

Inhalt

Jahresbericht 2006 / 2007

004 - 015 Fraunhofer IZM



- Vorwort
- Die Fraunhofer-Gesellschaft
- Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik
- Fraunhofer IZM Profil
- Zusammenarbeit Universitäten
- Power Module - Konventionelle AVT und Zuverlässigkeit
- Systemintegration der Zukunft - Voraussetzung für innovative Produkte

016 - 027 IZM Programme



- Wafer Level System Packaging
- Photonic Packaging
- MEMS Packaging
- 3D System Integration
- RF Systems
- Large Area Electronics
- Micro Reliability and Lifetime Estimation
- Thermal Management
- Sustainable Technical Development

028 - 037 Kooperation



- Fraunhofer IZM Marketing
- Applikationszentrum Smart System Integration
- Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IZM - ein Erfahrungsbericht
- Forschungsgebiete und -inhalte

038 - 073

Kernkompetenzen



- System Integration
- Wafer Level Integration
- Materials and Reliability
- System Design & Sustainable Development

074 - 083

Veranstaltungen



- Veranstaltungsübersicht
- Messeaktivitäten des Fraunhofer IZM 2006

084 - 103

Facts & Figures



- Das IZM in Fakten und Zahlen
- Auszeichnungen und Preise
- Ausbildung
- Vorlesungen, Editorials
- Dissertationen, Best Paper Auszeichnungen
- Kooperationen mit der Industrie
- Mitgliedschaften
- Veröffentlichungen
- Patente und Erfindungen
- Fraunhofer IZM Kuratorium
- Fraunhofer IZM Kontaktadressen

Vorwort



Institutsleiter Prof. Herbert Reichl



Dr. K. Bock, Prof. T. Geßner, Prof. H. Reichl und Dr. K.-D. Lang (von links nach rechts)

» Im weltweiten Wettbewerb konzentriert sich die deutsche Industrie immer öfter auf technisch anspruchsvolle Produkte. Um hier bestehen und den Verbrauchern mit Innovationen ein Mehr an Produktnutzen anbieten zu können, nimmt in allen - auch bislang elektronikfernen - Branchen die Integration von Elektronik in Produkte einen hohen Stellenwert ein. Dadurch lassen sich heute Produkte mit Funktionen aufbauen, wie sie noch vor wenigen Jahren undenkbar waren. Beispiele hierfür sind Kamerahandys, multifunktionale Navigationssysteme oder die Integration von Sensorik und Funkschnittstelle in einen Golfball.

Durch den konsequenten Einsatz neuer Aufbau- und Integrationstechniken werden zukünftige Produkte immer kleiner, leichter und vor allem autonom. Ihnen kommt daher, in noch größerem Maße als heute, die Rolle von unentbehrlichen Assistenten im Berufs- wie auch im Privatleben zu. Darüber hinaus ist heute schon in einigen Einsatzbereichen, wie z.B. der Informations- und Kommunikationstechnik, der Medizin oder der Sicherheitstechnik, eine besondere Herausforderung an die Systemintegration erkennbar, nämlich die Integration unterschiedlichster Funktionen in immer preiswertere Produkte.

Der Begriff Low-cost-Elektronik wandelt sich beträchtlich in seinem Image, weg von der einfachen Anwendung hin zu höchstfunktionalen, technologisch, herstellungstechnisch und ökologisch optimierten Systemintegrationen für Produkte mit höchstem Innovationswert.

Das Fraunhofer IZM trägt mit seinen Arbeiten im Bereich der „Smart System Integration“ zu dieser Entwicklung maßgeblich bei. Auch 2006 stand hier der weitere Ausbau der führenden Stellung des Fraunhofer IZM im Bereich Aufbau- und Packaging-Technologien in Europa ebenso im Mittelpunkt wie die branchenübergreifende Unterstützung des deutschen Mittelstandes bei der Integration von Elektronik/ Mikrosystemtechnik und Nanotechniken.

Inhaltlich fokussieren sich laufende Arbeiten jetzt verstärkt auf die übergreifenden Bereiche Integration eines Systems in ein Package oder in das Board (Smart Miniaturized Systems), Entwicklung und Herstellung von Schlüsselkomponenten der Mikrosystemtechnik (Multi Device Integration) sowie die Zusammenführung von Elektronik mit Bioanalytik und -sensorik (Biosystemintegration). Natürlich ist bei allen strategischen Themen die Zuverlässigkeitsbewertung immer mit im Boot.

Mit der Ernennung von Dr. Klaus-Dieter Lang (Berlin) und Prof. Dr. Thomas Geßner (Chemnitz) zu Stellvertretern des Institutsleiters wurde die Leitungsebene des Fraunhofer IZM hinsichtlich dieser geänderten Erfordernisse angepasst und gestärkt. Zusammen mit Dr. Bock, der die Stellvertretung des Institutsleiters im Institutsteil München wahrnimmt, stehen diese Wissenschaftler jetzt für die drei Technologielinien des Fraunhofer IZM „Smart Miniaturized Systems“ in Berlin, „Multi Device Integration“ in Chemnitz und „Bio-Systemintegration“ in München.



Damit exzellente wissenschaftliche Ideen schneller in konkrete Produktapplikationen fließen, fördert das Bundesforschungsministerium mit der Einrichtung von sechs Applikationszentren die Anwendung von Mikrosystemtechnik insbesondere in kleinen und mittleren Unternehmen. Einer dieser sorgfältig ausgesuchten Standorte ist das Fraunhofer IZM. Zwar unterstützte das Fraunhofer IZM schon in der Vergangenheit mittelständische Unternehmen, wie etwa Hersteller von Hörgeräten oder Kathetern, erfolgreich und kompetent bei deren Produktinnovationen. Doch mit dem Applikationszentrum steht den mittelständischen Anbietern und Anwendern von Mikrosystemtechnik ein deutlich verbessertes wissenschaftlich-technisches Dienstleistungsangebot zur Verfügung. Erstmals kann den Unternehmen von der Technologieberatung über Produktentwicklungen bis hin zur Bereitstellung von Laborkapazitäten die gesamte Bandbreite technischer Dienstleistungen für erfolgreiche Innovationen angeboten werden.

Nicht zuletzt durch die o.g. Erweiterungen unseres Forschungs-, Entwicklungs- und Dienstleistungsangebotes beabsichtigen wir auch 2007 den positiven Trend der vergangenen Jahre in Bezug auf Ertrag und Mitarbeiter weiter fortzusetzen. In diesem Zusammenhang möchte ich die Gelegenheit nutzen, mich bei unseren Partnern und Auftraggebern aus Industrie und Forschung, in den Ministerien von Bund und Ländern sowie bei den Projektträgern für die gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit im letzten Jahr zu bedanken.

Gleichzeitig danke ich den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern unseres Hauses für ihren unermüdlichen Einsatz und für die immer wieder neu vorhandenen Ideen.

Wesentliche und interessante Ergebnisse, die aus verschiedensten Projektkonstellationen hervorgingen, finden Sie im nachstehenden Jahresbericht.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre!

Ihr Herbert Reichl

Die Fraunhofer-Gesellschaft

» Forschung für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung für die Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand. Im Auftrag von Ministerien und Behörden des Bundes und der Länder werden zukunftsrelevante Forschungsprojekte durchgeführt, die zu Innovationen im öffentlichen Nachfragebereich und in der Wirtschaft beitragen.

Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Weiterentwicklung, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen auch für Information und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, in anderen Bereichen der Wissenschaft, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studentinnen und Studenten an Fraunhofer-Instituten eröffnen sich wegen der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 56 Institute, an 40 Standorten in ganz Deutschland. 12 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,2 Milliarden €. Davon fallen mehr als 1 Milliarde € auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten.

Nur ein Drittel wird von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen erarbeiten können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Niederlassungen in Europa, in den USA und in Asien sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787-1826), der als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich war.



Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik



» Der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik (V μ E) koordiniert seit 1996 die Aktivitäten der auf den Gebieten Mikroelektronik und Mikrointegration tätigen Fraunhofer-Institute: Das sind zehn Institute (und zwei Gastinstitute) mit rund 2340 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Das jährliche Budget beträgt rund 219 Mio €. Die Aufgaben des Fraunhofer V μ E bestehen im frühzeitigen Erkennen neuer Trends bei mikroelektronischen Technologien und Anwendungen sowie deren Berücksichtigung bei der strategischen Weiterentwicklung der Verbundinstitute. Dazu kommen das gemeinsame Marketing und die Öffentlichkeitsarbeit.

Hauptarbeitsfelder sind die Entwicklung gemeinsamer Themenschwerpunkte und Projekte. So kann der Verbund insbesondere innovativen mittelständischen Unternehmen rechtzeitig zukunftsweisende Forschung und anwendungsorientierte Entwicklungen anbieten und damit entscheidend zu deren Wettbewerbsfähigkeit beitragen. Die Kernkompetenzen der Mitgliedsinstitute werden gebündelt in den Geschäftsfeldern:

- Smart System Integration
- »More Moore« und »Beyond CMOS«
- Kommunikation und Unterhaltung
- Mobilität
- Automatisierungstechnik
- vernetzte Assistenzsysteme
- Medizintechnik
- Licht
- Sicherheit

Die Geschäftsstelle des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik ist das zentrale Koordinierungsbüro. In enger Zusammenarbeit mit den Instituten bildet sie das Bindeglied zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik.

Weitere Informationen
www.vue.fraunhofer.de

Ansprechpartner

Verbundvorsitzender:

Prof. Dr.-Ing. Heinz Gerhäuser
Telefon: +49 (0) 91 31 / 7 76-1 01
heinz.gerhaeuser@iis.fraunhofer.de
Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS
Am Wolfsmantel 33
91058 Erlangen

Stellvertretender Verbundvorsitzender:

Prof. Dr.-Ing. Hubert Lakner
Telefon: +49 (0) 3 51 / 88 23-1 10
hubert.lakner@ipms.fraunhofer.de
Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS
Maria-Reiche-Straße 2
01109 Dresden

Leiter der Geschäftsstelle:

Dr.-Ing. Joachim Pelka
Telefon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 77
Fax: +49 (0) 30 / 4 64 03-2 48
joachim.pelka@vue.fraunhofer.de
Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik
Gustav-Meyer-Allee 25, Geb. 12
13355 Berlin

Presse und Öffentlichkeitsarbeit:

Christian Lüdemann
Telefon: +49 (0) 30 / 4 64 03-2 07
christian.luedemann@vue.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institute / -Einrichtungen

IAF, IDMT (Gast), IIS, IISB, IMS, HHI,
FOKUS (Gast), IPMS, ISIT, ESK, IZM, CNT

Fraunhofer IZM

» Profil |

Internetkompatible PDAs, mobile medizinische Diagnosegeräte oder kraftstoffsparende Automobile - nichts funktioniert heute ohne hoch integrierte Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik. Der Trend geht zu immer kleineren, leistungsfähigeren und preiswerteren High Tech-Produkten. Grundlage für die Produktentwicklung ist die Verfügbarkeit von miniaturisierten Komponenten und einer zuverlässigen und kostengünstigen Aufbautechnik.

Die FuE-Arbeiten des Fraunhofer IZM stützen sich auf Methoden, Prozesse und Technologien aus den Bereichen Systemintegration und Electronic Packaging auf Wafer-, Chip- und Boardebene. Unsere Kernthemen spiegeln das gesamte Spektrum der Integrationsprozesse in Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik wider.

» Historie |

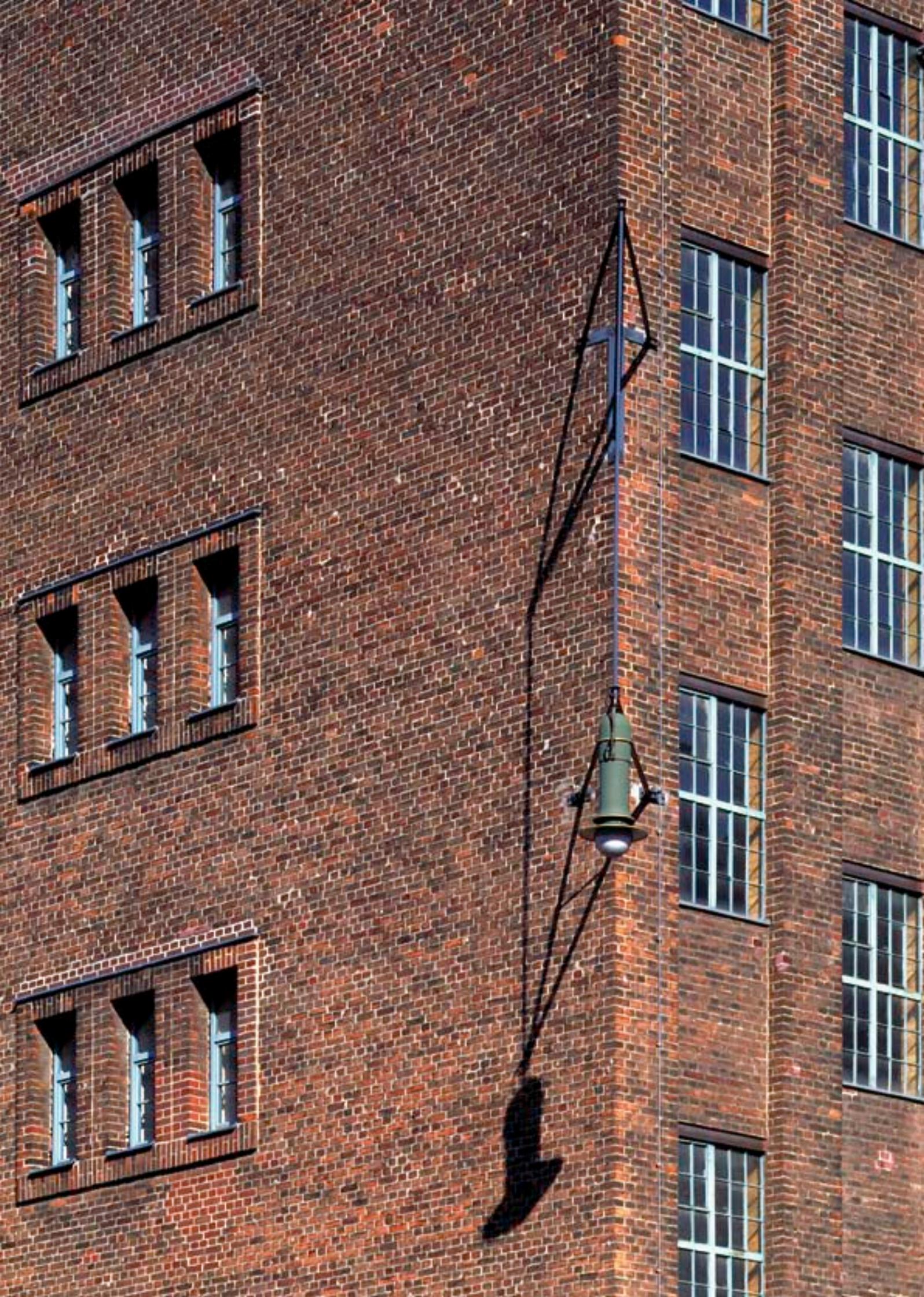
Seit seiner Gründung 1993 aus Arbeitsgruppen des Forschungsschwerpunkts Technologien der Mikroperipherik an der TU Berlin, der Humboldt-Universität und des früheren Instituts für Mechanik an der Akademie der Wissenschaften in Chemnitz blickt das Fraunhofer IZM auf eine erfolgreiche Entwicklung zurück. Nach Erweiterungen in Teltow und Paderborn kamen Institutsteile in München und Chemnitz hinzu. An sieben Standorten forschen mittlerweile 266 Wissenschaftler und technische Assistenten sowie 121 Studenten.

» Technologische Schwerpunkte |

- System Integration
- Wafer Level Integration
- Materials and Reliability
- System Design & Sustainable Development

Grundlage für den Transfer unserer Forschungsleistungen in industrielle Fertigungsprozesse z.B. im Automobil- und Maschinenbau oder die Informations- und Kommunikationstechnik sind unsere technologieorientierten Forschungsprogramme:

- Wafer Level System Packaging
- Photonic Packaging
- MEMS Packaging
- 3D System Integration
- RF Systems
- Large Area Electronics
- Micro Reliability & Life Time Estimation
- Thermal Management
- Sustainable Technical Development



Zusammenarbeit mit Universitäten



» Kooperation mit der Technischen Universität Berlin |

Der Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik an der Technischen Universität Berlin und das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM kooperieren im Berlin Center of Advanced Packaging (BeCAP).

