Trends im Electronic Packaging zu präsentieren. Am 16. Dezember war es wieder so weit: Rund 300 Gäste waren der Einladung des Instituts in das Scandic-Hotel am Potsdamer Platz gefolgt, um sich von hochkarätigen Referenten aus Forschung und Industrie über aktuelle Trends informieren zu lassen. Eingangs referierte Prof. Wolfgang Scheel, früherer Abteilungsleiter am Fraunhofer IZM, über die Geschichte

der Leiterplattentechnologie. Im nächsten Vortrag thematisierte Hans-Joachim Friedrichkeit vom PCB-Network die Zukunft der Leiterplatte als semiaktives Integrationsmodul. Prof. Herbert Reichl, ehemaliger Institutsleiter des Fraunhofer IZM, wagte Prognosen über die technologischen Randbedingungen des Internet of Things. Höhere Investitionen in die Bildung forderte Dr. Gerd Teepe von Globalfoundries, der beeindruckende Zahlen zu ökonomischen und gesellschaftlichen Auswirkungen der Mikroelektronik-Entwicklung präsentierte. Dr. Dirk Woywod von der Bundesdruckerei GmbH illustrierte die Herausforderungen zukünftiger Sicherheitsdokumente, bevor schließlich der stellvertretende IZM-Institutsleiter Rolf Aschenbrenner den zu erwartenden Beitrag des Fraunhofer IZM zu diesen künftigen Entwicklungen veranschaulichte, vor allem die ‚Dual Integration‘ genannte Verknüpfung von Aufbautechniken auf Panel und Wafer Level.

Im Anschluss an die Fachveranstaltung wurde Prof. Klaus-Dieter Lang, Leiter des Fraunhofer IZM, anlässlich seines 60. Geburtstags von Festrednern aus Politik und Forschung geehrt. Staatssekretär Guido Beermann von der Berliner Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und Forschung sowie Ministerialdirektor Prof. Wolf-Dieter Lukas vom BMBF beschrieben das Zusammenwirken von Forschungsförderung und Innovation. Der TU-Präsident Christian Thomsen, Fraunhofer-Vorstand Prof. Gossner und der Direktoriums vorsitzende des Verbunds Mikroelektronik, Prof. Hubert Lakner, ehrten die Leistungen Klaus-Dieter Langs.

Den Abschluss der Veranstaltung im Scandic-Hotel bildete die Verleihung des Fraunhofer IZM Forschungspreises an Dr.-Ing. Tanja Braun. Sie wurde geehrt für ihre herausragenden Arbeiten zur »Charakterisierung, Prozessierung und Zuverlässigkeitsbewertung von Verkapselungsmaterialien in der Mikroelektronik«. Bei einem Empfang im historischen Wasserwerk in Berlin-Wilmersdorf klang der Tag festlich aus.

Laufende Forschung – IZM-Wissenschaftler auch sportlich erfolgreich

Nicht nur für die Fitness, sondern auch zur Vernetzung traten auch in diesem Jahr wieder athletische KollegInnen des Fraunhofer IZM erfolgreich zur TEAM-Staffel und zum Berliner Firmenlauf an. Gleich in sechs Mannschaften beteiligten sich 30 Läufer und Läuferinnen bei der 15. TEAM-Staffel der Berliner Wasserbetriebe. Unter über 5.000 Staffeln konnte sich ein Team den 108. Platz erlaufen. Die 5x5 km legten sie in 1:48:21 zurück.

Auch beim Berliner Firmenlauf bewiesen Fraunhofer-Mitarbeiter, dass sie nicht nur forschen können. Aus allen Berliner Fraunhofer-Instituten stellten sich 365 Läufer und Läuferinnen am 28. Mai 2014 der Herausforderung, die 6 km lange Strecke in bester City-Lage zu absolvieren. Das Fraunhofer IZM beteiligte sich mit 40 wackeren Läufern.

Fraunhofer-Fußballturnier 2014

Parallel zur Fußball WM in Brasilien fand Anfang Juli in Berlin das diesjährige Fraunhofer-Fußballturnier statt. Organisiert wurde es vom Fraunhofer IZM, dem Cup-Winner des letzten Jahres. Das spannende Turnier – mit 36 Mannschaften und rund 400 Beteiligten das größte Fraunhofer-Turnier aller Zeiten – endete wie letztes Jahr mit einem Elfmeterschießen, in dem sich das Team vom Fraunhofer IFAM aus Bremen mit 2:0 gegen das Aufgebot vom Fraunhofer ICT aus Pfinztal durchsetzte.

Radeln für's Klima

Ebenfalls im Juli traten die IZM-Kollegen vom MMZ in Oberpfaffenhofen beim Starnberger Stadtradeln für das Klima orientlich in die Pedale: In drei Wochen legten sie auf ihren Velos eine Strecke von über 2.100 km zurück und sorgten somit für eine CO₂-Ersparnis von 333 kg.



MESSEAKTIVITÄTEN

Innovationen zu präsentieren bleibt zentraler Bestandteil unserer Arbeit: Über ein Dutzend mal zeigte das Fraunhofer IZM 2014 auf verschiedenen Fachmessen in Deutschland, Europa und Übersee seine neuesten Entwicklungen.

Gleich zu Beginn des Messejahres im Januar ging es für die Wissenschaftler des Fraunhofer IZM ASSID nach Grenoble. Dort fand unter dem Dach von SEMI Europe der »European 3D-TSV Summit« statt. Auf der Konferenz mit begleitender Messe, die vom Fraunhofer IZM ASSID maßgeblich mit organisiert wurde, standen 3D-TSV-Technologien im Fokus und wurden sowohl von der Business- als auch von der Technologieseite beleuchtet.

Nach einem Gastspiel des Fraunhofer IZM auf der Photonics West in San Francisco (USA) im Februar, wo neue Entwicklungen im Bereich der optischen Technologien präsentiert wurden, ging es im März nach Wien auf die Smart Systems Integration. Die Konferenz ist Teil der EPOSS-Aktivitäten (the European Technology Platform on Smart Systems Integration) und die internationale Kommunikationsplattform schlechthin für Forschungseinrichtungen und Fertiger aus dem Bereich des Electronic Packaging. Auch in diesem Jahr trugen die Forscher des Fraunhofer IZM zum Konferenzprogramm bei und präsentierten die Aktivitäten des Instituts im Bereich des Electronic Packaging auf der begleitenden Messe.

Höhepunkt der Frühjahrmessen war wie jedes Jahr die SMT in Nürnberg. Am Messestand des Fraunhofer IZM informierten sich dieses Jahr außergewöhnlich viele Besucher über die aktuellsten Trends der Aufbau- und Verbindungstechnik aus den IZM-Laboren. Besonderer Publikumsmagnet war eine miniaturisierte, intelligente Kamera, deren Volumen mit nur 3 cm³ die Größe vergleichbarer Geräte anderer Hersteller deutlich unterschreitet. Gleichzeitig begeisterte ein textiles Display die Besucher: 64 flexible und farbige SmartPixels, bestehend aus individuell konfigurierbaren RGB-Lichtquellen, brachten eine Jacke zum Leuchten und versetzten die Besucher in Staunen.

Internationale Experten für Leistungselektronik und Antriebstechnik trafen sich im Mai auf der Power Conversion Intelligent Motion (PCIM) in Nürnberg, der größten europäischen Messe in diesem Bereich. Das Fraunhofer IZM stellte dort seine komplette Dienstleistungspalette für Leistungselektronik vor. Highlights am IZM-Stand waren ein niederinduktives Leistungsmodul mit eingebetteten Chips, das parasitäre Effekte minimiert und so einen deutlichen Stromanstieg möglich macht, und ein neu entwickelter Stromsensor, der besonders hochfrequenten Strom messen kann.

Industrie 4.0 live auf der SMT

Bereits zum fünften Mal organisierte das Applikationszentrum am Fraunhofer IZM vom 6. bis 8. Mai 2014 den Auftritt der Future Packaging-Fertigungslinie auf der SMT Hybrid Packaging.