Die Erweiterung des Bereichs Mikroelektronik an der TU Berlin führte 1987 zur Gründung des Forschungsschwerpunkts Technologien der Mikroperipherik unter der Leitung von Professor Herbert Reichl, unterstützt vom Bundesministerium für Forschung und Technologie und dem Berliner Senat.

Der Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik ist in der Grundlagenforschung zur Aufbau- und Verbindungstechnik von Sensoren, Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik tätig. Schwerpunkte in der Kooperation mit dem Fraunhofer IZM und der Industrie sind:

- Materialien und Prozesse für Chipintegrationstechniken
- Photonic Packaging
- Leiterplatten-Verbindungstechniken
- Systemintegration auf Waferenebene
- Thermo-mechanische Zuverlässigkeits- und Materialcharakterisierung
- Nachhaltige Technologien
- Systemdesign und -modellierung

Die Kooperation zwischen dem Forschungsschwerpunkt und dem Fraunhofer IZM resultiert in der gemeinsamen Nutzung von Geräten, Laboren und Infrastruktur sowie der Zusammenarbeit in Forschungsprojekten.

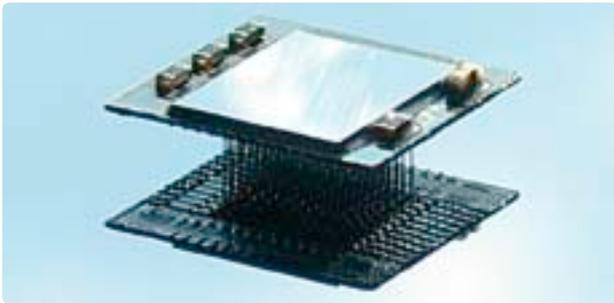
Kooperation mit der Technischen Universität Chemnitz |

Die Abteilung Multi Device Integration in Chemnitz arbeitet eng mit dem Zentrum für Mikrotechnologien ZfM und dem Institut für Print- und Medientechnik der TU Chemnitz zusammen. Schwerpunkte der Kooperation sind die gemeinsame Entwicklung von Technologien für die Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik sowie die Erforschung der Verfahren zum Drucken elektronischer Systeme. Gemeinsam mit dem ZfM können sowohl FuE als auch Prozess-Dienstleistungen im gesamten Halbleiterbereich angeboten werden.

Das Ziel der Kooperation ist die Schaffung von Synergien zwischen der grundlagenorientierten Forschung an der TU Chemnitz und der anwendungsbezogenen, industrienahen Forschung am Fraunhofer IZM und die Verknüpfung von Technologie- und Packaging-Kompetenz für die Entwicklung intelligenter Systeme.

Kooperation mit der BTU Cottbus |

Seit 1997 kooperiert die IZM-Außenstelle Teltow mit der Fakultät für Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik an der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) Cottbus. Prof. Monika Bauer wurde auf den Lehrstuhl für Polymermaterialien berufen. Seit 2000 finden Kurse zu diesem Thema an der BTU Cottbus statt.



Das neuronale Interface, entwickelt in Kooperation mit der University of Utah



Prof. Michael Töpfer (6. von links) und Prof. Florian Solzbacher (4. von links) im Kreis ihrer amerikanischen Kollegen an der University of Utah (Quelle: Utah Engineering)

Fraunhofer IZM und University of Utah entwickeln ein neuronales Interface |

Die Fokussierung auf die Heterosystemintegration für biomedizinische Anwendungen ist die Grundlage einer Kooperation des Fraunhofer IZM mit der University of Utah.

Sie soll eine Basis schaffen für dauerhaft implantierbare, drahtlose neuronale Schnittstellen, die z.B. querschnittsgelähmten Patienten durch die Verbindung von Nervenarealen an Mikrosysteme eine Rückkehr in die Welt der Bewegung ermöglichen, völlig kabellos organische Funktionen steuern und so das Infektionsrisiko minimieren. Ziel ist es dabei, eine biokompatible und hochzuverlässige Verbindungstechnologie auf Wafer Ebene für einen gestapelten Hybrid Aufbau aus Silizium, Polymerfolien, Keramik und SMD-Komponenten zu entwickeln, die ebenso die Aspekte Langzeitstabilität und Miniaturisierung berücksichtigt. Die Arbeiten werden von öffentlichen,

amerikanischen Förderprogrammen finanziert.

Auch personell steht die Arbeit der beiden Institutionen im Zeichen der Vernetzung. Prof. Dr. Michael Töpfer vom Fraunhofer IZM ist als Research Assistant Professor in der Fakultät für Elektrotechnik an der University of Utah (Salt Lake City) und hat dort zusammen mit Prof. Dr. Florian Solzbacher die Entwicklung der Kooperation gestartet. Dipl.- Phys. Matthias Klein koordiniert in Berlin den Einsatz der Technologie „Made in Germany“ innerhalb der Kooperation, wobei seine Kompetenz im Bereich Mikromontage eine tragende Rolle spielt.

Das mikroelektronische Modul basiert auf dem an der Universität Utah entwickelten Neurostecker, der mittels Siliziumtechnologie hergestellt wird. Der modulare Aufbau gestattet eine hohe Flexibilität bei der Entwicklung von verschiedenen neuen biomedizinischen Anwendungen.

Power Module – Konventionelle AVT und Zuverlässigkeit

» Leistungselektronik ist eine Schlüsseltechnologie zur intelligenten und flexiblen Energieversorgung und Steuerung verschiedenster elektrischer Verbraucher. Anwendungen finden sich in der Antriebstechnik und bei Schaltnetzteilen, bei der Anbindung regenerativer Energieträger oder in der Automatisierungstechnik. Um dem Druck zur Kosten- und Zuverlässigkeitsoptimierung zu begegnen, werden technologische Aspekte zunehmend in alle Phasen der Entwicklung mit einbezogen. Das Fraunhofer IZM verfügt über die notwendigen Kompetenzen in der gesamten Entwicklungskette von der Schaltungstechnik und dem Systemdesign über die Aufbau- und Verbindungstechnologien (AVT), das thermische Management und die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) bis hin zur Zuverlässigkeitsprognostik und Schadensanalytik.

Ein wesentliches Themengebiet ist derzeit die Weiterentwicklung von Lebensdauervorhersagemodellen, durch die die Hauptausfallursachen von Power Modulen, nämlich Kriechbrüche im Lot und Ermüdungsrisse im Bereich der Interfaces der chipseitigen Wedges zeit-, material- und lastabhängig beschrieben werden können.

AVT konventioneller Power Module |

Hohe Schaltströme, Spannungen und Frequenzen, steigende Betriebstemperaturen, Zuverlässigkeit und strenge Richtlinien zur elektromagnetischen Verträglichkeit – die Anforderungen an moderne leistungselektronische Systeme wachsen stetig.

Für die Zuverlässigkeitsoptimierung und Verbesserung des thermischen Managements spielt hier die AVT eine wesentliche Rolle, also folgende Verfahren:

- Flächiges Lötten mit Lot-Preforms oder Pasten
- Al-US-Dickdrahtbonden (100 – 500 µm)
- Anschluss zur Steuerelektronik und Gehäusung / Verkapselung
- Röntgen- und Ultraschallmikroskopie, visuelle Inspektion sowie mechanische Tests

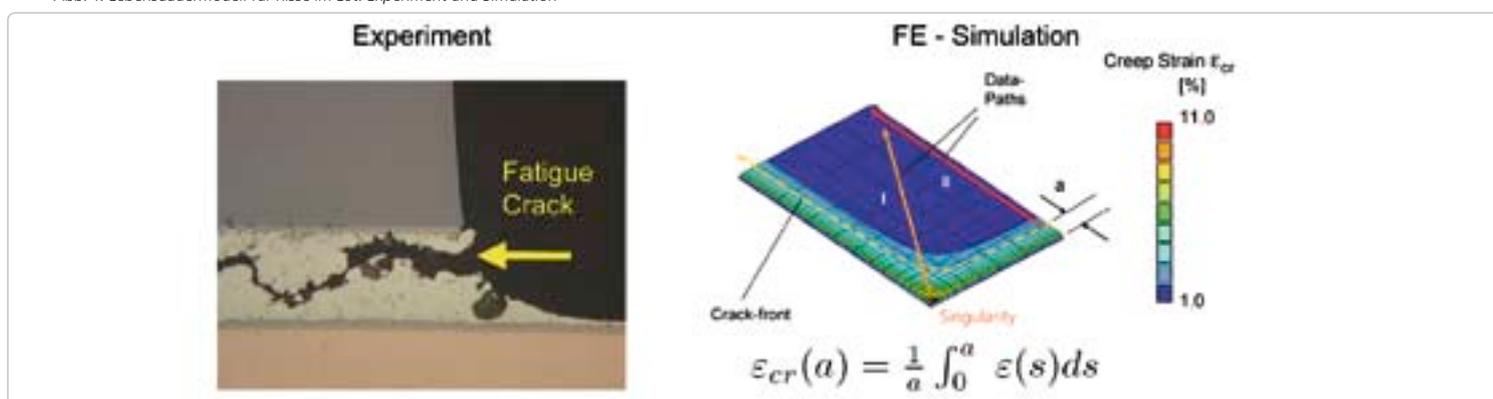
Die einzelnen Prozessschritte werden am Fraunhofer IZM systematisch untersucht und weiterentwickelt. Ziel ist es häufig, den Technologietransfer zur Industrie zu ermöglichen. Wesentliche Aspekte sind dabei, Gewicht und Größe des Moduls sowie die Komplexität der eingesetzten Technologien und Kosten zu reduzieren.

Zuverlässigkeit und Lebensdauermodelle konventioneller Power Module |

Die Verarbeitungsqualität von Power Modulen wie beispielsweise IGBTs wird durch den Komponenten- und Substrateinsatz, eine optimierte Aufbautechnik und die Qualitätsprüfung sowie Funktionstests bestimmt.

Im Betrieb und bei Zuverlässigkeitstests betreffen Ausfälle zumeist die Drahtbondverbindungen, und zwar durch thermische und/oder elektrische (Hochstrom-) Wechselbeanspruchung (Power Cycling), oder die Die-Lötstellen durch Kriech-/Ermüdungsrisse.

Abb. 1: Lebensdauermodell für Risse im Lot: Experiment und Simulation



Schneider-Ramelow, M.
Wunderle, B.

Um beide Fehlermodi bereits im Design berücksichtigen zu können, müssen Lebensdauermodelle entwickelt werden, welche die Zuverlässigkeit physikalisch als Funktion von Systemgrößen und Lastbedingungen beschreiben. Hierzu ist Systemkompetenz wichtig, d.h. es müssen Technologie, Material, Simulation und Experiment zusammen gedacht werden.

Ermüdungsrisse im Lot |

Getrieben durch die Differenz in den thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Chip und Substrat wird das Lot als Verbindungsschicht zyklisch ermüdet, so dass sich vom Chiprand mit der Zeit ein Riss zur Chipmitte hin ausbreitet. Dieser verhindert so zunehmend die Wärmeabfuhr in das Substrat und begrenzt die Lebensdauer des Chips. Die maximal zulässige Risslänge kann schon a priori durch eine thermische Simulation abgeschätzt werden.

Um nun die Lebensdauer als „mittlere Zahl der Zyklen bis zum Versagen“ (MTTF) berechnen zu können, werden ebenfalls Finite Elemente (FE) Simulationen eingesetzt. Diese berechnen mit Hilfe der implementierten Materialdaten der zuvor charakterisierten Materialien die mechanischen Spannungen und Dehnungen im Lot. Aus diesen wird dann ein Fehlerkriterium (durch Integration über einen virtuellen Schädigungspfad) berechnet (Abb. 1). Dieses wird dann zu einer (experimentell zugänglichen) MTTF in Beziehung gesetzt. Die Simulation kann so nun auch verschiedene Lastbedingungen, Materialkombinationen und Geometrievariationen auf ihre Zuverlässigkeit durchtesten, womit das Ziel der Lebensdauer vorhersage erreicht ist.

Risse in Drahtbondverbindungen |

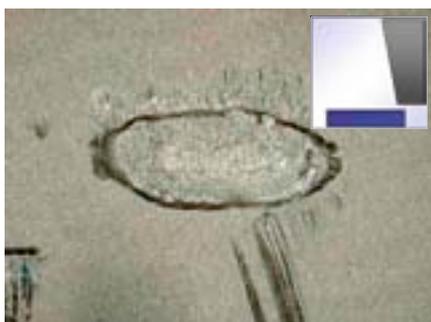
Bei den Drahtausfällen treten durch die massiv unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Al-Draht und Si-Chip mechanische Wechselbeanspruchungen im Bereich des Wedges auf, die zum Lift Off der Wedges und damit zum Totalausfall der Bauteile führen können. Aus diesem Grund wird derzeit auch der Qualität der Dickdrahtbonds vor der Beanspruchung besondere Aufmerksamkeit entgegengebracht.

Die Überprüfung der Verbindungsqualität der Bondkontakte nach einer Optimierung der Bondparameter lässt sich nur durch Schertests der Wedges überprüfen (Abb. 2). Für Zuverlässigkeitsuntersuchungen als Grundlage der Lebensdauerprognostik werden passive und/oder aktive Temperaturwechsel genutzt, wobei die Temperaturdifferenz die wesentliche Einflussgröße ist. Ferner sollen aber in ein erweitertes Lebensdauermodell materialphysikalische, geometrische und verarbeitungstechnische Einflussgrößen wie die Al-Wedgestruktur und -geometrie sowie die Interfacefestigkeit zwischen Wedge und Chipmetallisierung eingehen.

Zur Lebensdauer vorhersage wird nun der Drahtbondprozess simulativ nachgebildet im FE-Modell. Die sich beim Bondvorgang und nachgeschalteter thermischer Wechselbelastung ergebenden plastischen Dehnungen können wiederum als Maß für die Zuverlässigkeit dienen. Voraussetzung sind auch hier wieder die Kenntnis der Materialdaten, welche in Zugversuchen aber auch Nanoindruckversuchen bestimmt werden.

Die Autoren sind Preisträger des Fraunhofer IZM Forschungspreises 2006.

Abb. 2: Verschiedene Schermodi



Scherabheber



Partieller Scherabheber



Durchschneidung durch Draht

Systemintegration der Zukunft: Voraussetzung für innovative Produkte

» Der Fortschritt in den Siliziumtechnologien wird nach Meinung vieler Experten zumindest in der nächsten Dekade weiter dem sogenannten Moore'schen Gesetz folgen. Dieser Trend, der zu mehr Funktionen auf kleinerer Fläche führt, wird auch als „More Moore“ oder „System on Chip“ (SoC) bezeichnet.

Bei multifunktionalen Systemen können diese kosteneffizienten Prozesse in der Regel nur bei sehr großen Stückzahlen oder zur Herstellung einzelner Komponenten zur Anwendung kommen. Die Integration nicht-mikroelektronischer Funktionalitäten wie Leistungs- oder Optoelektronik erfordert die Verwendung alternativer Prozesse und Materialien. Eine Anpassung der Standardtechnologien wäre in den meisten Fällen zu kostspielig und risikoreich. Deshalb wird sich in der Zukunft eine Kombination aus SoC-Lösungen und Systemintegrationstechnologien wie „More than Moore“, „Heterogeneous Integration“ und „Smart System Integration“ durchsetzen.

More than Moore |

„More than Moore“ hat die Integration elektronischer und nicht-elektronischer Funktionen auf einem Chip zum Ziel. Im Unterschied zu SoC-Lösungen werden die zusätzlichen Funktionen auf einem prozessierten Wafer (Back-end of Line) mit speziellen, aber CMOS-kompatiblen Prozessen realisiert.

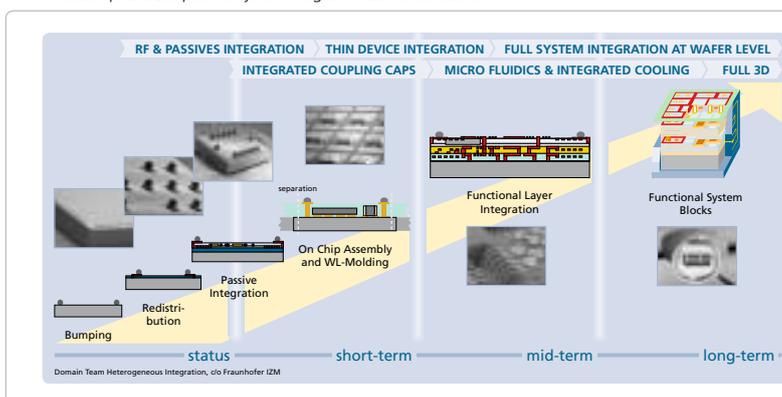
Oder es werden CMOS-Technologien zur Herstellung von MEMS-Bausteinen herangezogen. Typische Produktbeispiele sind derzeit etwa Hochfrequenzkomponenten für Mobiltelefone oder intelligente leistungselektronische Bausteine.

Heterosystemintegration |

Für kundenspezifische Lösungen, die sich auch in kleineren Stückzahlen wirtschaftlich fertigen lassen, sowie bei der Integration von Komponenten, die nicht mit den Standardtechnologien der Halbleitertechnik gefertigt werden können, sind neue Ansätze in der miniaturisierten Aufbau- und Verbindungstechnik gefordert. Diese als „Heterogeneous Integration“ bezeichnete Technologie vereint unterschiedliche Komponenten zu einem System in einem Package (System in Package oder SiP), das zudem den Anforderungen der Umgebung entsprechend gestaltet ist.

Das Hetero-Systemintegrationskonzept ist von besonderer Bedeutung, da es im Vergleich zu SoC-Lösungen ein geringeres Risiko bei gleichzeitig niedrigeren Herstellungskosten bedeutet. Ein weiterer Vorteil der Heterosystemintegration liegt in der kürzeren Herstellungsphase und somit auch in der Möglichkeit der schnelleren Markteinführung bei gleichzeitiger Flexibilität und Nutzung vorhandener Peripherik und Fertigungsinfrastruktur.

Roadmap und Beispiel für Systemintegration auf Waferebene



Herbert Reichl
 Rolf Aschenbrenner
 Klaus-Dieter Lang
 Harald Pötter
 Jürgen Wolf

Gerade kleinen und mittleren Unternehmen und / oder bei kleineren Stückzahlen wird mit den Technologien der Hetero System Integration der Anschluss zum enormen Integrationspotenzial der Halbleitertechnik offen gehalten.

Um dieses Integrationspotenzial effizient nutzen zu können, sind neue Systemarchitekturen und Designprozeduren erforderlich, etwa die Zusammenführung von elektrischer, thermischer und mechanischer Simulation oder die Einführung von „echten“ 3D-Designwerkzeugen im Systemdesign.

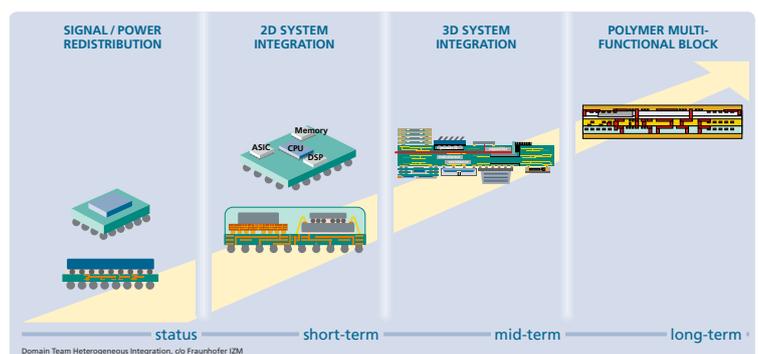
Um hoch integrierte SiPs zu erhalten, ist die Montage von stark gedünnten Komponenten etwa bei Einbetttechniken oder 3D-Integrationstechniken erforderlich. Hohe Integrationsdichten bei Verwendung leistungsfähiger Komponenten etwa erfordern kostengünstige Lösungen zur Entwärmung oder zur Schirmung.

Smart System Integration |

Der Ansatz des Smart System Integration setzt beim Anwendungssystem und dessen funktionalen Anforderungen an. Er beinhaltet eine Vielzahl physikalischer Prozesse zur physikalischen Integration von Subsystemen und Systemen in eine Anwendungsumgebung und ist nicht auf bestimmte Abmessungen beschränkt.

Als Subsysteme kommen sowohl einfache Komponenten als auch „More than Moore“- oder SiP-Lösungen zur Anwendung. Diese können z.B. in flächige Umgebungen integriert werden. Eine weitere Möglichkeit dieses „Large Area Electronics“ genannten Ansatzes ist die Herstellung vollpolymerer Lösungen. Flexible Displays mit integrierter Sensorik und Solarzellen zur Energieversorgung sind denkbare Produkte. Aufgrund der in Zukunft möglichen kostengünstigen Fertigungsprozesse sind weitere Anwendungen wie Einwegdiagnostik möglich.

Roadmap und Beispiel für Systemintegration auf Modulebene



*IZM PROGRAMS



» Philosophie der IZM Programme

Das Fraunhofer IZM hat neun Programme aufgelegt, die die Leistungsfähigkeit des Instituts und seine Strategie im Hinblick auf zukünftige Technologie- und Anwendungsszenarien widerspiegeln. Ziel ist es, die anwendungsorientierte Forschungsarbeit zu fokussieren und besonders schnell auf die Anforderungen der Kunden und des Marktes reagieren zu können.

Um den vorherrschenden Themenfeldern im Bereich der Systemintegration Rechnung tragen zu können, konzentrieren sich die Programme auf:

» IZM PROGRAMME

018 **WAFER LEVEL SYSTEM PACKAGING**

LEITUNG: O. Ehrmann | oswin.ehrmann@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 24

019 **PHOTONIC PACKAGING**

LEITUNG: Dr. H. Schröder | henning.schroeder@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-2 77
LEITUNG: Dr. H. Oppermann | hermann.oppermann@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 63

020 **MEMS PACKAGING**

LEITUNG: E. Jung | erik.jung@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-2 30

021 **3D SYSTEM INTEGRATION**

LEITUNG: Dr. P. Ramm | peter.ramm@izm-m.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 89 / 5 47 59-5 39

022 **RF SYSTEMS**

LEITUNG: Dr. S. Guttowski | stephan.guttowski@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 44
LEITUNG: M. J. Wolf | juergen.wolf@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-6 06

023 **LARGE AREA ELECTRONICS**

LEITUNG: Dr. K. Bock | karlheinz.bock@izm-m.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 89 / 5 47 59-5 06

024 **MICRO RELIABILITY AND LIFETIME ESTIMATION**

LEITUNG: Prof. Dr. B. Michel | bernd.michel@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 03 / 4 64 03-2 00

025 **THERMAL MANAGEMENT**

LEITUNG: Dr. B. Wunderle | bernhard.wunderle@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-2 47

026 **SUSTAINABLE TECHNICAL DEVELOPMENT**

LEITUNG: Dr. N. Nissen | nils.nissen@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 32

Wafer Level System Packaging

LEITUNG: O. Ehrmann | oswin.ehrmann@izm.fraunhofer.de | Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 24

» Wafer Level Packaging (WLP) ist ein Konzept, bei dem alle Prozessschritte des IC Packaging auf Wafer Ebene durchgeführt werden. Charakteristisch für die WLP-Technologie ist, dass laterale Packagegröße und Chipgröße identisch sind. Die so entstehenden Bauteile werden als Chip Size Package (CSP) bezeichnet. Beim WLP wird eine zusätzliche Verdrahtungsebene auf der IC-Oberfläche angelegt, die die peripheren I/O-Pads auf die gesamte Chipfläche verteilt. Durch das Fan-in der Umverdrahtung entstehen I/O-Pads mit einem größeren Rastermaß (Pitch), das die spätere Bauteilmontage entscheidend erleichtert. Das anschließende Solder Bumping ermöglicht einen Standard-Bestückungsprozess. Der komplett bearbeitete Wafer kann als Ganzes einem Burn-in unterzogen und getestet werden, wodurch eine Known Good Package-Qualifizierung möglich ist. Alle Prozessschritte für WL-Packages erfolgen vor dem Vereinzeln.

Kleine Bauteilgröße, WL-Burn-in und Test, einfache SMT-Montage und niedrige Herstellungskosten sind Triebkräfte für das Wafer Level Packaging. Das WL-Packaging erlaubt ein hohes Maß an Prozessintegration, da im Halbleiterwerk verfügbare Prozesse wie z.B. Dünnschichttechnologie und Lithographie genutzt werden können. Das WLP ermöglicht durch die Modifizierung vorhandener Prozesstechnologie die Realisierung von Chip Size Packages (CSP) sowie WL-System in Package (WL-SiP) Lösungen.

WLP im direkten Anschluss an die IC-Produktion reduziert Aufbauzeiten, Lagerhaltung und Transportwege, was zur Kostenreduzierung beiträgt.

KOMPETENZEN UND AKTIVITÄTEN

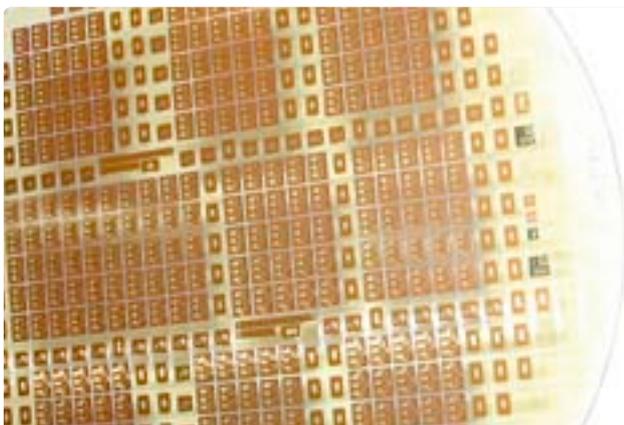
Das Fraunhofer IZM hat langjährige Erfahrungen im Bereich Dünnschicht- und Verbindungstechnologie, die im WLP benötigt werden. Das Programm Wafer Level Packaging wurde definiert, um aktiv zum Paradigmenwechsel in der Aufbau- und Verbindungstechnik hin zum WL System Package beizutragen.

Serviceleistungen |

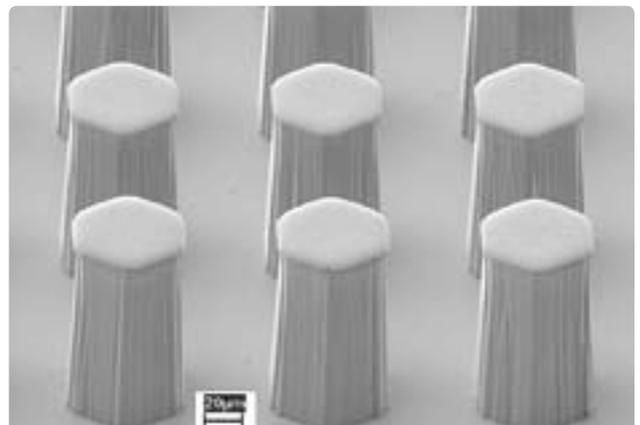
- Wafer Bumping mittels
 - Galvanik
 - Stromloser Abscheidung
 - Schablonendruck
 - Platzieren von vorgeformten Lotkugeln
- Umverdrahtungstechnologien
 - mittels photostrukturierbarer Dielektrika (z.B. BCB, Polyimid) und galvanischer Metallabscheidung (Cu, Ni, Au)
 - alternative Prozesse mit Epoxydschichten und stromloser Kupferabscheidung
- Wafer Level-Inspektion
- Wafersägen

Aktuelle Forschungsaktivitäten |

- Umverdrahtung zur Waferrückseite
- Bleifreies Waferbumping
- Waferbumping mittels Tauchbelotung
- WL-SiP mit integrierten passiven Komponenten (RLC)
- WL-CSP auf 300mm Wafern
- Transfermolding auf Wafer Ebene
- Wafer Level Test



Integration passiver Komponenten auf Wafer Ebene



Kupfer Pillar Bumps (Höhe 80µm)

Photonic Packaging

LEITUNG: Dr. H. Schröder | henning.schroeder@izm.fraunhofer.de | Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-2 77
 Dr. H. Oppermann | hermann.oppermann@izm.fraunhofer.de | Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 63

» Das Programm fokussiert auf Aufbau- und Verbindungstechniken für die photonische und optoelektronische Integration. Die Entwicklungen werden durch die Nachfrage nach größeren Bandbreiten in der Daten- und Telekommunikation angetrieben. Des Weiteren werden neue Konzepte für die Beleuchtungs- und Projektionstechnik benötigt.

In optoelektronischen Modulen sind Kantenemitter, VCSEL oder LEDs, Detektoren aber auch passive Elemente wie Linsen, optische Fasern, Filter und Polarisatoren integriert. Manuelle Aufbau- und Verbindungstechniken müssen durch standardisierte Methoden und Verfahren, die für die Automatisierung geeignet sind, abgelöst werden.

Markt- und Technologietrends |

Derzeit entfallen bis zu 90% der Gesamtkosten von Systemen auf die Aufbau- und Verbindungstechnik. Das Interesse ist daher groß, Möglichkeiten zur Kostenreduktion zu identifizieren und die Zuverlässigkeit und Eignung zur Massenproduktion zu verbessern. Während Zuverlässigkeit und Bandbreite die treibenden Kräfte im Weitverkehrsmarkt sind, wird der Access-Markt durch die Forderung nach Miniaturisierung, Flexibilität und Kosten bestimmt. Um große Bandbreiten auf der Substratebene zu erreichen, werden elektro-optische Schaltungsträger (EOCB) mit planaren Polymer- und Glas-Wellenleitern entwickelt.

KOMPETENZEN UND AKTIVITÄTEN

Optoelektronische AVT |

Wafer und Chip Bumping, Flip Chip-Bonden, Selbstjustage mit AuSn, Submount-Montage

Ultra-High Brightness LEDs |

Gehäuse-Entwicklung, LED-Montage (AuSn), Konverter-Auftrag (Folien), Transparente Verkapselung

Modul-Packaging |

Faser/Chip-Kopplung, Aktives/passives Alignment, Faserfixierung (Kleben)

Optische Backplane & EOCB |

Heißprägen und UV-Direktschreiben, 90° Strahlumlenkung

Fasermontage |

Faser-Linsen, Laserschmelzen von Fasern, Photonische Bandlücke Fasern

Bildsensoren |

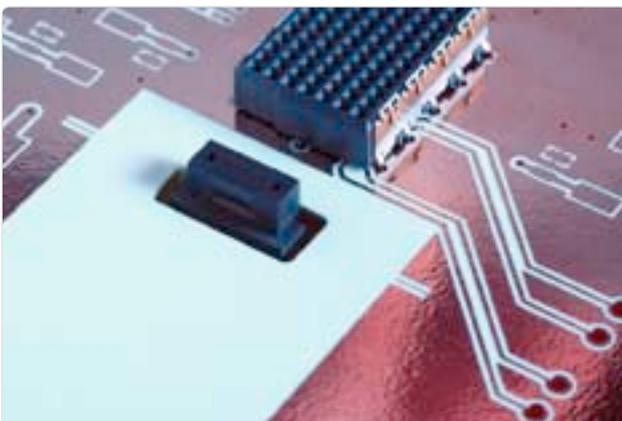
Pixeldetektoren IR, X-Ray; Wafer Level OPTO-CSP für CCD und CMOS-Kameras

Mikro-Devices |

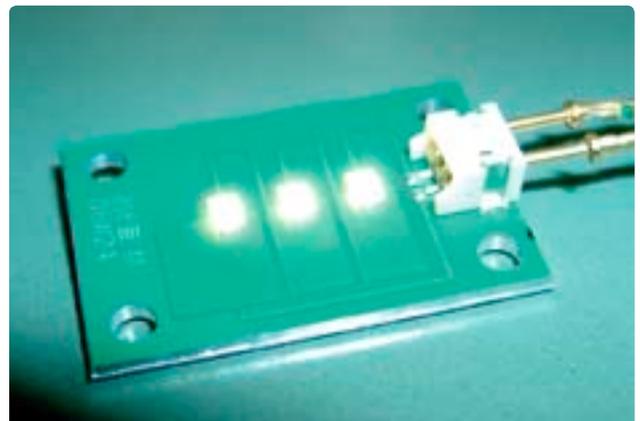
Mikro-Spektrometer, Laser-Projektion

Materialien |

Neue optische Polymere, Zuverlässigkeitstest, Fehleranalyse



Elektro-optische Leiterplatten - NeGIT - Konzept der getrennten optischen und elektrischen Steckverbindung mit polymeren Wellenleitern



Gehäuseentwicklung für weiße UHB LEDs mit Konverterfolien zur Weißlichterzeugung

MEMS Packaging

LEITUNG: E. Jung | erik.jung@izm.fraunhofer.de | Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-2 30

» MEMS Bausteine sind in unserem modernen Umfeld zu unverzichtbaren Bestandteilen des täglichen Lebens geworden. Sei es ein Airbag Sensor, ein Fitness-Gerät, ein Video-Projektor oder ein Tintenstrahldrucker; eine Vielzahl von Anwendungen setzt auf die modernen MEMS-Bausteine und ist ohne diese unmöglich. Dennoch sind Hindernisse zu überwinden – oft ist das Kostenniveau für die Bausteingehäuse eine Herausforderung, an der die Kommerzialisierung von Anwendungen scheitert.