Neben der live produzierenden Fertigungslinie konnten die vielen interessierten Besucher am Gemeinschaftsstand das erfolgreiche Zusammenspiel von Forschung und Industrie erleben. Zu dem breiten Ausstellerspektrum gehörten z. B. wissenschaftliche Institute, Maschinenproduzenten oder Bauteil-Zulieferer. Das große Thema von Stand und Produktionslinie war in diesem Jahr: »Industrie 4.0 – Mit neuen Technologien auf den Weg zur Losgröße 1«. Einen weiteren Ausstellungsschwerpunkt bildeten Produkte und Dienstleistungen für das Fertigungsumfeld.

1 Auf der Laser Optics Berlin stellte IZM-Institutsleiter Prof. Klaus-Dieter Lang den Besuchern Guido Beermann, Staatssekretär in der Berliner Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und Forschung und Michal Olszewski, stellvertretender Oberbürgermeister von Warschau, aktuelle IZM-Entwicklungen vor

Auswahl der Messeaktivitäten des Fraunhofer IZM 2014	
AAL-Kongress	Januar 2014, Berlin
European 3D-TSV Summit	Januar 2014, Grenoble, Frankreich
Photonics West	Februar 2014, San Francisco, USA
Laser Optics Berlin	März 2014, Berlin
Smart Systems Integration	März 2014, Wien, Österreich
SMT	Mai 2014, Nürnberg
PCIM	Mai 2014, Nürnberg
Semicon Russia	Mai 2014, Moskau, Russland
ECTC	Mai 2014, Orlando, USA
Sensor+Test	Juni 2014, Nürnberg
ESREF	September/Oktober 2014, Berlin
Semicon Europa	Oktober 2014, Grenoble, Frankreich
IMAPS	Oktober 2014, San Diego, USA
Compamed	November 2014, Düsseldorf
Electronica	November 2014, München
Semicon Japan	Dezember 2014, Tokio, Japan

VERANSTALTUNGEN 2015

Regelmäßige Workshops am Applikationszentrum des Fraunhofer IZM

Auch im Jahr 2015 steht Ihnen wieder unser umfangreiches Workshop-Programm zur Verfügung. Aus erster Hand erhalten Sie das Know-how 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] Seminar Zuverlässigkeitsmanagement

Regelmäßig veranstaltet das Fraunhofer IZM Weiterbildungsseminare zum Thema »Zuverlässigkeitsmanagement« statt. Im Mittelpunkt steht die Vermittlung von Methoden zur Absicherung der Zuverlässigkeit im Entwicklungs- und Produktionsprozess elektronischer Systeme.

Inhalt

- Zuverlässigkeits-relevante Randbedingungen
- Belastungstests auf Basis von Ausfallmechanismen und Alterungsmodellen
- Bewertung der Zuverlässigkeit von Systemen
- Zustandsüberwachung

Dieses Seminar richtet sich vorzugsweise an Qualitätsmanager und Zuverlässigkeitsingenieure, die Entscheidungsprozesse im Rahmen der Produktentwicklung und Qualitätssicherung durchführen bzw. begleiten.

Termin: 11.–12. Juni 2015

[2] 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.



[3] Arbeitskreis Richtlinien-konformes Design für WEEE, RoHS und EuP

Im Arbeitskreis, der regelmäßig im Fraunhofer IZM tagt, werden Fragen und Probleme der Umsetzung der EU-Richtlinien WEEE, RoHS und EuP thematisiert.

Inhalt

- aktueller Stand der nationalen und internationalen Rechtslage
- Methoden und Werkzeuge für die Entwicklung umweltgerechter Produkte
- Deklaration von Inhaltsstoffen

Der Arbeitskreis wird vom ZVEI, der BITKOM und dem FED unterstützt. Die Leitung und Organisation des Arbeitskreises liegt beim Fraunhofer IZM.

Diese Veranstaltung richtet sich an Verantwortliche zur Umsetzung dieser Richtlinien aus Industrie- und Wirtschaft.

Termine: 9. Juni und 17. November 2015

[4] 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.

[5] Workshop Micro Battery and Capacitive Energy Harvesting

Mikrobatterien und die Kombination derer mit kapazitiven Wandlern zur Energiegewinnung stehen im Fokus dieses Workshops.

Inhalt

- Entwicklung integrierbarer Mikrobatterien
- Ultra-Low-Power Batteriemangement
- Forschungsergebnisse des EU-Projekts MATFLEXEND
- flexible Materialien, Wearable Electronics, Textilintegration
- Materialentwicklung, Device-Optimierung, Simulation

Diese Veranstaltung richtet sich an Materialentwickler von Mikrobatterien und Nano-Materialien für Energy Harvester sowie an Entwickler von Stromversorgungstechnologien für miniaturisierte Elektronik und Textilintegration.

Termin: 27. April 2015

[6] Arbeitskreis Systemzuverlässigkeit von Aufbau- und Verbindungstechnologien

Der Arbeitskreis ist seit mehreren Jahren ein Forum, in dem Herausforderungen und Lösungsansätze aus der industriellen Anwendung und Forschung mit Partnern aus der Industrie diskutiert und wissenschaftlich hinterfragt werden.

Inhalt

- Prozesseinflüsse, Whiskerbildung, Elektromigration
- Langzeitzuverlässigkeit
- Feldverhalten kompletter Systeme

Der Arbeitskreis wird vom ZVEI und dem FED unterstützt. Die Leitung und Organisation des Arbeitskreises liegt beim Fraunhofer IZM. Die Veranstaltung wendet sich an AVT-Experten aus Industrie und Forschung.

NACHWUCHSFÖRDERUNG AM FRAUNHOFER IZM

Die Zukunft unserer Branche fußt auf dem naturwissenschaftlichen Nachwuchs. Das Fraunhofer IZM fördert diesen seit über sechzehn Jahren und profitiert schon lange selbst davon. Ein zentraler Pfeiler der Förderung ist die duale Berufsausbildung. Aber auch viele weitere Möglichkeiten wie Führungen oder Praktika erlauben einen Einblick in die Ausbildungs- und Studiemöglichkeiten für naturwissenschaftliche (MINT-) Berufe. Auffällig und besonders erfreulich sind das zunehmende Interesse sowie die inzwischen äußerst erfolgreiche Beteiligung junger Frauen.

Girls' Day 2014 am Fraunhofer IZM

Zum 11. Mal in Folge hat auch dieses Jahr wieder ein Girls' Day am Fraunhofer IZM stattgefunden. Nach kurzer Einführung und kleinem Quiz ging es ans Eingemachte: Die elf jungen Mädchen durften ein altes Handy auseinandernehmen und nach einer kurzen Bestimmung der verschiedenen Einzelteile wieder zusammenbauen. Darauf bekamen sie Einblicke in verschiedene Bereiche des Instituts und durften selbst Hand anlegen, etwa bei der automatisierten Lötbestückung von Leiterplatten oder beim Einbetten, Schleifen, und Analysieren elektronischer Bauteile und der Durchführung eines Zykeltests. Auch den Aufbau einer elektronischen Schaltung, z. B. in Form einer leuchtenden Figur, sowie eine Metallisierung von strukturiertem Leiterplattenmaterial, einschließlich Polieren und Mikroskopie am Querschliff, konnten die Schülerinnen eigenhändig begleiten.

Eine Führung durch den Grauraum, von wo die Arbeit in verschiedenen Reinräumen beobachtet werden konnte, rundete den für die Mädchen aufregenden Tag am Fraunhofer IZM schließlich ab.

Offene Türen für junge Talente

Zusammen mit FemTec versucht das Fraunhofer IZM Schülerinnen und Schülern mit Schwerpunkten in MINT-Fächern die

Studienwahl zu vereinfachen. Im Rahmen des so genannten »Talent Take Off« öffnete es für 30 Interessierte der 10. bis 13. Klasse am 23. April seine Türen und Labore. Nach einer Einführung in das Fraunhofer IZM und dessen Forschungsfelder ging es für die Schüler in die ausgewählten Labore des Hauses. Dazu gehörten die Bereiche Advanced System Engineering, Thermal & Environmental Analysis, Electronics Condition Monitoring, Adaptive Systemintegration, das Textillabor und als kleines Highlight: der Reinraum. Während der Laborbesuche hatten die Schülerinnen und Schüler nicht nur die Möglichkeit hinter die Kulissen der Forschung zu schauen und sich die Prozesse und Geräte erklären zu lassen, sondern sie durften auch selber tätig werden, etwa bei Messungen zur thermischen Analyse elektronischer Baugruppen. Der Tag endete bei einer Diskussionsrunde mit Forschern des Fraunhofer IZM, bei der nicht nur inhaltliche Fragen zu den Führungen, sondern auch ganz private Fragen nach den persönlichen Werdegängen der Experten gestellt wurden. Für viele stand schließlich die Erkenntnis fest: Viele Wege führen zum Fraunhofer IZM!

Fraunhofer IZM beteiligt sich an Entertechnik – »Technisches Jahr für junge Frauen«

Im Rahmen seiner Ausbildungstätigkeiten beteiligte sich das Fraunhofer IZM auch dieses Jahr wieder als eines von 16 Unternehmen aus Berlin-Brandenburg an der Aktion »Entertechnik –



Technisches Jahr für junge Frauen«. Es bietet jungen Frauen mit mittlerem Schulabschluss oder Abitur 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 lernten vier junge Frauen während ihres Praktikums das Tätigkeitsfeld der Mikrotechnologin in verschiedenen Laborbereichen genauer kennen. Beim Praktikum in den Laboren können sich die Teilnehmerinnen für einen der drei Bereiche Reinraumprozesse, Materialprüfung oder Substrattechnologie entscheiden.

Besonders erfreulich ist, dass mit Jessica Kazuch eine der Teilnehmerinnen ihre vorherige Skepsis gegenüber den MINT-Berufen verlor und im September ihre Ausbildung zur Mikrotechnologin begann – ein weiterer Grund für das Fraunhofer IZM, sich weiterhin in diesem Bereich zu engagieren.

Schülerpraktikum & FÖJ – Energieeffizienz von Industrieservern

Der bereits im Jahr 2013 durchgeführten Untersuchung von Tablets auf ihre Recycling- und Reparaturfreundlichkeit folgte 2014 nun die Inspektion von Industrieservern: Die derzeitige Teilnehmerin des freiwilligen ökologischen Jahres analysierte zusammen mit einer Schülerpraktikantin das thermische Management solcher Server. Aus den Ergebnissen lassen sich Rückschlüsse auf Energie- und Ressourceneffizienz der Geräte ziehen.

Ehrung von July Kierdorf als beste Auszubildende durch den Fraunhofer-Vorstand

Mit July Marie Kierdorf wurde zum wiederholten Mal eine Auszubildende des Fraunhofer IZM als Kammerbeste der IHK Berlin geehrt. Damit gehört die Mikrotechnologin zu den zwölf besten Azubis der gesamten Fraunhofer-Gesellschaft. Im November wurde sie in der Münchener Zentrale der Fraunhofer-Gesellschaft für ihre exzellente Abschlussprüfung ausgezeichnet. July Marie Kierdorf reiht sich somit in eine mittlerweile langjährige Tradition hervorragender Absolvent/innen am Fraunhofer IZM ein. In der intensiven Förderung der kommenden Generation – insbesondere auch der weiblichen Nachwuchskräfte – sieht das Institut eine besondere Verantwortung.

Während ihrer dreijährigen Ausbildung durchlief July Marie Kierdorf sämtliche Prozesse der Leiterplatten-Herstellung sowie der Chipeinbett-Technologie. Dabei wurde sie hauptsächlich von Ausbildungsbetreuer Stefan Karaszkiwicz begleitet. Nach ihrem Abschluss ist sie für den IZM-Partner im Forschungsschwerpunkt »Technologien der Mikroperipherik« an der TU-Berlin tätig.

1 Volle Konzentration
beim Talent Take Off

2 Nachwuchswissenschaft-
lerinnen zu Besuch im EMV-
Labor des Fraunhofer IZM

FRAUNHOFER IZM FACTS & FIGURES



Das Fraunhofer IZM in Fakten und Zahlen	Seite 74
Auszeichnungen	Seite 76
Dissertationen, Editorials, Best Paper	Seite 78
Vorlesungen	Seite 79
Mitgliedschaften	Seite 80
Kooperationen mit der Industrie	Seite 82
Publikationen	Seite 84
Patente und Erfindungen	Seite 90
Kuratorium	Seite 91
Kontaktadressen	Seite 92
Impressum	Seite 95



DAS FRAUNHOFER IZM IN FAKTEN UND ZAHLEN

Finanzielle Situation

Der Umsatz des Fraunhofer IZM betrug im Jahr 2014 27,7 Millionen Euro. Die Aufträge aus deutschen und internationalen Industrieunternehmen sowie von Wirtschaftsverbänden blieben im Vergleich zum Vorjahr stabil. Sie stiegen um 1 Prozent, was einer Gesamtsumme von 10,8 Millionen Euro entspricht.

Auch bei den öffentlich geförderten Projekten mit Unterstützung von Bund, Ländern und EU blieb das Projektvolumen mit 11,8 Millionen Euro stabil.

Insgesamt deckte das Fraunhofer IZM seinen Betriebshaushalt zu 82,1 Prozent mit externen Erträgen. Dies entspricht einer Summe von 22,6 Millionen Euro.

Geräteinvestitionen

Für laufende Ersatz- und Erneuerungsinvestitionen wurden im Jahr 2014 Eigenmittel in Höhe von 0,7 Millionen Euro aufgewandt. Diese Mittel wurden eingesetzt, um die Geräteausstattung des Fraunhofer IZM mit gezielten Einzelmaßnahmen zu verbessern und die Effizienz vorhandener Anlagen zu erhöhen.

Diese Summe fällt im Vergleich zu den Vorjahren relativ gering aus. Das liegt daran, dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer IZM mit dem Aufbau und der Inbetriebnahme des Innovationszentrums Heterointegrationstechnologien für applikationsadaptierte Multifunktionselektronik (AdaptSys) die Möglichkeit erhielten, grundsätzlich neue moderne Geräte und Anlagen zu beschaffen. Diese Maßnahme wird mit Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE), des Landes Berlin und des BMBF in Höhe von 40 Millionen Euro in den Jahren 2012 bis 2015 realisiert und ist inzwischen weitgehend abgeschlossen.

Weitergehende Informationen zur Ausstattung und zu den Möglichkeiten des Innovationszentrums finden Sie auf Seite 34 in diesem Bericht.

Begleitend zu AdaptSys baute das Fraunhofer IZM weitere Laborflächen um und aus. Hierfür wurden 2014 für mehrere Maßnahmen ca. 2,1 Millionen Euro eingesetzt. Zum Beispiel wurde im Erdgeschoss ein neuer Reinraum mit einer Laborfläche von 480 m² in Betrieb genommen.

Personalentwicklung

Der Personalbestand blieb an den IZM-Standorten Berlin, Dresden/Moritzburg und Oberpfaffenhofen im Jahr 2014 im Vergleich zu den Vorjahren stabil. Zum Jahresende wurden 223 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter beschäftigt.

Zusätzlich bietet das Institut Studierenden die Möglichkeit ihr Studium mit praktischer wissenschaftlicher Arbeit in den Büros und Laboren des Fraunhofer IZM zu verbinden. Zum Jahresende 2014 sind 121 Praktikanten, Diplomanden und studentische Hilfskräfte am Fraunhofer IZM betreut worden.

Das Fraunhofer IZM stellt sich der Aufgabe Ausbildungsplätze zur Verfügung zu stellen. Neu hinzugekommen ist der Ausbildungsberuf Kauffrau/Kaufmann für Büromanagement. Weiterhin in der Ausbildung befinden sich Mikrotechnologen und eine Kauffrau für Bürokommunikation. Im Jahr 2014 stieg die Zahl der Auszubildenden auf insgesamt zehn.