Neben dem Kostenaspekt ist auch die Tatsache, dass das gehäuste Bauelement z.T. 100 bis 1000fach größer ist, als die eigentliche Funktionskomponente, eine Erschwernis auf dem Weg zum Produkt.

Intelligente Konzepte zur Kostenminimierung und Miniaturisierung beim Gehäuse sind daher eine Notwendigkeit, um der Vielzahl von Anwendungen den Weg in den Markt zu öffnen.

KOMPETENZEN UND AKTIVITÄTEN

Das MEMS Packaging Programm des IZM ist darauf ausgerichtet, die Erfahrungen der verschiedenen Fachabteilungen vom Bausteindesign, über die Herstellung und das Gehäuse bis hin zum fertigen System und dessen Qualifizierung zusammenzuführen und unseren Kunden ein optimales Leistungspaket zu bieten.

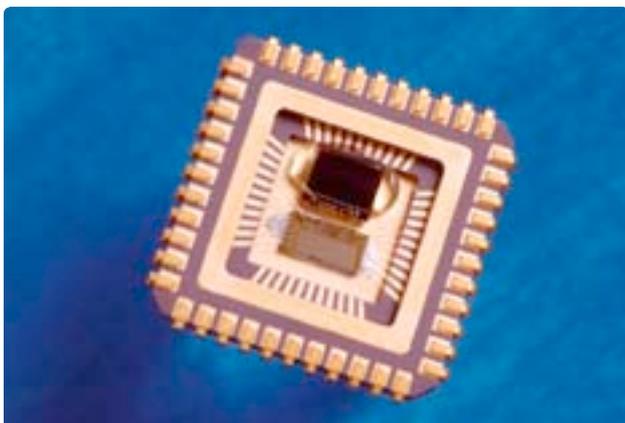
Die entstehende Synergie erlaubt es, innovative Gehäusekonzepte bis hin zu anwendungsoptimierten, kostengünstigen und miniaturisierten Aufbauten zielgerichtet zu entwickeln. Dieses integrierte Vorgehen garantiert eine optimale Lösung vom kundenspezifischen Einzelfall bis zu einer volumentauglichen Lösung.

Serviceleistungen |

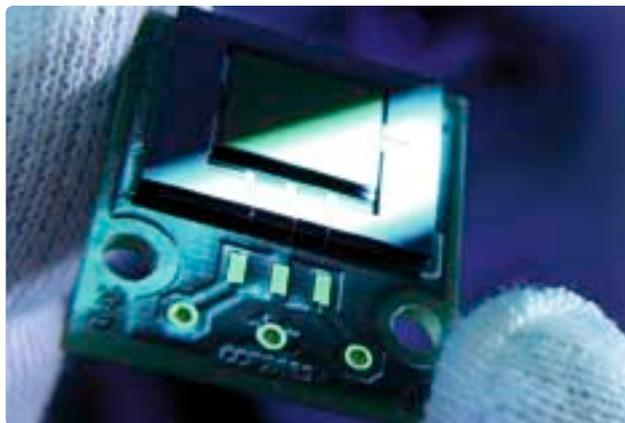
- Beratung für neue wie auch etablierte MEMS- und Sensor-Gehäusekonzepte
- FuE für MEMS-Gehäuse und MEMS-basierende SiP-Lösungen
- Realisierung von gehäusten MEMS-Bausteinen

Aktuelle Forschungsaktivitäten |

- System-in-Package Integration von MEMS-Bausteinen mit peripherer Elektronik
- Robuste Montage von hochsensiblen Sensoren (Mikrofone, Drucksensoren)
- Lebensdaueruntersuchungen von MEMS Packages
- Die-to-Wafer-Capping unter Verwendung von Klebertechniken für die Prototypenevaluation
- Innovative Schutzmechanismen für Sensoren mit Medienkontakt



Hybrid integrierter Low-g Beschleunigungssensor in einem Kunststoffgehäuse PLCC44



1D Silizium-Mikrospiegel auf einem Leiterplattensubstrat für Einsatz in einem portablen IR-Spektrometer

3D System Integration

LEITUNG: Dr. P. Ramm | peter.ramm@izm-m.fraunhofer.de | Fon: +49 (0) 89 / 5 47 59-5 39

» Die Mainstream Silizium-Planartechnologie unterliegt physikalischen und technologischen Limitierungen, die die Systemeigenschaften deutlich beeinflussen. Performance, Multifunktionalität und Zuverlässigkeit mikroelektronischer Systeme werden zunehmend durch die Verdrahtung der Subsysteme begrenzt. Dies führt bei zukünftigen IC-Generationen zu einem kritischen Performance-Engpass (sog. Verdrahtungskrise), der mit Hilfe der 3D-Systemintegration überwunden werden kann. Die ITRS Roadmap sagt einen ständig wachsenden Bedarf an Systems-on-a-Chip (SoC) voraus. Üblicherweise werden SoCs mit sog. embedded Technologien monolithisch integriert. Die Fertigungstechnologie richtet sich dabei nach den Anforderungen, welche die technologisch aufwändigste Chip-Partition vorgibt, was zu hohen Kosten führt. Dreidimensional integrierte Systems in Package (3D-SiP) weisen hingegen reduzierte Grundflächen auf, ermöglichen eine optimierte Kombination unterschiedlicher Technologien und haben somit das Potential für eine kostengünstigere Fertigung.

Das Technologiespektrum des Fraunhofer IZM zur 3D-Integration lässt sich in folgende Kategorien gliedern:

- Stapeln von Gehäusen/Substraten,
- Stapeln von Chips,
- Vertikale Systemintegration (VSI®).

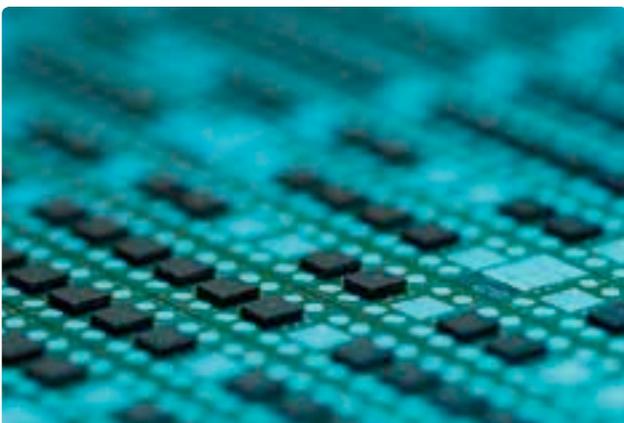
Darüber hinaus besitzt das Fraunhofer IZM Kompetenzen in 3D Systemdesign und Back-end of Line-Technologien (BEOL).

Gestapelte Gehäuse können z. B. mit Hilfe der Chip-in-Polymer-Technik realisiert werden. Durch das Einbetten dünner Chips in Aufbautagen von Leiterplatten lassen sich Chip Size Packages (CSPs) mit Cu-gefüllten Vias durch die Leiterplatte erzeugen.

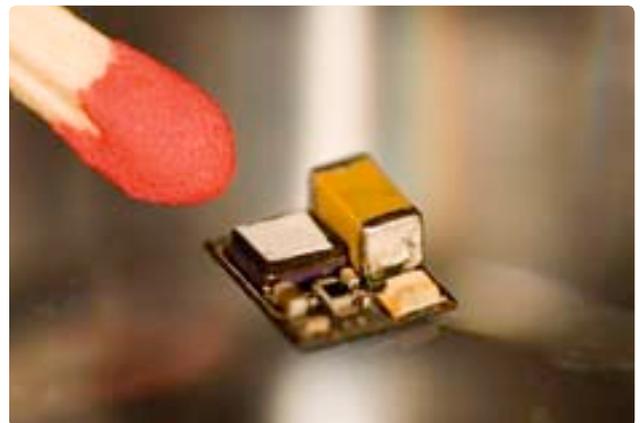
Die CSPs können gestapelt und elektrisch verbunden werden. Eine mit IZM-Know How entwickelte Substratstapeltechnik auf der Basis von Top-Bottom Ball Grid Arrays wird zur Integration unterschiedlicher Komponenten in einen 3D-Modulstapel mit standardisierten Interfaces eingesetzt. Stand der Technik am Fraunhofer IZM zum Stapeln von Chips ist v. a. eine Chip-on-Chip-Technik basierend auf Flip-Chip-Verbindungen.

Die Vertikale Systemintegration (VSI®) basiert auf dem Dünnen von Bauelementelagen, dem justierten Verbinden und der vertikalen Metallisierung mittels frei positionierbarer W- oder Cu-gefüllter Inter-Chip Vias (ICV). Mit der ICV-SLID-Technologie zielt eine neue Entwicklung auf das Stapeln selektierter Chips (KGD) auf Wafer-level, wobei sehr dünne Cu/Sn-Solid-Liquid-Interdiffusion (SLID) Pads zum Bonden von Top-Chips auf Bottom-Wafer dienen.

Ziel des Programms ist die Etablierung eines europäischen Kompetenzzentrums auf dem Gebiet der 3D-Integration basierend auf der langjährigen Erfahrung, etablierten Kooperationen mit Industriepartnern, Intellectual Properties und professionellem Equipment am Fraunhofer IZM. Gemeinsam mit den führenden europäischen Forschungsinstituten CEA-Leti und IMEC wird die Bildung einer Technologieplattform angestrebt.



3D-Integration in Chip-to-Wafer-Technologie



Drahtloses Sensorsystem

RF Systems

LEITUNG: Dr. S. Guttowski | stephan.guttowski@izm.fraunhofer.de | Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 44
 M. J. Wolf | juergen.wolf@izm.fraunhofer.de | Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-6 06

» Im Zeitalter grenzenloser Kommunikation, geprägt durch den orts- und zeitunabhängigen Zugang zu Informationen und Daten, kommt der Technologie zur Integration von HF-Komponenten eine entscheidende Rolle zu. Universelle, mobile und selbstkonfigurierbare elektronische Geräte sind die Ecksteine dieser Entwicklung.

Dieser Trend stellt eine Herausforderung für das gesamte Spektrum der Systementwicklungstechnologie dar. Die Miniaturisierung ist eine grundlegende Voraussetzung, um die Vision der ubiquitären Systeme wahr werden zu lassen.

KOMPETENZEN UND AKTIVITÄTEN

Das Fraunhofer IZM greift mit dem Programm RF Systems die Herausforderungen und Entwicklungen der fortschrittlichen Technologien im Bereich der Systeme hoher Frequenzen auf. In Projekten mit vielen führenden internationalen Firmen erlangte das Fraunhofer IZM ein großes Hintergrundwissen, welches für die schnelle und effiziente Bearbeitung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten mit Partnerfirmen in allen Bereichen der HF-Systemintegration verfügbar ist.

Die Unterstützung der Industrie durch das Fraunhofer IZM umfasst die Bereiche:

- Effiziente Entwurfsmethoden für mittels neuartiger Aufbau- und Verbindungstechnologien realisierte HF-Systeme
- Entwurf und Analyse der HF-Eigenschaften sowie der Signal- und Powerintegrität von Systemen auf Substrat- und Systemebene

- Entwurf und Charakterisierung von passiven HF-Front-End-Komponenten
- Erstellung von Prototypen, Prozessierung und Produktion
- Charakterisierung, Test, Zuverlässigkeitsprüfung und Vorbereitung der Zertifizierung

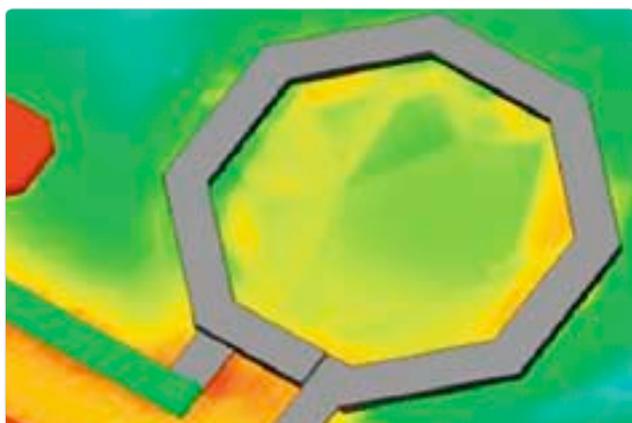
Das Fraunhofer IZM nutzt seine aktive Rolle in Forschung und Entwicklung und seine breitgefächerten internationalen Netzwerkaktivitäten und Kooperationen zur Analyse aktueller Entwicklungstrends. Unterstützung für die Industrie reicht von der Beratung für die Entwicklung spezieller, industriell nutzbarer Technologieprozessmodule bis zu einem Musterstück, einem Demonstrator oder einem Prototyp mit einem abschließenden Produktionsqualitätsprozess oder Technologietransfer zum Industriepartner. Hierfür bietet das Fraunhofer IZM eine umfangreiche Geräteausrüstung.

Serviceleistungen |

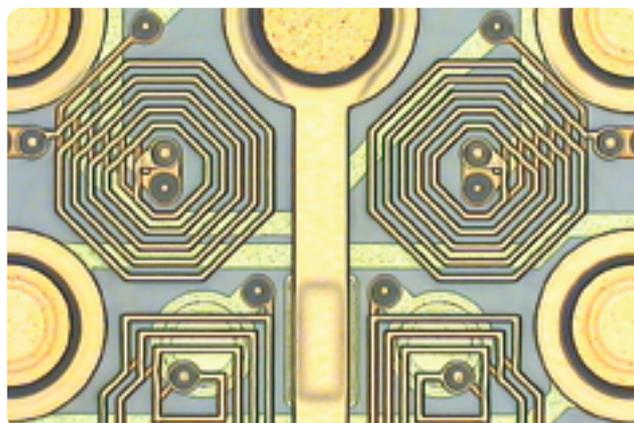
- Technologieentwicklung und -bewertung
- Material- und Bauelementecharakterisierung bis 110GHz
- Antennenentwicklung und -charakterisierung
- Technologieorientierte Machbarkeitsstudien für HF Systeme
- Hochaufgelöste Hochstromcharakterisierung im Zeitbereich

Aktuelle Forschungsaktivitäten |

- Mikroantennenentwicklung
- Elektrische Modellierung von Carbon-Nano-Tube-Interconnects
- HF-taugliche Ankontaktierungslösungen



Feldverteilung einer eingebetteten Spule



HF-Filterstruktur in Dünnschichttechnologie

Large Area Electronics

LEITUNG: Dr. K. Bock | karlheinz.bock@izm-m.fraunhofer.de | Fon: +49 (0) 89 / 5 47 59-5 06

» Der Begriff „Large Area Electronics“ fasst die Entwicklung, Systemintegration und Applikation von aktiven und passiven, elektronischen und photonischen Bauelementen zusammen, welche vorzugsweise aus organischen Materialien auf großflächigen Substraten realisiert werden. Hinzu kommen die Aspekte der Integration energieautarker Systeme mit den Gesichtspunkten Energieerzeugung, -speicherung und -versorgung und der Mechanik, Mikrofluidik und Pneumatik in flexible Systeme.

Damit ermöglichen Large Area Electronics z.B. die Kombination von Elektronik, Display, sensorischer Tastatur für die Eingabe sowie einer Solarzelle zur Energieerzeugung, und damit den Foliencomputer in wenigen Jahren. Zuerst wird dies mehr eine Smart Card oder ein einfacher PDA sein, in fernerer Zukunft vielleicht die elektronische Zeitung.

Dieses Konzept ermöglicht erstmalig auch mikrointegrierte medizinische Geräte zur Bioanalyse und medizinischen Behandlung, welche in einem kosteneffizienten Prozess auf großflächigen Substraten hergestellt werden können.

Großflächige, preiswerte flexible Elektronik und Systeme können vom Endnutzer selbst spezifiziert und gefertigt werden, da inline-fähige und größtenteils additive Herstellungstechnologien eingesetzt werden können.