Das Fraunhofer IZM 2014

Umsatz	27,7 Millionen Euro
Externe Erträge	22,6 Millionen Euro (entspricht 82,1 Prozent)
Standorte	Berlin, Dresden und Oberpfaffenhofen
Anzahl Mitarbeiter	354 (davon 121 Studierende, Diplomanden, Praktikanten und 10 Azubis)



AUSZEICHNUNGEN

Klaus-Dieter Lang mit der Fraunhofer-Medaille geehrt

Eine besondere Ehrung wurde dem Institutsleiter des Fraunhofer IZM, Prof. Klaus-Dieter Lang, am 16. Dezember zuteil: In Anerkennung seiner Verdienste wurde ihm auf Beschluss des Fraunhofer-Vorstands die Fraunhofer-Medaille verliehen. Überreicht wurde ihm die Medaille von Prof. Alfred Goßner vom Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft anlässlich des Fachsymposiums »Microelectronic Packaging in the 21st Century«. In seiner Laudatio würdigte Goßner insbesondere Langs Expertise im Sinne Joseph von Fraunhofers – die exzellente Verknüpfung wissenschaftlicher Kreativität mit effizientem Innovationsmanagement.

Prof. Lang hat die Geschicke des Fraunhofer IZM seit der Gründung des Instituts im Jahr 1993 an maßgeblichen Stellen mitgeprägt. 2011 übernahm er die Leitung des Instituts und gleichzeitig des Fachgebiets »Nano Interconnect Technologies« an der Technischen Universität Berlin. Unter seiner Ägide wurde das Fraunhofer IZM vom Wissenschaftsrat hinsichtlich der wissenschaftlichen Exzellenz zur besten deutschen Forschungseinrichtung im Bereich Elektrotechnik ausgezeichnet.

IZM-Forscher Ivan Ndip zum IMAPS-Fellow ernannt

Die International Microelectronics Assembly and Packaging Society (IMAPS) hat Ivan Ndip im Oktober zum Fellow ernannt. Geehrt wurde der Leiter der Abteilung RF & Smart Sensor Systems am Fraunhofer IZM für seine herausragenden Verdienste im Bereich der Hochfrequenztechnik und für die Wahrnehmung vielfältiger Führungsaufgaben innerhalb der Organisation. IMAPS ist die weltweit größte Vereinigung für die Entwicklung von Mikroelektronik und Electronic-Packaging-Technologien. Eine »Fellowship« ist die höchste Auszeichnung, die einem Mitglied angetragen werden kann.

Victoria Schuldt erhält Clara von Simson-Preis

Für ihre Diplomarbeit »Immobilization of mRNA and magnetic force actuated particle transfer for on-chip automation of cell-free protein synthesis« wurde Victoria Schuldt am 11. Juli 2014 mit dem 1. Preis des diesjährigen Clara von Simson-Preises der TU Berlin ausgezeichnet. Der Preis wird alljährlich an die besten weiblichen Absolventinnen vorwiegend aus den Natur- und Technikwissenschaften verliehen. Die Diplomarbeit entstand im Rahmen des Fraunhofer Leitprojekts »Zellfreie Bioproduktion«, an dem sich die Fraunhofer-Institute IZM und IBMT beteiligen. Nicht nur die fachliche Leistung und der Innovationsgehalt der Arbeit überzeugten: Darüber hinaus waren Interdisziplinarität, Praxisbezug und das gesellschaftspolitische Engagement der Preisträgerin ausschlaggebend für die Preisvergabe.

Alireza Rezaei gewinnt PCB Design Award des FED

IZM-Forscher Alireza Rezaei wurde im September mit dem PCB Design Award der 22. FED-Konferenz ausgezeichnet. Die Konferenz gehört zu den wichtigsten Veranstaltungen der Elektronikindustrie im deutschsprachigen Raum. Mit der Auszeichnung ehrt der Fachverband für Design, Leiterplatten und Elektronikfertigung (FED) besondere Leistungen von Leiterplattendesignern. Sie ist in diesem Fall auch als Anerkennung der exzellenten Arbeit der Gruppe »Sensor Nodes & Embedded Microsystems« am Fraunhofer IZM zu werten.

IZM-Wissenschaftler werden zu Honorarprofessoren in Berlin und Aalborg berufen

Mit Eckart Hoene und Martin Schneider-Ramelow sind im August gleich zwei IZM-Wissenschaftler zu Honorarprofessoren berufen worden. Eckart Hoene, seit 17 Jahren am Institut und dort Gruppenleiter für den Bereich »EMV leistungselektronischer Systeme«, hält im Wintersemester 14/15 Blockvorlesungen zum Thema Leistungselektronik Packaging, Design und elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) an der Fakultät Engineering and Science in Aalborg, Dänemark. Martin Schneider-Ramelow, Abteilungsleiter für »System Integration & Interconnection Technologies« am Fraunhofer IZM, ist ein international anerkannter Spezialist für Qualität und Zuverlässigkeit von Drahtbondverbindungen. Der Werkstoff-Experte ist von der Technischen Universität Berlin zum Honorarprofessor bestellt worden, womit die Verankerung anwendungsbezogener Forschung und Lehre und zugleich die Partnerschaft zwischen der TU Berlin und dem Fraunhofer IZM weiter intensiviert werden.

IZM Forschungspreis für besseren Schutz von Elektronik vor Feuchte

Wie lassen sich mikroelektronische Komponenten durch Verkapselung vor Feuchte schützen? Und dies am besten bereits auf Wafer Ebene? Die Forschungsarbeiten von Tanja Braun geben Industriekunden Antworten auf diese Fragen und wurden mit dem diesjährigen Forschungspreis des Fraunhofer IZM ausgezeichnet. Tanja Braun gilt als Expertin für die Elektronik-Gehäusung durch Polymermaterialien und erhielt den Preis für die »Charakterisierung, Prozessierung und Zuverlässigkeitsbewertung von Verkapselungsmaterialien in der Mikroelektronik«.

Ihre mit Auszeichnung bewertete Dissertation an der TU Berlin, die sie parallel zu laufenden Projekten erarbeitete, befasst sich mit der Feuchtediffusion in partikelgefüllten Epoxidharzen. Auf Konferenzen weltweit ist Braun eine häufig eingeladene Rednerin und leitet regelmäßig internationale Workshops. Sie war an fünf Best-Paper-Awards maßgeblich beteiligt und ist Autorin von über 100 Publikationen.

Der Forschungspreis wurde Dr.-Ing. Tanja Braun am 16. Dezember 2014 im Rahmen der Festveranstaltung »Microelectronic Packaging in the 21st Century« in Berlin von Institutsleiter Prof. Klaus-Dieter Lang überreicht.

1 Preiswürdig – die Arbeit von Victoria Schuldt wurde mit dem Clara-Simson-Preis der TU Berlin ausgezeichnet

2 v.l.n.r.: Institutsleiter Prof. Klaus-Dieter Lang, Forschungspreisträgerin Dr. Tanja Braun, Vorsitzender des Preiskomitees Prof. Martin Schneider-Ramelow

3 Prof. Alfred Goßner vom Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft überreicht Institutsleiter Prof. Klaus-Dieter Lang die Fraunhofer-Medaille

4 Dr. Ivan Ndip nimmt die Auszeichnung zum IMAPS Fellow von Dr. Voya Markovich (IMAPS First Past President and Chairman of the 2014 IMAPS Society Awards Committee) entgegen

DISSERTATIONEN, BEST PAPER, EDITORIALS

Best Paper

Best Paper Award ESTC 2014 in Helsinki

Der TU-Wissenschaftler Dionysios Manassis und seine IZM-Kollegen Andreas Ostmann, Rolf Aschenbrenner, Stefan Karaszkiwicz und July Marie Kierdorf gewannen den Best Paper Award der fünften Electronics System Integration Technology Conference (ESTC), die im September in Helsinki stattfand. Ihr Beitrag erläutert die Entwicklung einer Mikro-SD-Karte in Form eines eingebetteten System-in-Package, das in eine Fernbedienung für drahtlose medizinische Anwendungen integriert wird. Die Arbeiten gehören zum EU-Projekt WisERBAN, dessen Ziel ein neuartiges, miniaturisiertes und energiesparendes Funkmikrosystem für unterschiedliche medizinische Anwendungen ist.

Best-Paper-Award Itherm Conference in Orlando

Zusammen mit mehreren Partnern aus Deutschland, Frankreich und Belgien erhielten Charles-Alix Manier und Hermann Oppermann vom Fraunhofer IZM den Best Paper Award der 14. »IEEE Itherm Conference« (The Intersociety Conference on Thermal and Thermomechanical Phenomena in Electronic Systems), die Ende Mai 2014 in Orlando/USA stattfand. Das prämierte Paper, dessen Hauptautor Bernhard Wunderle von der TU Chemnitz ist, zeigt innovative Lösungen für Probleme des Temperaturmanagements von Silizium-Leistungschips auf.

ECTC Interactive Presentation Award

Auf der 64. ECTC (Electronic Components and Technology Conference) wurde 2014 erstmals das Interactive Poster eingeführt, das den teilnehmenden Forschern die Möglichkeit bietet, in direkten Kontakt mit ihren Fachkollegen zu treten. Für seine äußerst dynamische und anschauliche Präsentation von »CO₂-Laser Drilling of TGVs for Glass Interposer Applications«, das er mit den IZM-Kollegen Marco Queisser, Marcle Neitz, Henning Schröder und Klaus-Dieter Lang erarbeitete, wurde Lars Brusberg mit dem Outstanding Interactive Presentation Award der Konferenz ausgezeichnet.

Best Paper Award IPEC in Hiroshima

Takashi Masuzawa und seine IZM-Kollegen Eckart Hoene, Stefan Hoffman sowie Institutsleiter Klaus-Dieter Lang haben einen Weg gefunden, Gleichtaktstörungen für die Einfügedämpfung eines EMV-Filters möglichst einfach vorherzusagen. Beschrieben haben sie diesen in einem Paper, das auf der IPEC-Hiroshima »ECCE Asia« (International Power Electronics Conference) Ende Mai in Japan aus 600 eingereichten Papers als eins der drei besten mit dem Best Paper Award ausgezeichnet wurde.

Dissertationen

Ostmann, A.

Übertragung des außenstromlosen Nickel-Metallisierungs-Verfahrens in die Mikrosystemtechnik

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 Systems Integration 2014 Conference Proceedings

K.-D. Lang (Co-Editor)

13th Electronic Circuits World Convention ECWC 2014 Congress Proceedings

K.-D. Lang (Co-Editor)

VORLESUNGEN

Technische Universität Berlin

Prof. K.-D. Lang

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

Dr. R. Hahn

- Miniaturisierte Energieversorgungssysteme

Dr. B. Curran

- Design, Simulation and Reliability of Microsystems

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, Prof. H. Ngo

- Herstellungstechnologien für Mikrosensoren

Dr. J. Jaeschke

- FEM-Simulation von Mikrosensoren und -aktuatoren
- Zuverlässigkeit von Mikrosystemen

Dr. M. Töpfer, Dr. H. Walter

- Mikro-/Nano-Analytik

Dr. M. Töpfer, Dr. J. Jaeschke

- Technologien und Werkstoffe der Mikrosystemtechnik

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

- Design umweltverträglicher elektronischer Produkte

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

- Werkstoffe und Physikalisch-Chemische Prinzipien der Systemintegration

Dr. T. Tekin

- Photonic Packaging
- Antennen-Simulation
- Antennen

Dr. T. Tekin / Dr. D. Pouhè

- Elektromagnetische Verträglichkeit

Beuth Hochschule für Technik Berlin

Dr. H. Schröder

- Optoelektronik

German University in Cairo, Campus Berlin

Dr. T. Tekin

- Photonics

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«	Prof. M. Schneider-Ramelow	Chairman
EcoDesign Japan 2015	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
European Technology Platform on Smart System Integration (EPoSS)	Harald Pötter	Member Executive Committee
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
Photonics - Communication, Sensing, Lighting	Dr. T. Tekin	Technical Chair
IEEE CPMT German Chapter	R. Aschenbrenner	Chair
IMAPS (Signal/Power Integrity Subcommittee)	Dr. I. Ndip	Chair

IMAPS International 2014	Dr. I. Ndip	General Chair
IMAPS Deutschland	Prof. M. Schneider-Ramelow	President
International Electronics Manufacturing Initiative iNEMI	R. Aschenbrenner	Representative of Fraunhofer IZM
International Technology Roadmap Semiconductors (ITRS)	M. J. Wolf	Chairman Europe
International SSL Alliance (ISA)	Dr. R. Jordan	International Liaison Chair China SSL
Lange Nacht der Wissenschaften e. V. Berlin	H. Pötter	Representative of Fraunhofer
OpTec Berlin Brandenburg	Prof. K.-D. Lang	Executive Board
Photonics21 – Work Group Emerging Lighting, Electronics and Displays	Dr. R. Jordan	Member
Photonics West Optical Interconnects Conference	Dr. H. Schröder	Chair
SEMI Group Award Committee	Prof. K.-D. Lang	Member
Semiconductor Manufacturing Technology Sematech	M. J. Wolf	Member
Silicon Saxony e. V.	M. J. Wolf	Member
Smart Lighting	Dr. R. Jordan	Steering Committee
SMT/HYBRID/PACKAGING Kongress	Prof. K.-D. Lang	Head of Scientific Committee
Technologiestiftung Berlin (TSB)	Prof. K.-D. Lang	Member of the Board of Trustees
VDMA, Fachverband Electronics, Micro and Nano Technologies	Dr. V. Großer	Member
Wissenschaftlich-technischer Rat der Fraunhofer-Gesellschaft	Dr. N. F. Nissen	Representative of Fraunhofer IZM
Zentrum für Mikrosystemtechnik Berlin	Prof. K.-D. Lang	Spokesman of the Board

KOOPERATIONEN MIT DER INDUSTRIE (AUSWAHL)

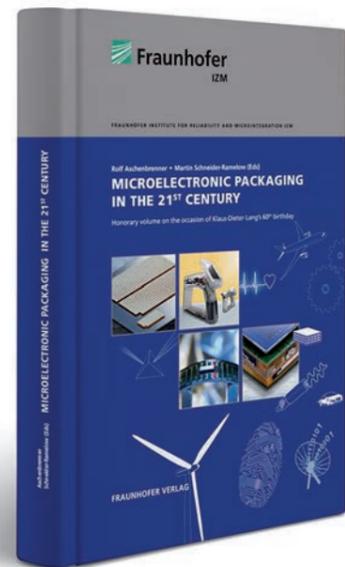
Advanced Semiconductor Engineering Inc.	Kaohsiung (TPE)
AEMtec GmbH	Berlin
Agilent Technologies Inc.	Santa Clara (USA)
Airbus Defense & Space	Ulm
Alenia Aeronautica SpA	Rom (I)
Allegro Micro Systems LLC	Worcester (USA)
alpha-board gmbh	Berlin
Altatech	Montbonnot-Saint-Martin
AMO GmbH	St.Peter/Hart (A)
Apple Inc.	Palo Alto (USA)
Applied Materials Inc.	Santa Clara (USA)
Asahi Glass Co., Ltd.	Chiyoda (J)
Astrium GmbH	Bremen
A.S.T. Group	Wolnzach
AT&S AG	Leoben (A)
Atotech Deutschland GmbH	Berlin
AUDI AG	Ingolstadt
Austriamicrosystems AG	Unterpremstätten (A)
Awaiba GmbH	Nürnberg
B/E Aerospace Inc.	Lübeck
Baker Hughes INTEQ GmbH	Celle
Baumer-Hübner GmbH	Berlin
Balluff GmbH	Neuhausen a.d.F.
BIOLAB Technology AG	Zürich (CH)
Blackrock Microsystems LCC	Salt Lake City (USA)
BMW AG	München
Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG	Coburg
Bundesdruckerei GmbH	Berlin
Cascade Microtech GmbH	Thiendorf

COGO Optronics GmbH	Berlin, Boulder (USA)
Compass EOS	Netanya (IL)
CONTAG GmbH	Berlin
Continental AG	Nürnberg, München, Frankfurt, Regensburg
Converteam SAS	Berlin
Corning Glass	Corning (USA)
Daimler AG	Stuttgart
Datacon GmbH	Radfeld (A)
Denso Corp.	Kariya (J)
Deutsche Bahn AG	Berlin, Frankfurt, München, Dessau
DIEHL Stiftung & Co. KG	Nürnberg, Frankfurt, Wangen
Disco Corporation	Tokyo (J)
Elbau GmbH	Berlin
Endress & Hauser GmbH & Co. KG	Maulburg
ESYS GmbH	Berlin
EV Group (EVG)	St. Florian am Inn (A)
Excelitas Technologies Corp.	Pfaffenhofen
FiconTEC Service GmbH	Achim
Fujifilm Electronic Materials	Tokio (J)
Fujitsu Technology GmbH	Augsburg
Gesellschaft für Maschinendiagnose mbH	Berlin
GLOBALFOUNDRIES INC.	Dresden
Heraeus Holding GmbH	Hanau
Hitachi Dupont	USA, J, D
Höft & Wessel AG	Hannover
Hytech AG	Brügg (CH)
IMC GmbH	Berlin