KOMPETENZEN UND AKTIVITÄTEN

Serviceleistungen |

- Entwurf, Simulation und Berechnung polytronischer Bauelemente und Systeme
- Entwicklung und Anpassung von Fertigungsprozessen
- Prozessierung großflächiger Substrate
- Beratung bei Rolle zu Rolle-Prozessen
- Erstellung von Musterbauelementen, -schaltungen und -systemen, Prototypen
- Aufbau von Bio-Sensoren

Aktuelle Forschungsaktivitäten |

- Polymerelektronik und Mikrosysteme
- Vernetzte polymerbasierte Mikrosysteme
- Bio Systemintegration
- Strukturierung und Beschichtung großflächiger Substrate
- Materialentwicklung und -modifikation



Rolle-zu-Rolle Fertigung polymerelektronischer Schaltkreise



Vital BioChip Diagnosesystem für humane Antikörper, BioChip Kartusche mit ca. 100 verschiedenen Antigenen

Micro Reliability and Lifetime Estimation

LEITUNG: Prof. Dr. B. Michel | bernd.michel@izm.fraunhofer.de | Fon: +49 (0) 03 / 4 64 03-2 00

- » Zuverlässigkeit ist ein Wettbewerbsfaktor bei mikroelektronischen Produkten und Alleinstellungsmerkmal für die jeweiligen Hersteller. Das Fraunhofer IZM, welches die Zuverlässigkeit neben der Mikrointegration im Namen trägt, unterstützt seit Jahren erfolgreich KMUs und Großindustrie bei Auslegung, Entwicklung und Test von mikroelektronischen Systemen unter dem Aspekt der Lebensdauer- und Kostenoptimierung. Das Programm Micro Reliability and Lifetime Estimation bündelt dazu die Kompetenzen des Instituts.

Systemzuverlässigkeit bedeutet heute, Technologie, Material, Test und Design in Bezug auf Ausfallmodi zusammen zu denken. Dabei bildet die Exzellenz in den Kompetenzfeldern Prozessentwicklung, experimentelle Analytik, Simulation und Materialphysik die notwendigen Voraussetzungen für eine korrekte Bewertung bzw. Vorhersage der Lebensdauer. Insbesondere die Generierung von Lebensdauermodellen für verschiedene Ausfallmechanismen unter kombinierten Lastbedingungen (wie z.B. Temperatur und Feuchte) bei immer kleineren Geometrien ist international eine große Herausforderung und damit auch ein Betätigungsfeld für die Wissenschaftler am Fraunhofer IZM. Diese „Nano-Reliability“ erweitert die Zuverlässigkeitsvorhersage auf der Mikrometerskala um das Verständnis und die Beschreibung der elementaren Schädigungsprozesse im Sinne einer Struktur-Eigenschafts-Korrelation. Hierzu werden modernste hochauflösende analytische Verfahren und numerische Feldkopplung verwandt.

Im Sinne einer umfassenden Strategie für die Systemzuverlässigkeit bietet das Fraunhofer IZM:

KOMPETENZEN UND AKTIVITÄTEN

Zuverlässigkeitstest |

- Standardtests (HAST, Temperaturwechseltest)
- Beschleunigte Tests (Zykeltests, Powercycling, u.a.)
- Entwicklung kombinierter Tests (Feuchte, Temperatur)
- In-situ Zuverlässigkeitsmonitoring
- Fehleranalytik

Technologie und Prozesse

- Technologieentwicklung
- Technologien für Embedded, WLP, SIP, MID, Optical
- Speziallote Lötten, Kleben, Verkapseln, Drahtbonden
- Materialsynthese, Substratentwicklung, Rewiring

Materialcharakterisierung

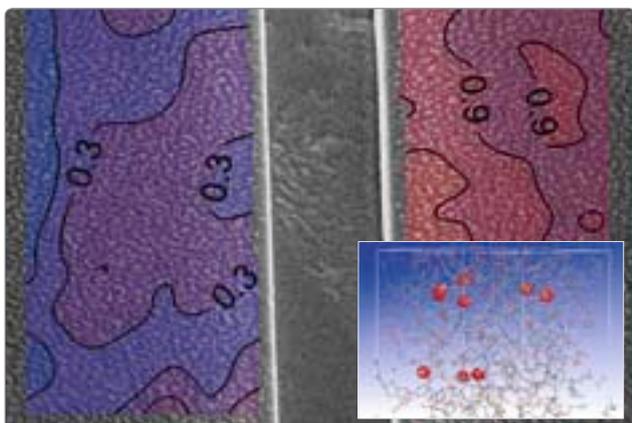
- Lebensdauermodelle durch Simulation & Experiment
- Charakterisierung von Werkstoffen als Funktion der Temperatur, Zeit, Feuchte von Standardproben bis zu dünnen Schichten
- Weiterentwicklung der Prüftechniken in den Mikro- und Nanobereich
- Mikro- und Nanodeformationsmesstechnik

Systemzuverlässigkeit

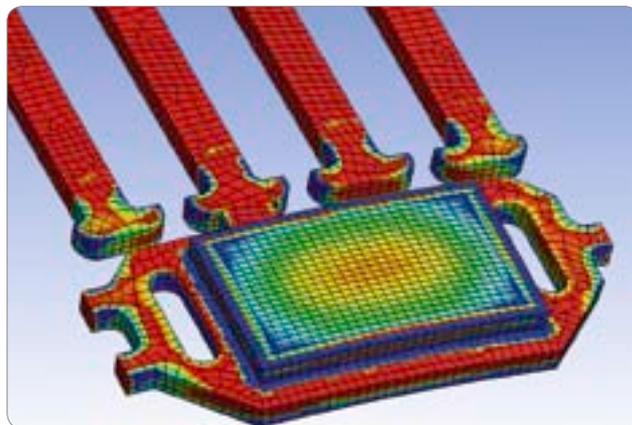
- Lebensdauermodelle für verschiedene Fehlermodi
- Lotermüdung, Delamination, Bruch,
- Entwicklung neuer Versagensmodelle für hohe Temperaturen, Feuchte und Diffusion, Vibration
- Lebensdauervorhersage
- Feldkopplung und Multiskalensimulation

Nanoreliability

- Struktur-Eigenschafts-Korrelation
- Eigenspannungsmessung (nanoDAC)
- Molekulardynamische Simulation
- Nanoanalytik



Simulation der Feuchtediffusion in Polymeren



Spannungsverteilung bei thermo-mechanischer Belastung eines Sensor Packages

Thermal Management

LEITUNG: Dr. B. Wunderle | bernhard.wunderle@izm.fraunhofer.de | Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-2 47

- » Kontinuierlich zunehmende Verlustleistung und Verlustleistungsdichte von mikroelektronischen Bauteilen stellen eine der wichtigsten Herausforderungen für das Design von elektronischen Systemen dar: Die entstehende Wärme muss zuverlässig gespreizt und abgeführt werden.

Ebenso wichtig ist die Berücksichtigung von thermo-mechanischer Zuverlässigkeit: Thermisch induzierte Spannungen und Dehnungen führen zum Versagen (z.B. durch Chipbruch, Lotermüdung, Delamination) von elektronischen Systemen und reduzieren deren Lebensdauer.

Aus Kosten- und Zeitgründen bedarf es eines umfassenden Ansatzes, welcher alle relevanten Faktoren schon in der Designphase berücksichtigt.

KOMPETENZEN UND AKTIVITÄTEN

Das IZM Programm Thermal Management stellt ein umfassendes Konzept zur Bereitstellung von zuverlässigen und kostengünstigen Entwärmungslösungen für mikroelektronische Systeme aller Leistungsklassen von der Chip- bis zur Systemebene dar.

Zuverlässigkeit bedeutet die Synergie von:

- Technologie (Prozess- und Fertigungs-Know-How)
- Material (Charakterisierung und Schadensverhalten)
- Design (Optimierung durch Simulation und Lebensdauerprognose)
- Verifikation (Experiment und Test)
- Langjährige Erfahrung im „Design for Reliability“

Diese Kombination ermöglicht es, durch die Bündelung unserer Kompetenzen flexibel auf individuelle Problemstellungen einzugehen und gleichzeitig Komplettlösungen anzubieten.

Serviceleistungen |

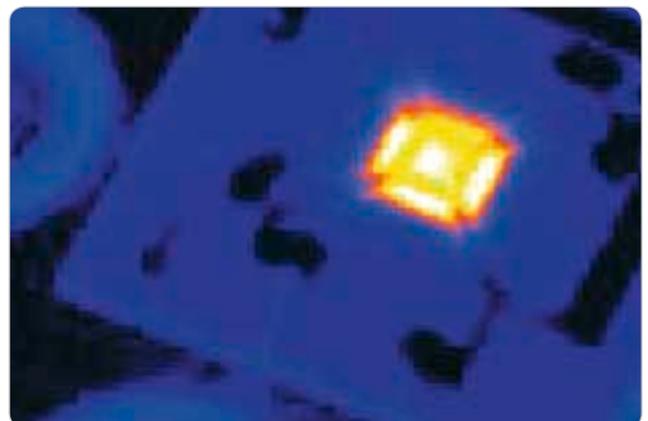
- Lebensdauerprognose
- Materialcharakterisierung
- IR-Thermographie
- Rth-Messung
- Passive und aktive Zykeltests
- Teststand zur Luft- und Wasserkühlung
- Deformationsmessung an Mikro- und Nanostrukturen

Aktuelle Forschungsaktivitäten |

- Thermisch/mechanische Charakterisierung von Leiterplatten
- Kompakter Wasser-Mikrokanal-Kühler und Mikropumpen
- Windkanal (forcierte Luftkühlung)



Erzwungene Konvektion für CPU



Hoch auflösende IR-Thermographie

Sustainable Technical Development

LEITUNG: Dr. N. Nissen | nils.nissen@izm.fraunhofer.de | Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 32

- » Eine nachhaltige Entwicklung berücksichtigt ökonomische, ökologische und soziale Kriterien, um die Bedürfnisse der heute lebenden Menschen zu befriedigen, ohne die Möglichkeiten und Lebensumstände zukünftiger Generationen einzuschränken. Die Summe aller eingesetzten Technologien bestimmt, ob wir uns in Richtung Nachhaltigkeit bewegen, und der Einsatz von Elektronik ist dabei ein Schlüsselfaktor.

Mikroelektronik ist einerseits eindeutig eine Voraussetzung für nachhaltige Entwicklungen, zum Beispiel durch Beiträge wie erhöhte Energieeffizienz, mehr Sicherheit oder durch Grunddienste wie Telekommunikation. Andererseits ist eine wachsende und schnelllebige Elektronikindustrie auch für zunehmende Umwelteinflüsse verantwortlich.

Das Fraunhofer IZM hat langjährige Erfahrungen in der Berücksichtigung von Umweltaspekten und -anforderungen in der Forschung und in Entwicklungsprozessen. Ziel ist dabei, Umweltaspekte und Wirtschaftlichkeit durch neuartige, meist kleinere und zuverlässigere Lösungen in Einklang zu bringen. Das neue IZM Programm Sustainable Technical Development führt die vielfältigen Kompetenzen zur Bewertung und Optimierung komplexer Technologien und Produkte zusammen.

KOMPETENZEN UND AKTIVITÄTEN

Ausgehend von den Kernkompetenzen des Instituts in der miniaturisierten Aufbau- und Verbindungstechnik ist der Rahmen für Nachhaltigkeitsbetrachtungen wesentlich weiter zu fassen. Dies reicht bis zu ganzen Produkten, deren Anwendungen, kompletten Lebenszyklen von der Herstellung bis zum Recycling, und bis hin zu sozialen und globalen Effekten, die eine Säule der Nachhaltigkeitsbetrachtungen darstellen.

Serviceleistungen |

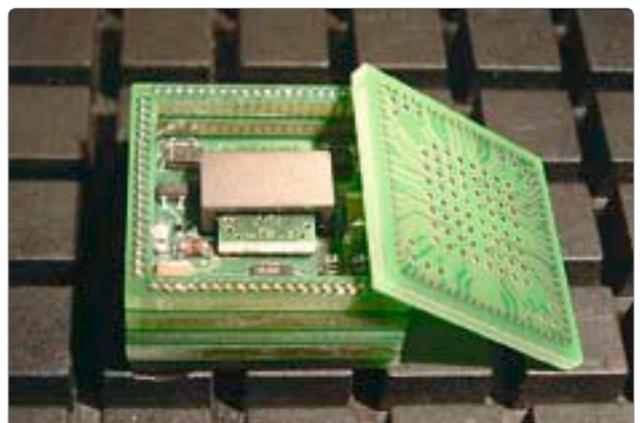
- Entwicklung von ökoeffizienten Prozessen, Komponenten und Produkten
- Umweltbewertungen mit Screeningverfahren und Ökobilanzen
- Ressourcenbetrachtungen neuer Verbindungs- und Mikrosystemtechnologien
- LCUs (Life Cycle Units) und Zustandsindikatoren für robuste Elektronik
- Inhaltsstoffbestimmung und -analytik für Elektronik
- Vorbereitung von Unternehmen auf Umweltgesetzgebungen im Elektronikbereich (RoHS, WEEE, EuP, und internationale Entwicklungen)

Aktuelle Forschungsaktivitäten |

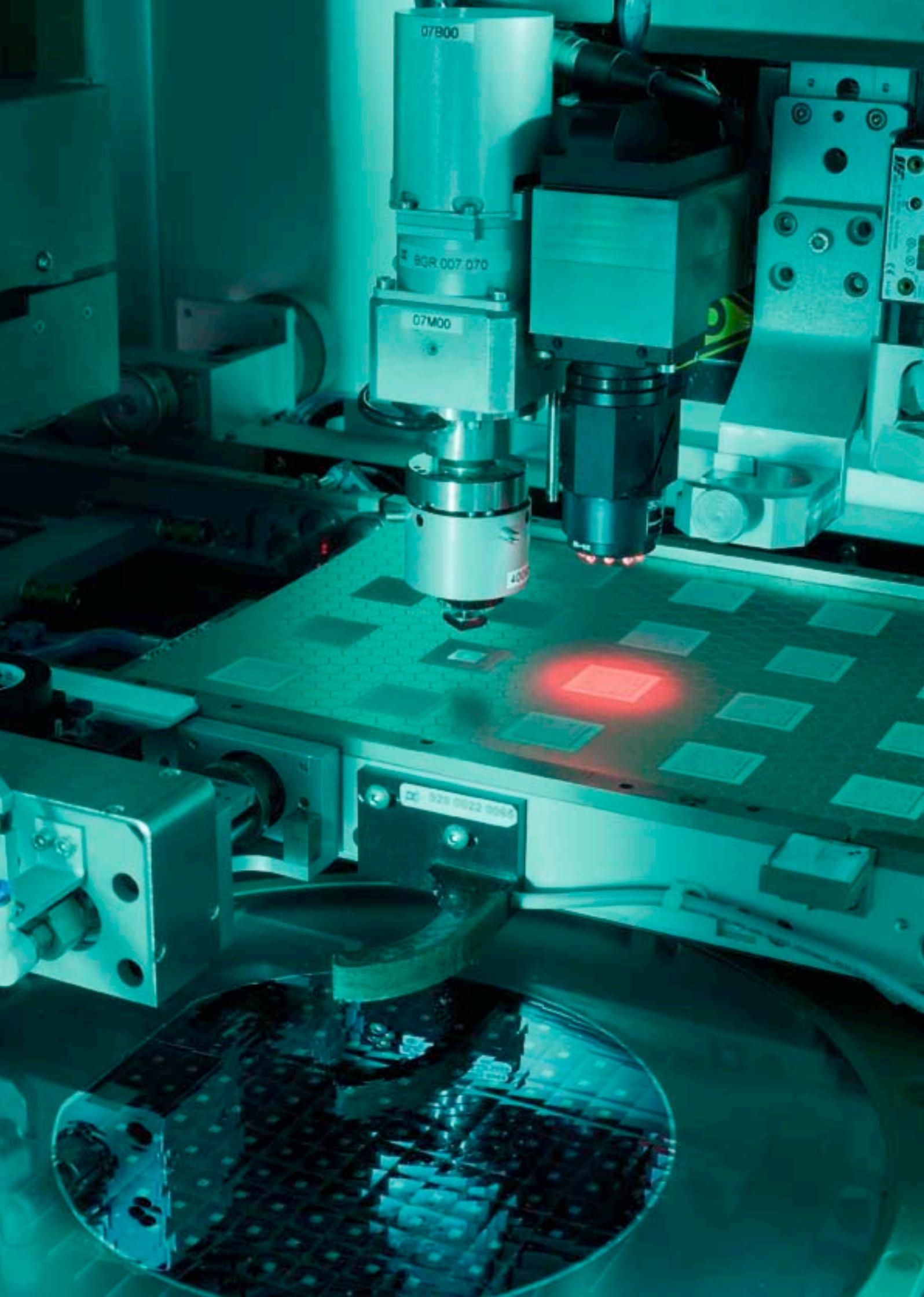
- Effiziente und miniaturisierte Stromversorgungen
- Ressourceneffizienz durch angepasste Systemzuverlässigkeit
- Etablierung neuer ökoeffizienter Werkstoffe in der Elektronik
- Praktikable Integration von Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekten in Designabläufe



Lignin-basierte Leiterplatte für eine Fernbedienung



Mikronetzteil entwickelt in Kooperation mit Elbau, Berlin



* COOPERATION



» KOOPERATION

030 - 031 _ **FRAUNHOFER IZM MARKETING**

032 - 033 _ **APPLIKATIONSZENTRUM SMART SYSTEM INTEGRATION**

034 - 035 **ZUSAMMENARBEIT MIT DEM FRAUNHOFER IZM -
_ EIN ERFAHRUNGSBERICHT**

036 - 037 _ **FORSCHUNGSGEBIETE UND -INHALTE**

Ihre Schnittstelle zu den Technologien des Fraunhofer IZM



Trainingserfolg (fast) garantiert - Golfball mit integrierter Elektronik



Miniaturisiertes Hörgerät – mehr Komfort für den Nutzer

» Sie sind im Electronic Packaging zu Hause und wollen wissen, mit welchen Technologien der Erfolg Ihres Unternehmens auch in Zukunft gesichert werden kann? Dann ist das Marketing des Fraunhofer IZM der richtige Ansprechpartner für Ihr Unternehmen. Steigen Sie dagegen neu in die Mikrosystemtechnik ein oder suchen Sie Unterstützung bei der Realisierung Ihrer Produktidee, dann ist dank einer Projektinitiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung das Applikationszentrum Smart System Integration die richtige Anlaufstelle für Sie.