I dex	Fornebu (NO)
Infineon Technologies AG	Mainz, München
Isola USA Corp.	Chandler (USA)
Jenoptik/ESW GmbH	Hamburg-Wedel
John Deere & Company	Mannheim
Leuze electronic GmbH & Co. KG	Owen
Maicom Quarz	Posterstein
MDISchott Advanced Processing GmbH	Mainz
MED-EL GmbH	Innsbruck (A)
METALLEX AG	Uetikon (CH)
Microelectronic Packaging GmbH	Dresden
Microepsilon GmbH	Ortenburg
Micro Systems Engineering Inc.	Lake Oswego (USA), Tel Aviv (IL)
Nanotron Technologies GmbH	Berlin
NXP Semiconductors AG	Hamburg, Eindhoven (NL)
OC Oerlikon Balzers AG	Balzers (LI)
Olympus Deutschland GmbH	Hamburg
Oree Inc.	Ramat Gan (IL)
Osram Opto Semiconductors GmbH	Regensburg
Ovesco Endoscopy AG	Tübingen
Pac Tech Packaging Technologies GmbH	Nauen
PANalytical B.V.	Almelo (NL)
Paulmann Licht GmbH	Springe-Völksen
Philips Technology GmbH	Aachen
PrimeSensor GmbH	Berlin
Ramgraber GmbH	Hofolding b. Brunthal
Robert Bosch GmbH	Stuttgart, Reutlingen, Hildesheim, Waiblingen

Samsung Advanced Inst. of Technology	Suwon (ROK)
Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG	Herzogenaurach
Schaffner Holding AG	Luterbach (CH)
Schleifring GmbH	Kaufbeuren
Schlumberger AG	F, USA
Schweizer Electronic AG	Schramberg
Semikron GmbH	Nürnberg
Semsysco GmbH	Salzburg (A)
Sensitec GmbH	Lahnau
Siemens AG	Karlsruhe
SPTS Technologies Ltd.	Newport (UK)
Süss MicroTec AG	Garching, München
Swissbit Germany AG	Berlin
TDK-EPCOS AG	München
Thales Group	Frankreich
The Dow Chemical Company	USA
The Valley Group - A Nexans Company	Bethel (USA)
Valeo GmbH	Wemding
Varta AG	Ellwangen
Vectron Systems AG	Havant (UK)
Vishay Beyschlag GmbH	Heide
Volkswagen AG	Wolfsburg
WRS Materials	San Jose (USA)
Würth Elektronik GmbH & Co. KG	Niedernhall, Rot am See
X-Fab Semiconductor Foundries AG	Erfurt
Xyratex AG	Auerbach
ZF Luftfahrt AG	Calden

PUBLIKATIONEN (AUSWAHL)



»Microelectronic Packaging in the 21st Century«
Festschrift anlässlich des 60. Geburtstags von
Prof. Klaus-Dieter Lang.
Hg. Martin Schneider-Ramelow und Rolf Aschenbrenner
Erschienen im Fraunhofer Verlag, ISBN 978-3-8396-0826-5

Ansorge, F.
Qualität durch Schulungen: Bleifrei Löten in der Medizintechnik
Medizintechnik Bayern, München 2013

Ansorge, F.; Iffland, D.; Baar, C.; Lang, K.-D.
Challenge: Additive Manufacturing in the Field of Electronics; ESA Workshop Additive Manufacturing for Space Applications
Nordwijk, 2014

Ansorge, F.; Iffland, D.; Baar, C.; Lang, K.-D.
Neue Substrate durch Embedding von Komponenten auf Basis von 3D-Druckverfahren
Proceedings Handlungskonferenz Mikrosystemtechnik (3D Druck für Prototyping), 2014, Berlin

Ansorge, F.; Iffland, D.; Baar, C.; Lang, K.-D.
Next Generation Substrates – wie elektronische Systeme maskenlos gedruckt werden
Proceedings EBL Tagung, 2014, Fellbach

Ansorge, F.; Iffland, D.; Baar, C.; Lang, K.-D.
Next Generation Substrates – Maskless Lithography for Electronics Manufacturing
Proceedings Fraunhofer DDMC, 2014, Berlin

Becker, K.-F.; Koch, M.; Voges, S.; Thomas, T.; Fliess, M.; Bauer, J.; Braun, T.; Aschenbrenner, R.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.
Precision Jetting of Solder Paste – A Versatile Tool for Small Volume Production
Proceedings IMAPS International 2014, San Diego, USA

Boettcher, L. ; Manassis, D.; Karaszkiwicz, S.; Hoene, E.; Ostmann, A.
Next Generation High Power Electronic Modules Based on Embedded Power Semiconductors
Device Packaging Conference (DPC) 2014, Scottsdale, USA

Boettcher, L. ; Manassis, D.; Karaszkiwicz, S.; Ostmann, A.
Embedding of Power Semiconductors for Innovative Packages and Modules
Proceedings SMTA International Conference 2014, Rosemont, USA

Braun, T.; Becker, K.-F.; Jung, E.; Voges, S.; Thomas, T.; Kahle, R.; Bader, V.; Bauer, J.; Aschenbrenner, R.; Lang, K.-D.
Fan-out Wafer Level Packaging for MEMS and Sensor Applications
Proceedings Sensors and Measuring Systems 2014, 17. ITG/GMA Symposium, Nürnberg

Braun, T.; Becker, K.-F.; Voges, S.; Thomas, T.; Kahle, R.; Bader, V.; Bauer, J.; Aschenbrenner, R.; Lang, K.-D.
Challenges and Opportunities for Fan-out Panel Level Packing (FOPLP)
Proceedings IMPACT 2014, Taipei, Taiwan

Braun, T.; Becker, K.-F.; Voges, S.; Thomas, T.; Kahle, R.; Bauer, J.; Aschenbrenner, R.; Lang, K.-D.
24"x18" Fan-out Panel Level Packing
Proceedings ECTC 2014; Orlando, USA

Brusberg, L.; Queiser, M.; Neitz, M.; Schröder, H.; Lang, K.-D.
CO₂-Laser Drilling of TGVs for Glass Interposer Applications
Proceedings 64th ECTC 2014, Orlando, USA

Curran, B.; Ndip, I.; Engin, E.; Bauer, J.; Pötter, H.; Lang, K.-D.; Reichl, H.
A Modeling Approach for Predicting the Effects of Dielectric Moisture Absorption on the Electrical Performance of Passive Structures
Journal of Microelectronics and Electronic Packaging, Vol. 11, No. 3, pp. 115-121, 2014.

Dimitrova, G.; Nissen, N.; Stobbe, L.; Schlösser, A.; Schischke, K.; Lang, K.-D.
Tablet PCs Through the Lens of Environment - Design Trends and Impacts on the Environmental Performance
Going Green Care INNOVATION 2014, Wien, Österreich

Duan, X.; Hardock, A.; Ndip, I.; Schuster, C.; Lang, K.-D.
Optimization of Microstrip-to-via Transition for High-speed Differential Signaling on Printed Circuit Boards by Suppression of the Parasitic Modes in Shared Antipads
Proceedings 2014 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, pp. 234-239, Raleigh, USA

Feix, G.; Hutter, M.; Hoene, E.; Lang, K.-D.
On Double Sided Cooling
Proceedings ESTC 2014, Helsinki, Finland

Gao, X.; Mackowiak, P.; Mukhopadhyay, B.; Ehrmann, O.; Lang, K.-D.; Ngo, H.-D.
Wireless Pressure Sensor System
Journal Paper, Applied Mechanics and Materials, Issues 530-531, 02/2014

Gao, X.; Mackowiak, P.; Mukhopadhyay, B.; Ehrmann, O.; Lang, K.-D.; Ngo, H.-D.
Evaluation and Signal Conditioning of Piezoresistive Pressure Sensors
Journal Paper, Applied Mechanics and Materials, Issues 530-531, 02/2014

Grafe, J.; Wahrmund, W.; Dobritz, S.; Wolf, M.J.; Lang, K.-D.
Challenges in 3D Die Stacking
Proceedings 64th ECTC, 2014, Orlando, USA

PUBLIKATIONEN (AUSWAHL)

Hahn, R.; Gabler, A.; Thoma, A.; Glaw, F.; Lang, K.-D.

Small Fuel Cell System with Cartridges for Controlled Hydrogen Generation

International Journal of Hydrogen Energy, 2014

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

Direct Integration of Lithium Micro Batteries for Highly Miniaturized Electronic Systems

IDTEchEx Energy Harvesting and Storage Europe, 2014, Berlin

Hahn, D.; Straube, S.; Abelein, U.; Middendorf, A.; Lang, K.-D.

Mission Profiles as an Approach to Manage Specific Automotive Requirements for Robust Design of Automotive Semiconductors

ECWC13 - 13th Electronic Circuits World Convention, Nürnberg, 2014, VDE VERLAG GMBG

Hölck, O.; Nuss, M.; Grams, A.; Prewitz, T.; John, P.; Fiedler, C.; Böttcher, M.; Walter, H.; Wolf, M. J.; Wittler, O.; Lang, K.-D.

Development of Process and Design Criteria for Stress Management in Through Silicon Vias

64th Electronic Components and Technology Conference (ECTC), 2014, Orlando, USA

Hoene, E.; Ostmann, A.; Marczok, C.

Packaging Very Fast Switching Semiconductors

CIPS 2014, Nürnberg

Hoene, E.; Ostmann, A.; Marczok, C.; Lang, K.-D.; Müsing, A.; Kolar, J.W.

Ultra-Low-Inductance Power Module for Fast Switching Semiconductors

Proceedings PCIM Asia 2014, Shanghai, China

Höppner, K.; Ferch, M.; Marquardt, K.; Hahn, R.; Mukhopadhyay, B. et al.

Silicon-integrated Secondary Li-ion Micro Batteries with Side-by-side Electrodes for the Application as Buffers in Self-sufficient Energy Harvesting Micro Systems

225th ECS Meeting, 2015, Orlando, USA

Hoffmann, S.; Hoene, E.; Lang, K.-D.

Predicting Magnetic Coupling of Power Inductors

Proceedings EMC Europe 2014, Göteborg, Schweden

Jagodzinska, J.; Becker, K.-F.; Bauer, J.; Georgi, L.; Ostmann, A.; Braun, T.; Aschenbrenner, R.; Lang, K.-D.

Adhesive-based Self-alignment Mechanisms for Modular Stacked Microsystems

Proceedings Smart System Integration, 2014, Wien, Österreich

Jordan, R.; Weber, C.; Ehrhardt, C.

Advanced Packaging Methodes for High-power LED Modules

Photonics West 2014, San Francisco, USA

Junk, S.; Hoene, E.

Electromagnetic Robustness Validation for Gate Drivers

Proceedings PCIM 2014, Nürnberg

Karlsson, C.; Caverio, P.; Tekin, T.; Pouhe, D.

A new Broadband Antenna for Satellite Communications

Antennas and Propagation in Wireless Communications (APWC), 2014 IEEE-APS

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

Packages for Fast Switching HV GaN Power Devices

Proceedings PCIM 2014, Nürnberg

Löher, T.; Ostmann, A.; Seckel, M.

Stretchable and Deformable Electronic Systems in thermoplastic matrix materials

Proceedings ICSJ 2014, Kyoto, Japan

Manassis, D.; Karaszkiwicz, J.; Kierdorf, J.; Ostmann, A.; Aschenbrenner, R.; Lang, K.-D.

A 'microSD'-sized RF Transceiver Manufactured as an Embedded System-in-Package

Proceedings 5th ESTC 2014, Helsinki, Finland

Middendorf, A.; Lang, K.-D.

Heavy-Wire Bond Manipulation with Laser to Increase Reliability and as Enabler for Thermography Based On-line Process Control

47th International Symposium on Microelectronics - IMAPS 2014 - The Future of Packaging, San Diego, USA

Müller, M.; Wöhrmann, M.; Wittler, O.; Bader, V.; Töpfer, M.; Lang, K.-D.

Impact of RDL Polymer on Reliability of Flip Chip Interconnects in Thermal Cycling – Correlation of Experiments with Finite Element Simulations

Proceedings ESTC 2014, Helsinki, Finnland

Ndip, I.; Löbbicke, K.; Tschoban, C.; Ranzinger, C.; Richlowski, K.; Contag, A.; Reichl, H.; Lang, K.-D.; Henke, H.

On the Optimization of the Return Current Paths of Signal Vias in High-speed Interposers and PCBs Using the M3-approach

Proceedings 2014 IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, pp. 491-495, Raleigh, USA

Ndip, I.; Zoschke, K.; Löbbicke, K.; Wolf, J.; Guttowski, S.; Reichl, H.; Lang, K.-D.; Henke, H.

Analytical, Numerical-, and Measurement-Based Methods for Extracting the Electrical Parameters of Through Silicon Vias (TSVs)

IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology, Vol. 4, Issue 3, pp. 504-515, 2014

Niedermayer, M.

Commercialisation and Application Driven Economic Viability of Sensor Technology

Comprehensive Materials Processing, Elsevier Science Ltd, Oxford, UK, 2014

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

Wireless Condition Monitoring for Industrial Applications Based on Radio Sensor Nodes with Energy Harvesting

International Journal on Advances in Networks and Services, IARIA, 2014

Niedermayer, M.; Hoherz, C.; Reinhardt, D.; Scholtz, H.; Benecke, S.; Middendorf, A.

Drahtlose Tiefendiagnose - Energieautarke Funk-sensorik für Condition-Monitoring-Anwendungen

wt Werkstattstechnik online, Düsseldorf, 2014

Radtko, H. B.

Vergleich von Experiment und numerischer Simulation zur Bestimmung von Drahtbondverwehungen in der Mikrochip-Verkapselung

Proceedings IMAPS-Herbstkonferenz, 2014, München

Rymanov, V.; Stöhr, A.; Dülme, S.; Tekin, T.

Triple Transit Region Photodiodes (TTR-PDs) Providing High Millimeter Wave Output Power

Optics express 22 (7), 2014, pp. 7550-7558

Schischke, K.; Nissen, N.; Lang, K.-D.

Welding Equipment Under the Energy-related Products Directive – The Process of Developing Eco-design Criteria

Journal of Industrial Ecology, pp. 517-528, ISSN 1530-9290 , USA, 2014

Schmitz, S.; Kripfgans, J.; Schneider-Ramelow, M.; Müller, W. H.; Lang, K.-D.

Investigating Wire Bonding Pull Testing and its Calculation Basics

Proceedings ESTC 2014, Helsinki, Finland

Schörle, S.; Hoene, E.

Automotive High Voltage Grid Simulation

Proceedings EMC Europe 2014, Göteborg, Schweden

Schreier-Alt, T.

Substitution von Keramiksubstraten durch Leiterplatten – Herausforderungen bei der elektrischen Kontaktierung

Proceedings IMAPS-Herbstkonferenz, Oktober 2014, München

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

Prozessoptimierung und Produktprüfung von QFN Bauteilen mit dem iForce Stressmesschip

Proceedings EBL Tagung, Feb. 2014, Fellbach

Schreier-Alt, T.; Heimerle, D.; Ring, K.; Möhler, A.; Baar, C.; Ansoerge, F.

Raffungsmodelle für die Qualifikation von Einpresskontakten für Leiterplatten

PLUS 6/2014, 1288-1298

Schröder, H.; Brusberg, L.; Böttger, G.

Strategies for Glass Based Photonic System Integration

Proceedings ESTC 2014, Helsinki, Finland

Steller, W.; Wolf, M. J.; Meinecke, C.; Gottfried, K.; Woldt, G.; Günther, W.; Lang, K.-D.