Zwei Ansätze – ein Ziel! Wir wollen Ihnen maßgeschneiderte technologische Lösungen bieten.

Fraunhofer IZM Marketing –
Neue Technologien für Ihr Unternehmen

Angesichts eines globalen Wettbewerbs und immer kürzerer Produkt- und Technologielebenszyklen entscheidet die rechtzeitige Einführung neuer Technologien über die Wettbewerbsfähigkeit Ihres Unternehmens. Nur: wann ist der richtige Zeitpunkt, um in neue Technologien zu investieren? Welche Technologien haben das Potenzial, das Technologieportfolio Ihres Unternehmens zu optimieren?

Das Fraunhofer IZM gehört zu den weltweit führenden Forschungsinstituten im Bereich der Systemintegration für Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik. Unsere Kompetenz reicht von der Materialentwicklung über die Entwicklung neuer Aufbau- und Verbindungstechniken bis hin zur Lösung von Qualitäts-, Zuverlässigkeits- und Umweltfragen.

Unsere Stärke ist die Verbindung von Grundlagen- und angewandter Forschung und deren Umsetzung in die industrielle Praxis. Beispiele für unsere technologische Kompetenz und unser Dienstleistungsangebot finden Sie auf den folgenden Seiten. Unsere Experten beraten Sie gerne bei der Auswahl der Technologien, die für Ihr Unternehmen den größten Nutzen haben und unterstützen Sie bei der Umsetzung.

Fraunhofer IZM Marketing und Applikationszentrum Smart System Integration



Intelligenter Katheter - mehr Sicherheit für Pflegepersonal und Patient



Elektronik der Zukunft - integriert in die Kleidung

- » Haben Sie Interesse an unseren Dienstleistungen? Sprechen Sie uns an! Unser Marketing-Team steht Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung. Wir bieten Ihnen zu folgenden Schwerpunkten unsere Unterstützung an:

Unternehmensspezifische Technologieworkshops |

Sie wollen Ihre Technologien auf den Prüfstand stellen oder einfach nur wissen, welche neuen Technologien für Ihr Unternehmen relevant sein könnten. Wir bieten Ihnen firmenspezifische Workshops an. Unsere Experten stellen Ihnen die gesamte Bandbreite der aktuellen technologischen Entwicklungen im Bereich des Electronic Packaging vor. Gemeinsam besprechen wir, welche Technologien für Ihr Unternehmen und ihre Produktpalette relevant sein könnten.

Workshops zu speziellen Technologien |

Sie wissen, in welche Technologiefelder Sie investieren möchten und benötigen Unterstützung bei der Auswahl der zu Ihrem Unternehmen passenden Technologie. Unsere Experten diskutieren mit den Fachleuten Ihres Unternehmens die Vor- und Nachteile der in Frage kommenden Technologien vor dem Hintergrund der Anforderungen Ihres Unternehmens.

Beratung bei technologiespezifischen Fragen | Sie benötigen Unterstützung bei der Lösung aktueller technologischer Fragestellungen in Ihrem Unternehmen. Setzen Sie sich mit uns in Verbindung, wir finden den geeigneten Gesprächspartner für Sie!

Kontakt |



Simone Brand

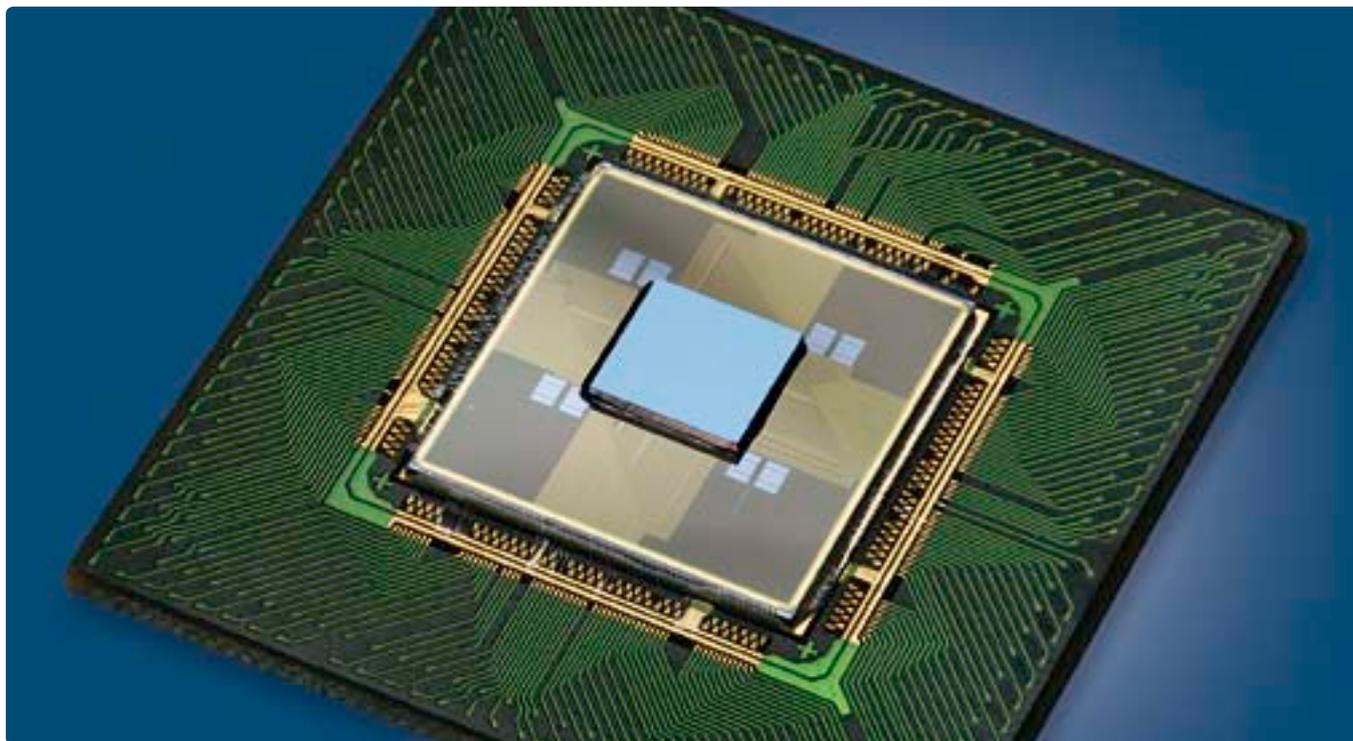
simone.brand@izm-m.fraunhofer.de
Fon: +49 (0) 89 / 5 47 59-1 38



Harald Pötter

harald.poetter@izm.fraunhofer.de
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 36

Applikationszentrum Smart System Integration - Fraunhofer IZM stärkt seinen Anwendungsbezug

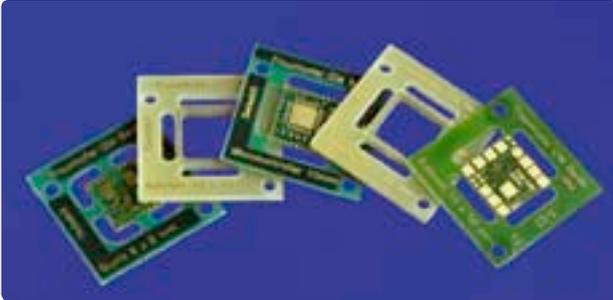


Bereitstellung von Technologien, Laboren und Geräten

» Exzellente Produktideen sollen schneller in konkrete Applikationen umgesetzt werden. Um diese Zielstellung voranzutreiben, fördert das BMBF am Fraunhofer IZM das "Applikationszentrum Smart System Integration". Erstmals kann Unternehmen von der Technologieberatung über Produktentwicklungen bis hin zur Bereitstellung von Laborkapazitäten die gesamte Bandbreite technischer Dienstleistungen für erfolgreiche Innovationen angeboten werden.

Aber auch Unternehmen, die bislang noch keine Mikrosystemtechnik in ihren Produkten eingesetzt haben, profitieren von dem Zentrum. Denn gerade für die Realisierung von Ideen, die in bislang MST-fernen Anwendungsfeldern zu neuen und innovativen Produkten führen sollen, ist das integrierte Angebot von technologischer Dienstleistung und Produktkonzeption sowie Produktentwicklung enorm wichtig. Unsere Dienstleistungen für Sie sind:

- Beratung und Schulung bei technologischen Fragestellungen
- Realisierung Ihrer Produktideen
- Bereitstellung von Labor- und Fertigungskapazitäten



Beratung bei der Technologieauswahl



Unterstützung bei der Realisierung von Funktionsmustern und Prototypen

» Beratung und Schulung bei technologischen Fragestellungen |

Das Applikationszentrum Smart System Integration dient Ihnen als erster Ansprechpartner bei allen technologischen und anwendungsspezifischen Fragen. Wir organisieren für Sie Schulungen und Workshops, vermitteln Unterstützung bei akuten Qualitäts- und Technologiefragen. Um Sie auch für Ihre Produktideen umfassend beraten zu können, bauen wir zurzeit zusätzlich zu unserem technologischen Netzwerk ein Netzwerk mit anwendungsorientierten Forschungseinrichtungen aus.

Realisierung Ihrer Produktideen |

Wenn Sie mit Ihrer Produktidee zu uns kommen, stellen wir Ihnen einen Mitarbeiter als Innovations-Scout an die Seite. Je nach Reifegrad Ihrer Ideen vermitteln wir den Kontakt zu den Fachabteilungen des Fraunhofer IZM, beraten Sie bei der Produktkonzeption oder organisieren bei Bedarf unternehmensspezifische Produktkonzeptions-Workshops mit internen und externen Experten. Wir analysieren dann die entwickelten Produktvisionen hinsichtlich der sich daraus ergebenden technologischen Herausforderungen und erstellen mit Ihnen einen Plan zu deren Umsetzung. Dazu gehört auch, dass wir auf Wunsch Ihre Produktvision bis hin zum Prototypen (Hardware, Software, Technologie) für Sie entwickeln. Die speziellen Förderbedingungen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung erlauben sogar das Angebot von Kleinprojekten zum schnellen Ausprobieren neuer Ideen.

Bereitstellung von Labor- und Fertigungskapazitäten |

Sie haben sich für eine Technologie entschieden und wissen, wie Ihr Produkt aussehen soll. Aber bevor Sie in entsprechende Labore oder Fertigungstechniken investieren, wollen Sie wissen, ob Ihre Idee auch trägt. Oder Sie wollen einfach Entwicklungsrisiko oder Kosten für Labore oder Geräte drastisch verringern. Wir stellen Ihnen Labor-, Personal- und Bürokapazitäten für Ihre Produktprojekte zu Verfügung.

Aufbau von Funktionsmustern und Prototypen |

Das Design steht, die Technologieauswahl ist getroffen. Jetzt müssen nur noch Ihre Kunden mit einem Funktionsmuster oder mit Prototypen überzeugt werden. Wir bauen Ihnen elektronische Schaltungen bis hin zu kleinen Systemen auf. Mit unserer Rapid Prototyping-Anlage sind wir sogar in der Lage ergänzend dazu mechanische Teile in kürzester Zeit aus Kunststoff herzustellen. Wenn Sie den Weg zu größeren Stückzahlen beschreiten wollen, vermitteln wir die Fertigung von Kleinserien.

Wenn wir Sie mit unserem Angebot überzeugen konnten – sprechen Sie uns an:

Dipl.-Ing. Harald Pötter

harald.poetter@apz.izm.fraunhofer.de
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-7 42

Dr.-Ing. Stephan Guttowski

stephan.guttowski@apz.izm.fraunhofer.de
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 44

„Technologisch führend“ - Erfahrungsbericht von der Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IZM



» Die Aufbau- und Verbindungstechnik von Sensor-Chips ist bislang ausgesprochen aufwändig. Die kleinen Bauteile müssen zu Tausenden aus großen Siliziumscheiben herausgesägt und anschließend einzeln in Gehäusen verpackt werden. Die Schott Electronic Packaging GmbH und das Fraunhofer IZM in Berlin haben deshalb gemeinsam in einem 3-jährigen Projekt einen effizienteren Weg zur Produktion von optischen Sensoren für Kamera-Handys entwickelt. Die Siliziumscheibe erhält eine Schutzschicht aus Glas und wird mittels TSV (Through Silicon Vias) von der Rückseite kontaktiert, bevor gesägt wird. Das macht die Bauteile unempfindlicher und die Produktion schneller und sicherer.

Mit Dr. Thomas Gambke, Geschäftsführer der Schott Electronic Packaging GmbH, sprachen wir über die Erfahrungen in der Zusammenarbeit. Das Gespräch führte Harald Pötter, verantwortlich für das Marketing am Fraunhofer IZM.

» IZM: Herr Dr. Gambke, wir würden gern mit den Anfängen des gemeinsamen Projektes zur Produktion von optischen Sensoren für Kamera-Handys beginnen: Was hat die Firma Schott damals bewogen, die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IZM zu suchen?

Gambke: Der Ausgangspunkt war die schon relativ intensive Zusammenarbeit mit dem IZM. Wir waren zu diesem Zeitpunkt in einer sehr kritischen Phase bei Schott. Das Wafer Level Packaging war eine vollkommen neue Technologie für uns. Wenn man nun eine ganze Pilotlinie mit dieser Technologie aufbauen wollte, waren erhebliche Investitionen notwendig, nicht nur in Geräte und Anlagen, sondern auch für die Infrastruktur. Das wäre ein erheblicher Kosten- und Zeitfaktor und damit auch ein Risiko gewesen.

Mir war nach einigen Besuchen hier am IZM Ihre hervorragende Ausstattung aufgefallen, insbesondere die Reinraummöglichkeiten. Ich bin zu Prof. Reichl gegangen und fragte, ob es nicht eine Möglichkeit gäbe, Ihre Räume auch von unseren Leuten nutzen zu lassen. Er hat dann sofort zugesagt, sodass wir diese Idee umgesetzt haben und innerhalb sehr kurzer Zeit hier anfangen konnten. Das hat mich sehr beeindruckt. Die Flexibilität, die hier gezeigt wurde, war toll.

IZM: Es ist ungewöhnlich, dass Sie Schott-Mitarbeiter hierher entsandt und eine gemeinsame Forschungsgruppe aufgebaut haben. Wie war die Erfahrung in der Zusammenarbeit?

Gambke: Die Zusammenarbeit war und ist gut. Die neuen Mitarbeiter waren Leute, die frisch von der Hochschule kamen oder eine Forschungstätigkeit hinter sich hatten, die also gewohnt waren, in einem Forschungsinstitut zu arbeiten. Insofern waren die Berührungspunkte auch relativ groß und die Assimilationsschwierigkeiten gering.

Besonders eng haben wir mit Herrn Dr. Töpfer zusammengearbeitet, der gemeinsam mit seiner Gruppe am intensivsten mit der Thematik unseres Projekts vertraut ist. Mit ihm führen wir auch heute noch viele interessante Diskussionen.

IZM: Haben Sie Ihre Erwartungen an die Zusammenarbeit in technologischer Sicht erfüllt?

Gambke: Das Projekt war insofern sehr erfolgreich, als wir damit in sehr kurzer Zeit den technologischen Vorsprung der Konkurrenz einholen konnten. Wir sind damit heute durchaus wettbewerbsfähig bzw. sogar technologisch führend.

Wir waren mit dieser Technologieentwicklung in der Lage, sie in der Handyfertigung einzusetzen, und das - finde ich - ist ein sehr bemerkenswerter Erfolg. In Zukunft wollen wir längerfristige Aspekte aufgreifen, diese gemeinsam mit dem IZM weiterentwickeln und für andere Anwendungen und in anderen Richtungen modifizieren, z.B. für HD-DVD Halbleiter-Laser. Wir werden dann möglicherweise sehr schnell wieder mit einem innovativen Consumerprodukt am Markt sein können und das zeigt, wie erfolgreich diese Forschungsk Kooperation in der Tat ist.

IZM: Oft wird ja der Forschung eine gewisse Ferne zu den Erfordernissen der industriellen Fertigung nachgesagt. Wie haben Sie das beim IZM erlebt?

Gambke: Was mich am meisten fasziniert, ist die Anwendungsorientierung des IZM. Viele meiner Unternehmenskollegen haben gesagt, die Entwicklungen der Fraunhofer-Gesellschaft seien zu teuer und zu weit von der Anwendung entfernt. Natürlich ist es wirklich so, dass am IZM keine fertigen Produktionsverfahren entwickelt werden, die man eins zu eins umsetzen kann, aber es ist schon eine starke Anwendungsorientierung da. Und auch von den Forschern wird sehr gut verstanden, wie wesentlich eine hohe Ausbeute ist und dass dieser Aspekt bereits beim Design und der Technologieentwicklung Berücksichtigung finden muss.

IZM: Sie erwähnten die unbürokratische und schnelle Herangehensweise, aber auch die vergleichsweise hohen Kosten. Wie beurteilen Sie heute das Preis/Leistungsverhältnis des IZM?

Gambke: Wir haben schon manchmal geschluckt, das waren erhebliche Mittel, die wir für das Fraunhofer-Institut aufgebracht haben. Letztendlich aber, wenn man wirklich nüchtern rechnet, gibt es zwei signifikante Vorteile. Erstens: In der Kompetenz, die das IZM darstellt, steckt ja ein langer Vorlauf, den wir nicht bezahlt haben.

Wir bezahlen zwar relativ viel für die Wissenschaftler-, Ingenieurs- oder Operatorstunde, aber überhaupt nichts für die gesamte Qualifikation, die da drin steckt. Und das Zweite - und das klingt jetzt ein bisschen brutal - ist, wenn wir das Know How nicht mehr brauchen, brauchen wir es nicht mehr zu bezahlen. Und diese beiden Aspekte relativieren in meinen Augen den eigentlichen Betrag sehr stark, den man dann für die Leistung bezahlt und der möglicherweise hoch ist.

IZM: Wo sehen Sie die größten Probleme in der Zusammenarbeit?

Gambke: Der wunde Punkt, den ich sehe, ist der IP-Bereich (Intellectual Property). Hier haben wir lange gebraucht, um mit den Kollegen der Fraunhofer Zentralverwaltung in München eine Lösung zu finden. Das IP ist das Öl des 21. Jahrhunderts. Das ist unsere Stärke. Ich halte es schon für wichtig, dass in der Verwertung letztlich das Unternehmen an erster Stelle steht. Auf der anderen Seite sagt die Fraunhofer-Gesellschaft: "Wir können nicht, nur weil wir einmal mit einem Unternehmen zu einem bestimmten Thema zusammenarbeiten, ausschließen, zu diesem Thema jemals wieder etwas zu machen. Das ist auch nachzuvollziehen.

Es ist dann natürlich leider zu beobachten, dass man zwei Rechtsabteilungen aufeinander los lässt und keine Ergebnisse erzeugt werden. Das bedeutet dann, dass die operative Führung sehr stark gefordert ist. Prof. Reichl und ich waren uns eigentlich einig und wollten zusammenarbeiten. Das jedoch in die Niederungen der beiden Rechtsabteilungen zu bringen war nicht ganz einfach.

IZM: Herr Dr. Gambke, wir danken Ihnen für dieses Gespräch!

Forschungsgebiete und -inhalte



Chip Verbindungstechnologien

- Bumping Technologien wie stromlose Metallisierung, Schablonendruck, Tauchbelotung
- Umverdrahtung mit stromloser Abscheidung, Wafer Level Assembly und Wafer Level Molding
- Flip Chip, Verkapselung, bleifreie Montage-technologie
- Integration von passiven (drucktechnisch) und aktiven Bauelementen (Chip in Polymer, Chip in Textile)
- Zuverlässigkeitsuntersuchung von Verbindungstechnologien, Elektromigration
- Anwendungsspezifische Technologien: drahtlose Kommunikation, MEMS, "Wearable Electronics", Medizintechnik, Kfz-Technik

Modulintegration und Board-Verbindungstechniken

- Packaging für Optoelektronik und Leistungselektronik, z.B. Laserdetektoren, Leistungs-LEDs, HB-LEDs
- Flip Chip-Technologie für Mikrowellen- und Millimeterwellen-Anwendungen
- Optoelektronische Komponenten und Messtechnik
- Elektro-optische Leiterplatten
- Innovative Draht- und Bändchenbondtechnik
- Materialien und Technologien für Chip on Board
- Packaging für Leistungsmodule
- Abscheidung und Spezifikation von Funktionsschichten (galvanisch, stromlos)
- Entwicklung von Materialien, Prozessen und Geräten, z.B. bleifreie Lotlegierungen für Hochtemperaturanwendungen
- Innovative Löt- und Präparationsprozesse mit Plasma- und Laserbehandlung
- Niedrigtemperatur-AVT
- Qualifizierung von Baugruppen auf Leiterplatten, Analyse von Fertigungsfehlern und defekten Verbindungen
- Trainingszentrum Packaging (ESA, IPC)

Polytronische Systeme

- Polymerelektronik und polymere MEMS
- Wafer-Bearbeitung und ultradünnes Silizium
- Montage von dünnen Chips und Mikrokomponenten
- Prinzipien der Selbstorganisation zum Chip-Assembly
- Anwendungszentrum für flexible Elektronik (Rolle-zu-Rolle)
- Hybridintegration
- Sensorsysteme für Life Science-Anwendungen

Mikro-Mechatronische Systeme

- Design von mikro-mechatronischen Systemen
- Verbindungstechnologien und Verkapselung
- Thermo-mechanische Zuverlässigkeit und elektrische Simulation von mikro-mechatronischen Systemen



Siliziumtechnologie und Vertikale Systemintegration

- 3D-Vertikale Systemintegration (VSI)
- Optisch justierte Verbindung von ultradünnen Komponenten
- Integration von neuen Materialien und Prozessen (z.B. piezoelektrische Schichten, SiGe/Si-Epitaxie)
- Neue Transistorstrukturen (z.B. strained Si, SiGe)
- Technologien für Bulk Acoustic Wave Filters

Multi Device Integration

- MEMS Design und Modellierung
- Entwicklung von MEMS
- Technologieentwicklung und Waferbonden
- Back-end of Line-Technologien für Mikro- und Nanoelektronik
- Prozess- und Gerätesimulation
- Mikro- und Nanozuverlässigkeit
- Wafer Level Test und Charakterisierung
- Gedruckte Elektronik

High Density Interconnect & Wafer Level Packaging

- Chip Scale Packaging
- Wafer Level Bumping
- Dünnschicht-Mehrlagensubstrate
- Hochfrequenz-Mehrlagensubstrate
- 3D-Integration auf Wafer Ebene
- Tragbare Stromversorgung



Polymermaterialien und Composite

- Synthese, Modifikation, Formulierung, Prozessierung und Wiederverwertung von polymeren Materialien und Compositen
- Chemische und physikochemische Charakterisierung von Monomeren, Oligomeren und Polymeren
- Thermophysikalische und mechanische Charakterisierung von polymeren Materialien und Compositen
- Materialien für die Mikro- und Optoelektronik

Micro Materials Center

- Deformationen, Zuverlässigkeits- und Lebensdaueranalyse von komplexen elektrischen, mechanischen und optischen Systemen
- Simulation des thermo-mechanischen Verhaltens
- Nanomechanics
- Riss- und Bruchausfallmechanismen, Versagensverhalten, Lebensdauervoraussage z.B. für Lötverbindungen, Klebstoffe, SMT-Komponenten
- Messtechnik, z.B. microDAC und nanoDAC
- Microsecurity und Nanosecurity
- Thermische Parameter, thermisches Management
- European Center for Micro- and Nanoreliability (EU CEMAN)

Analyse und Test von integrierten Systemen

- Entwicklung und Charakterisierung von ESD-Schutzschaltungen (vf-TLP)
- Bauelement-Charakterisierung von fA-DC bis zu GHz-RF
- Konzepte für Mixed Signal Testing
- Produkt- und Designanalyse
- Prozessbegleitende Tests



Environmental Engineering

- Umweltfreundliches Produktdesign
- Analyse und ökologische Bewertung
- Abschätzung der Lebensdauer und Wiederverwertung
- Ökologische und ökonomische Analyse von Technologien
- Nachhaltige Entwicklung von Elektronik

System Design & Integration

- Effiziente Entwurfsmethoden für mittels neuartiger Aufbau- und Verbindungstechnologien realisierter Systeme (SiP, MCM...)
- Entwurf & Realisierung hochminiaturisierter Mikrosysteme (weiterentwickelte RFID-Systeme, drahtlose Sensornetze, Energiegewinnung aus der Umwelt)
- Mechanisches Package- und Mikroprodukt design sowie 3D-Visualisierung neuer Mikroprodukte
- Entwurf & Analyse der HF-Eigenschaften sowie der Signal- und Powerintegrität von Systemen und Komponenten
- AVT in der Leistungselektronik – Entwurf, Integration, Charakterisierung & EMV leistungselektronischer Systeme

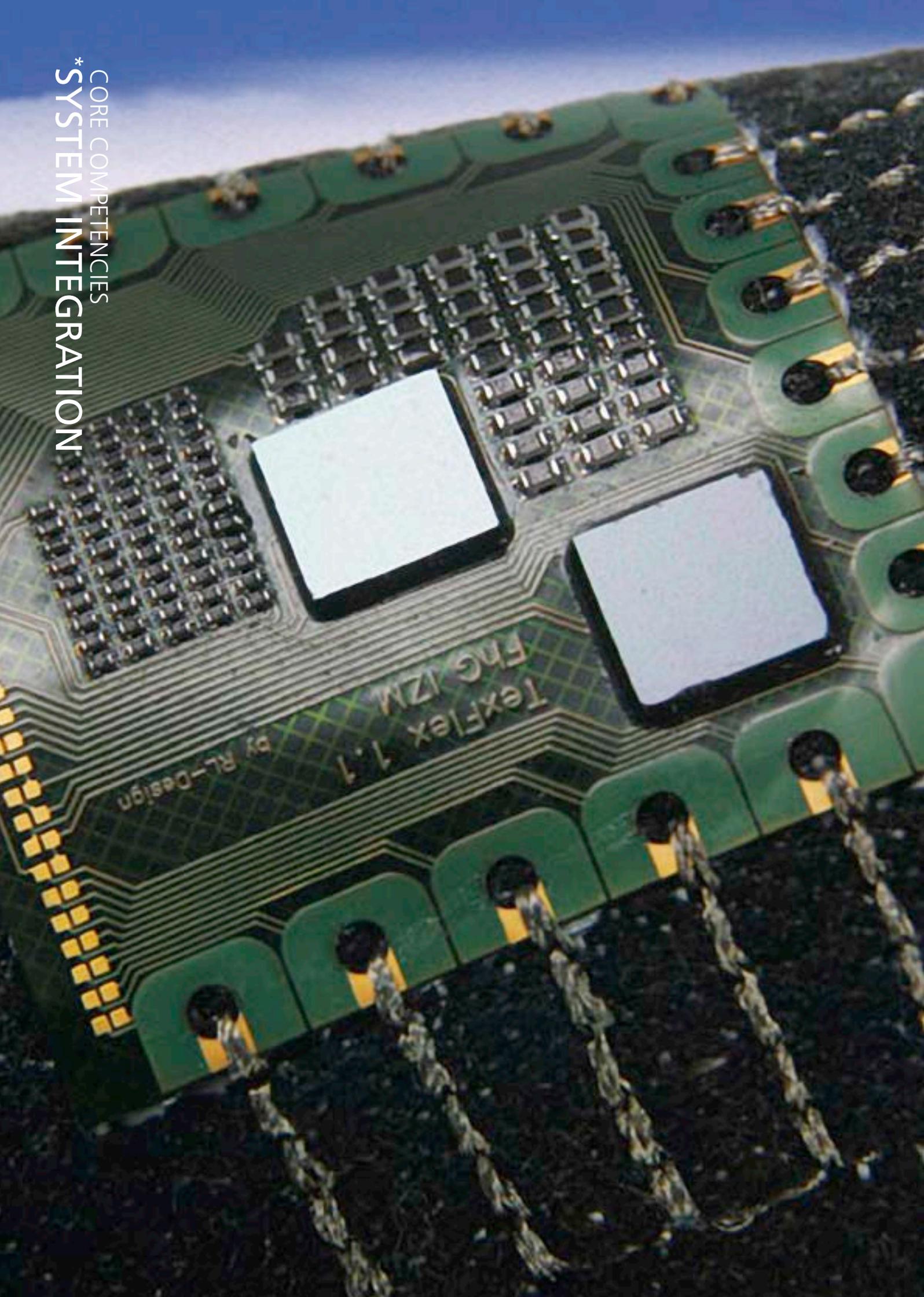
Advanced System Engineering

- Drahtlose Systeme/ RFID-Systementwicklung
- Analoger Entwurf und Simulation
- EMC on Chip und off Chip
- Power/ground-Analyse und Modellierung
- Entwicklung von AddOn Tools

Mikrofluidische Systeme

- Design und Entwicklung von mikrofluidischen Komponenten und Systemen
- Komponenten- und Systemprozessierung, Montage und Test

CORE COMPETENCIES
*SYSTEM INTEGRATION





» SYSTEM INTEGRATION

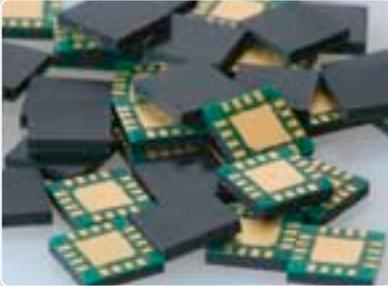
040 - 041 **CHIP VERBINDUNGSTECHNOLOGIEN**
LEITUNG: R. Aschenbrenner | rolf.aschenbrenner@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 64

042 - 043 **MODULINTEGRATION UND BOARD-VERBINDUNGSTECHNIKEN**
LEITUNG: Prof. Dr. W. Scheel | wolfgang.scheel@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-2 72

044 - 045 **POLYTRONISCHE SYSTEME**
LEITUNG: Dr. K. Bock | karlheinz.bock@izm-m.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 89 / 5 47 59-5 06

046 - 047 **MIKRO-MECHATRONIK ZENTRUM**
LEITUNG: Dr. F. Ansorge | frank.ansorge@mmz.izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 81 53 / 9 09 75 00

Chip Verbindungstechnologien



Transfer gemoldete QFN Bausteine nach der Vereinzelung



Vergraben gedünnter Chips durch Vakuum laminieren

KOMPETENZEN

- Integrierte aktive Komponenten
- Flip Chip Prozesse
- Verkapselung
- Montage von Sensoren
- MEMS Packaging
- Montage auf flexiblen Substraten
- Chemische Metallisierung und Drucktechnik
- Technologietransfer

» KURZBESCHREIBUNG

Das Leistungsspektrum der Abteilung mit ihren 20 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern reicht von der Beratung über Prozessentwicklungen bis hin zu technologischen Systemlösungen. Die Wissenschaftler befassen sich schwerpunktmäßig mit der Entwicklung neuer Prozessschritte und Verfahren für die Chipmontage und Verkapselung sowie mit Aspekten der Systemintegration (System in Package). Weitere Schwerpunkte sind die Entwicklung, Anwendung und Lizenzierung von stromlosen Metallisierungsverfahren und die Entwicklung von low cost Bumpingverfahren. Wir unterstützen Firmen in der anwendungsorientierten Vorlaufforschung sowie bei der Entwicklung von Prototypen und Kleinserien. Mit der TU Berlin (Technologien der Mikroperipherik) besteht eine enge Kooperation, z.B. im Rahmen von europäischen Verbundprojekten und insbesondere von Grundlagenuntersuchungen zu Werkstoffen in der Aufbau- und Verbindungstechnik.