SIMEIT-Project: High Precision Inertial Sensor Integration on a Modular 3D-Interposer Platform

Proceedings 64th ECTC, 2014, Orlando, USA

Tekin, T.; Pleros, N.; Apostolopoulos, D.

Photonic Interconnects for Data Centers

Proceedings Optical Fiber Communication Conference, 2014 San Francisco, USA

Thomas, T.; Becker, K.-F.; Braun, T.; van Dijk, M.; Wittler, O.; Lang, K.-D.

Assessment of High Temperature Reliability of Molded Smart Power Modules

Proceedings ESTC 2014, Helsinki, Finland

Thomas, T.; Becker, K.-F.; van Dijk, M.; Wittler, O.; Braun, T.; Bauer, J.; Lang, K.-D.

Reliability Assessment of Molded Smart Power Modules

Proceedings CIPS 2014, Nürnberg

Töpfer, M.; Brusberg, L.; Jürgensen, N.; Ndip, I.; Wöhrmann, M.; Lang, K.-D.

Development of a High Density Interposer Based on Wafer Level Packaging Technologies

Proceedings 64th ECTC 2014, Orlando, FL, USA

Viehweger, K.; Weichart, J.; Elghazzali, M.; Reynolds, G. J.; Wolf, M. J.; Lang, K.-D.; Koller, A.; Dill, A.

Highly Ionized Sputter Deposition into Through Silicon Vias with Aspect Ratios up to 15:1

Proceedings Smartsystemsintegration SSI 2014, Wien, Österreich

Wagner, S.; Lang, K.-D.; Hoepfner, K.; Toepper, M.; Wittler, O.

A Critical Review of Corrosion Phenomena in Microelectronic Systems

PCIM Europe 2014, Nürnberg

Walter, H.; Kaltwasser, A.; Broll, M.; Huber, S.; Wittler, O.; Lang, K.-D.

Analysis of Mechanical Properties of Thermal Cycled Cu Plated-Through Holes (PTH)

EuroSIME 2014, Gent, Belgien

Windrich, F.

Low-Temperature Photosensitive Polyimide Processing for Use in 3D Integration Technologies.

Proceedings MRS Spring Meeting, 2014, San Francisco, USA

Wöhrmann, M.; Fischer, Th.; Walter, H.; Töpfer, M.; Lang, K.-D.

Characterization of Thin Polymer Films with the Focus on Lateral Stress and Mechanical Properties and their Relevance to Microelectronic

Proceedings 64th Electronic Components & Technology Conference ECTC, 2014, Orlando, USA

Wolf, M. J.; Lang, K.-D.

3D Integration: Status and Requirement

Proceedings SMTA Pan Pacific Microelectronics Symposium, Big Island, USA

Wolf, M.J.

3D Wafer Level Heterogeneous Integration

Proceedings ESC Conference 2014, Cancun, Mexiko

Zoschke, K.; Fischer, T.; Oppermann, H.; Lang, K.-D.

Temporary Handling Technologies for Advanced Wafer Level Packaging Applications based on Adhesive Bonding and Laser assisted De-Bonding

Proceedings EPTC 2014, Singapur

Zoschke, K.; Wilke, M.; Wegner, M.; Kaletta, K.; Manier, C. A.; Oppermann, H.; Wietstruck, M.; Tillack, B.; Kaynak, M.; Lang, K.-D.

Capping Technologies for Wafer Level MEMS Packaging Based on Permanent and Temporary Wafer Bonding

Proceedings 64th ECTC, 2014, Orlando, USA

PATENTE & ERFINDUNGEN

Hahn, R.; Kunde, C.

Brennstoffzellenanordnung

US 8,808,938 B2

Hahn, R.; Wagner, S.

Brennstoffzelle mit einer elektrochemischen

Wasserstofferzeugungszelle

JP5452913 B2

Hahn, R.; Marquardt, K.

Verfahren zur hermetischen Verkapselung eines

Mikrosystems

DE 10 2010 036 217 B4

Hahn, R.; Wöhrle, T.; Wurm, C.

Dreidimensionale Mikrobatterie und Verfahren

zu deren Herstellung

EP 2 248 217 B1

Hefer, J.; Rojahn, J.

Sensorsystem zum Überwachen eines Objekts

DE 10 2012 018 620 B4

Linz, T.

Verfahren zum gleichzeitigen mechanischen

und elektrischen Verbinden von zwei Teilen

EP 2351166 B1

Löher, T.; Ostmann, A.; Manassis, D.; Kuschke, geb. Patzelt, R.;

Seckel, M.

Verfahren zum Herstellen eines dehnbaren Schaltungs-

trägers und dehnbaren Schaltungsträger

EP 1 926 355 B1; US 8,654,536 B2

Löher, T.; Ostmann, A.; Seckel, M.

Verfahren zur Erzeugung eines elektronischen Systems,

Verfahren zur Erzeugung einer Freiformfläche mit einem

solchen System, sowie elektronisches System und Frei-

formflächen mit einem solchen System

US 8,861,220 B2

Oppermann, H.; Dietrich, L.; Wolf, J.; Engelmann, G.

Verfahren zum Herstellen einer nanoporösen Schicht

US 8,673,773 B2

Wagner, S.; Hahn, R.

Brennstoffzellensystem

JP 5452913 B2

Wolf, J.; Engelmann, G.; Oppermann, H.; Reichl, H.

Elektrisches oder elektronisches Bauelement und Verfah-

ren zum Herstellen eines elektrischen Anschlusses

DE 10 2010 005 465 B4

KURATORIUM

Vorsitzender

Dr. F. Richter

Thin Materials AG, Eichenau

Mitglieder

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

J. Stahr

AT&S AG, Leoben (A)

M. Stutz

Dell GmbH, Frankfurt a. M.

Prof. C. Thomsen

Technische Universität Berlin

Prof. Dr. B. Tillack

IHP-Institut für Halbleiterphysik GmbH

Dr. T. Wille

NXP Semiconductors GmbH, Hamburg

Ministerialrat C. Zimmer-Conrad

Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst,

Dresden

**Fraunhofer-Institut
für Zuverlässigkeit und
Mikrointegration IZM**
Gustav-Meyer-Allee 25
13355 Berlin
Telefon +49 30 46403-100
Fax +49 30 46403-111
info@izm.fraunhofer.de

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

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

**Abteilungen
Abteilung Wafer Level System Integration**
Leitung: Dipl.-Phys. Oswin Ehrmann
Telefon +49 30 46403-124
oswin.ehrmann@izm.fraunhofer.de

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

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

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

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

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

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

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

**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
Telefon +49 30 46403-606
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

Business Development Team | BDT@izm.fraunhofer.de
Dr. rer. nat. Michael Töpfer
Telefon +49 30 46403-603
michael.toepper@izm.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Rafael Jordan
Telefon +49 30 46403-219
rafael.jordan@izm.fraunhofer.de

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

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

IMPRESSUM

Herausgeber:

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

Redaktionelle Bearbeitung:

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

Layout / Satz:

Birgit Metzger, mcc Agentur für Kommunikation GmbH
www.mcc-pr.de

© Fraunhofer IZM 2015

Fotografie:

Heinz Pernegger (CERN) (15, 48), Fraunhofer ENAS (22), MPD GmbH (50)
Sämtliche andere Bildrechte Fraunhofer IZM oder Fraunhofer IZM zusammen mit
Volker Mai (Cover, 8, 9, 11, 20, 24, 28, 33, 35, 42, 43, 51, 56, 59, 69), Jacek Ruta (5, 71)
istockphoto [Sieboldanius (6), RyanKing999 (12), tpzjil (16), Dimitris66 (36), Matttrommer (28),
PetrMalyshev (72), GOSPHOTODESIGN (60)], Erik Müller (17), fotolia [olly (20), Beerhoff (22),
Eyetronic (26), Phloxii (30), GOSPHOTODESIGN (60)], Matthias Stief (64, 77), Juergen Loesel
(75), Matthias Heyde (77), mcc (84)

Titel:

Backbone zukünftiger Sensorknoten: Miniaturisierte Baugruppe (10x15x3 mm³),
bestehend aus Microcontroller, HF-Receiver und integrierter Antenne