Die Entwicklungsarbeiten der Abteilung genießen international hohe Anerkennung. Bei der stromlosen NiAu Abscheidung und beim Lotpastendruck zur Erzeugung von Lotbumps ist sie weltweit führend. Die Kompetenz bei Flip-Chip Prozessen wurde an Fertigungslinien auf internationalen Messen demonstriert.

Ähnlich erfolgreich sind unsere Beiträge zur Systemintegration, die der Herstellung elektrischer und anderer Schnittstellen zwischen einzelnen Systemkomponenten sowie zwischen dem System und der Umwelt dienen.

» TRENDS

Die Entwicklungsschwerpunkte in den kommenden Jahren werden sein:

System in Package |

- Komplexe Systeme mit eingebetteten Komponenten
- In organische Materialien integrierte Sensoren
- Integration von Nano-Packaging-Technologien (Selbstanordnung, Selbstorganisation, Nano Interconnects)
- Drahtlose Interconnects (kapazitive Kopplung)
- Heterogener Aufbau für SiP (MEMS, ICs, Passive..)
- Konzept der funktionalen Schichten
- Zerstörungsfreie Package-Analyse

Thin Chip Assembly und Micro Bonding |

- Ultradünne Interconnects (< 5µm) für dünne Chips (< 10µm) mittels Lötten und Kleben
- Niedertemperatur-Verbindungen (Carbon Nanotube Interconnects und Lote mit niedriger Schmelztemperatur)
- Low-Cost Bumping durch Schablonendruck (60µm Pitch)

Wearable Electronics |

- Aufbau- und Verbindungstechnik in Textilien: integrierte Antennen, abnehmbare elektrische Kontakte, flexible Systeme, Montage von ultradünnen Transpondern
- Großflächige Systeme in organischen Materialien (z. B. Gummi, Textilien ...)

HIGHLIGHTS

- Planare Einbettung von RF-Komponenten für RADAR-Anwendungen
- Flexible Sensorfolien in Mehrlagen-Siebdrucktechnik
- Hochpräzise Chip-zu-Chip-Montage für kapazitive Kontakte



LED auf dehnbarem Substrat mit meandernden Cu Leiterbahnen. Cu-Strukturen zu beiden Seiten der LED dienen zur lokalen Versteifung des Substrates



Entwicklung kontaktloser kapazitiver EMG-Sensoren und ihre Integration in Textilien (Courtesy of TNO)

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Im Projekt „Power Smart“ wurde am Fraunhofer IZM ein Rapid-Tooling-Prozess entwickelt, der es erlaubt, gemoldete laminat-basierende Packages in QFN-Geometrie herzustellen. Das Rapid Tooling basiert auf der präzisen 3D-Bearbeitung von speziellen Al-Legierungen, die es erlauben Transfer Mold-Werkzeuge in kurzer Zeit herzustellen. Im Projekt „Power Smart“ konnte dieses Verfahren genutzt werden, um System in Package Bausteine für die Kommunikationstechnik zu realisieren und deren Performance in Abhängigkeit vom Packagingverfahren zu bewerten.

Das EU-Projekt COCHISE realisiert eine technologische Plattform zu Grundlagenuntersuchung im Bereich der Tumorforschung auf der Basis eines elektronisch kontrollierbaren Microwell-Arrays. Der Demonstrator erlaubt es, simultan die Wechselwirkung zwischen Tumorzellen bzw. Fresszellen zu kontrollieren und zu analysieren, um eine spezifische Therapie zu optimieren. Die technologischen Herausforderungen liegen darin, modernste Leiterplattentechnologie auf biokompatible Materialien zu übertragen und hierbei Vias, kleinste Leiterbahnabstände und höchste Justagetoleranz zweier aufeinanderfolgender Lagen im vierlagigen Multilayerverbund zu realisieren. Hierzu werden Vakuum laminierung, Laser-Direkt-Strukturierung (LDS) sowie eine gezielte Modifikation der Oberfläche des Substrates eingesetzt.

Mit der Herstellung dehnbare elektronischer Systeme eröffnen sich vielfältige neue Perspektiven zur Einbettung von Elektronik. Neben medizintechnischen Anwendungen ist eine Verwendung in der textilen Elektronik möglich.

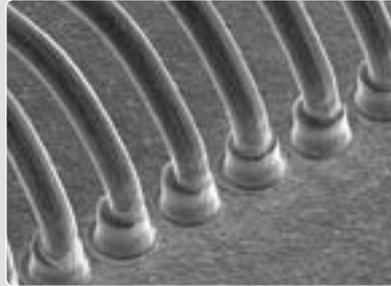
Darüber hinaus erlaubt die Dehnbarkeit eine Anpassung an dreidimensional geformte Flächen. Damit werden die Integrationsmöglichkeiten elektronischer Systeme ästhetisch sowie funktional erweitert. Durch Laminieren dehnbare Trägermaterialien auf Kupferfolien lassen sich großflächige Substrate für die dehnbare Elektronik herstellen. Durch Strukturierung des Kupfers, Montage der elektronischen Komponenten und die anschließende Einbettung ist ein Prozessfluss dargestellt, wie er auch im industriellen Maßstab denkbar wäre. Erste Systeme wurden mit $35\mu\text{m}$ Cu auf einem $100\mu\text{m}$ dicken Polyurethanfilm realisiert.

„ConText“ ist ein EU-STREP-Projekt zur Entwicklung kontaktloser kapazitiver EMG-Sensoren und ihrer Integration in Textilien. Die Projektpartner sind Philips, Clothing+, TU Berlin, TNO, TITV und KU Leuven. Die Technologien werden anhand einer Jacke demonstriert, die die Muskelaktivität durch mehrere Lagen Kleidung messen kann. Dieses unauffällige Biofeedback kann zur Vermeidung hoher Muskelspannungen beitragen, wodurch das Risiko der Entwicklung von Störungen der Skelettmuskulatur (MSD) reduziert wird. Neben der Sensorentwicklung werden im Projekt verschiedene Technologien zur Erzeugung textiler Substrate untersucht, z.B. Weben leitfähiger Fäden, Drucken leitfähiger Tinten sowie Laminieren von leitfähigen und nicht-leitfähigen Lagen. Unser Fokus liegt beim Sticken mit leitfähigem Garn sowie bei der Verbindungstechnik für die Kontaktierung zwischen flexibler Elektronik und textilen Substraten.

Modulintegration und Board-Verbindungstechniken



Schriftenreihe „Aufbau- und Verbindungstechnik in der Elektronik“



Au-Drahtbonden mit 25µm pitch

KOMPETENZEN

- Forschung und Entwicklung
- Technologieservice und -transfer
- Rapid Prototyping
- Qualifikation und Zuverlässigkeitstests
- Schadens- und Fehleranalysen
- Technologische Beratung und Schulung
- Studien und Gutachten
- Qualifizierung und Weiterbildung

» KURZBESCHREIBUNG

Die neue Abteilung Modulintegration und Board-Verbindungstechniken wurde im März 2006 aus den Abteilungen Baugruppenteknologie und Photonic and Power System Assembly gebildet.

Die Arbeiten fokussieren auf Werkstoff-, Verfahrens-, Prozess- und Geräteentwicklung sowie die Assemblierung für die Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) mikroelektronischer und mikrotechnischer Funktionsstrukturen. Das Leistungsspektrum umfasst folgende Arbeitsschwerpunkte:

- Metallisierung, Oberflächenfinish, nano-strukturierte Oberflächen
- Lotwerkstoffe und innovative Lötverfahren
- Chiplöten und Kleben
- Fine-Pitch Flip Chip, Draht- u. Bändchenbonden
- Montagetechnologien für optische Sensoren und Detektoren, HB-LEDs, Lasermodule, Leistungsmodule, HF-Module
- Entwicklung und Simulation optischer Systeme / Interfaces
- Elektro-optische PCBs
- Prüfung / Qualifikation mikroelektronischer und -technischer Baugruppen
- Auditerte Schulung zur AVT (ESA, IPC)

Die Abteilung verfügt über ein Demonstrationszentrum für die AVT elektronischer Baugruppen (ZVE) sowie Labore zum Bonden innerhalb des Zentrums für Mikrosystemtechnik (ZEMI).

» TRENDS

Triebkraft für die Weiterentwicklung elektronischer Baugruppen ist die kontinuierliche Innovation in der Halbleiterindustrie. Im Vordergrund steht die Systemintegration mikrosystemtechnischer Komponenten.

Die elektronische Baugruppe wandelt sich dabei zu einer multifunktionalen Systemplattform. Auch photonische und leistungselektronische Systeme müssen modernen Anforderungen wie Reduzierung der Größe, des Energieverbrauchs und der Kosten bei kontinuierlich wachsender Funktionalität und zunehmender Integration entsprechen. Die Abteilung löst diese Aufgaben durch die Kombination von Systementwicklung und Aufbautechnologie. Folgende Ziele werden verfolgt:

- Weiterentwicklung der Design- und Aufbautechnik für multifunktionale Verdrahtungsträger
- Entwicklung von Technologien für optische Chip-zu-Chip-Kontakte
- Neue Lotwerkstoffe für HT-Applikationen
- Fine-Pitch Flip Chips für HF- und Optoelektronik
- Montagetechnologien für HB-LEDs und Lasermodule
- Systementwicklung und AVT auf Basis von High Performance-3D-PCB-Technologie
- Hochleistungspackaging für HB-LEDs mit neuer Methode zur Farbkonvertierung
- Mikrowellenlöten

HIGHLIGHT

Fügen bei Niedertemperatur

Gold-NanoRasen-Strukturen sind attraktiv für das Fügen elektronischer Komponenten. Werden NanoRasen-Flächen ineinander gepresst, bilden sich bereits bei Raumtemperatur Kontakte durch mechanische Deformation ohne Ultraschalleintrag aus. Durch Rekristallisation beim Auslagern miteinander verpresster Fügepartner werden feste Kontakte ausgebildet.

Das Verfahren bietet neue Ansätze zur Herstellung hochtemperatur-belastbarer lotfreier Fügeverbindungen.



UHB-LED-Module mit und ohne Konverter



Querschnitt Au Nanorasen (100 MPa, MafI - 1µm)

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Gefügeuntersuchungen beim US-Wedge/ Wedge-Bonden von AlSi1 Draht auf Cu/Ni/Flash-Au |

Die metallkundlichen Vorgänge, die während des Bondprozesses im Mikro- und Nanobereich des Interfaces und des Bonddrahtes ablaufen und die letztendlich zu einer stoffschlüssigen Verbindung der Fügepartner führen, spielen wegen der immer dünner werdenden Bonddrähte (< 25µm) und kleinerer Anschlussgeometrien (< 50µm) eine zunehmende Rolle für die Qualität des Bondkontaktes. Durch FIB (Focused Ion Beam), TEM (Transmissionselektronenmikroskopie) und Härtemessungen konnten Veränderungen im Drahtgefüge und in der Interfaceausbildung in Abhängigkeit von der Bondzeit und der Ultraschallenergie festgestellt werden. Während des Bondvorgangs geht die ursprüngliche doppelte Fasertextur des AlSi1 Drahtes in <111> und <100> Richtung verloren. Während der Vordeformation durch das Bondtool verfestigt der Draht zunächst. Die Einwirkung der Ultraschallenergie auf den Bonddraht, die mit Beginn der Aktivierungsphase einsetzt, bewirkt eine Rekristallisation des Gefüges. Die daraus resultierende Entfestigung des Bonddrahtes ist abhängig von der eingestellten US-Energie. Allerdings kommt es durch die Entfestigung des Drahtes zu einer weiter fortschreitenden Deformation des Wedges, wodurch nun wieder Verfestigungsvorgänge stattfinden. Somit ist von einer dynamischen Ver- und Entfestigung beim Drahtbonden auszugehen.

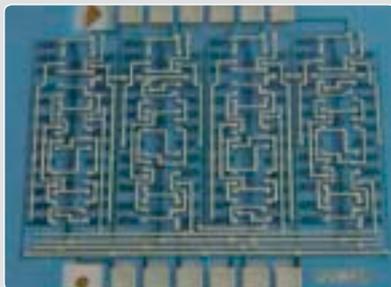
LED-Lichtquellen |

Die Verwendung von UHB-LEDs als Lichtquelle erlangt eine wachsende wirtschaftliche Bedeutung (LCD-Fernseher mit LED Hintergrundbeleuchtung, Frontscheinwerfer, UV-VIS-Belichtungseinheiten sowie die generelle Beleuchtung u.a.). Die Neuentwicklungen von LED-Chips erfordern kurzfristig effiziente Anpassungen der Aufbautechnologie. Durch die hohe Photonemission von LEDs muss das Design auf optimale Entwärmung ausgelegt sein und trotzdem den Anforderungen eines Low Cost-Produktes genügen. Ebenso stellt die Erzeugung weißen Lichtes hoher Güte und Effizienz aus monochromatischen Quellen nach wie vor eine große Herausforderung dar. Innerhalb der Abteilung werden daher die Entwicklungen von LED-Modulen koordiniert und folgende Kernkompetenzen realisiert:

- Design und Charakterisierung von Submounts und Boards unter elektrischen, thermischen und optischen Aspekten
- LED-Chip-Charakterisierung
- Entwicklung von Lötprozessen für Die- oder FC-Lötung mit AuSn oder AgSn
- Entwicklung von Konverterfolien für homogene Wellenlängenkonvertierung
- Short Loop Wirebond-Prozesse

In enger Zusammenarbeit mit weiteren Abteilungen des Institutes werden Module durch Simulation und Messung der thermomechanischen Eigenschaften sowie Entwicklung von Vergussmaterialien optimiert.

Polytronische Systeme



Layout für ein polymerelektronisches Parallel-in-Serial-out Register



μ -Imprint einer Sensorstruktur in PMMA

KOMPETENZEN

- Polymerelektronik und MEMS
- Ultradünnes Silizium
- Aufbau- und Verbindungstechniken für dünne Chips und Mikrokomponenten
- Hybridintegration
- Rolle-zu-Rolle-Anwendungszentrum für flexible Elektronik
- Biosensoren

» KURZBESCHREIBUNG

Die Abteilung Polytronische Systeme entwickelt Komponenten und Heterointegrationstechnologien für „Large Area Electronics“, von der Niedrigstpreis-Einmalelektronik bis zu Anwendungen im Bereich höchstfunktioneller Kommunikationselektronik. Viele Anwendungsfelder für „Ubiquitäre Systeme“ werden bearbeitet. Dazu gehört z. B. die Kombination von Elektronik mit anderen Komponenten wie Sensoren und Batterien oder mit Mikrosystemen wie Plastik-MEMS, Lab-on-Chip oder medizinischen Einmalartikeln zu einem System. Die Entwicklung von Sensoren und Analog- und Digitalelektronik auf Basis von organischen Halbleitern, die mittels kostengünstiger Rolle-zu-Rolle-Prozesse gefertigt werden, ermöglicht die Integration von Elektronik auf flexiblen Plastikfolien für Anwendungen im Bereich der „Large Area Electronics“ wie „Sensor Skins“ und vernetzte polymerbasierte Mikrosysteme. Hochspezialisierte Herstellungsprozesse für dünne Silizium-Substrate bis hin zu flexiblem Silizium mit 10 μ m bis 30 μ m Stärke werden als integrierte Prozesse von Dünnungs-, Handhabungs- und Vereinzelungsprozessen entwickelt und unterstützen den Ansatz der Heterosystemintegration. Prozesse der Selbstorganisation zum Chip-Assembly werden erforscht.

Einzigartig ist hierbei das Rolle-zu-Rolle-Anwendungszentrum zur Entwicklung und Herstellung von flexiblen Systemen, welches mit industriellen Produktionsmaschinen ausgestattet ist. Es erlaubt die Entwicklung von kostengünstigen elektronischen Systemen und Mikrosystemen sowohl auf herkömmlichen als auch auf großflächigen Substraten.

» TRENDS

Eine am Menschen orientierte vernetzte Welt erfordert kostengünstige, multifunktionale, ubiquitäre Systeme. Um die dafür erforderlichen Infrastrukturen aufzubauen, müssen elektronische Systeme in großen Stückzahlen kostengünstig auf großflächigen Substraten hergestellt werden. Autarke Sensornetze in Kombination mit der RFID-Technologie führen bereits heute zu neuen Anwendungen in der Logistik, Prozess- und Medizintechnik.

Die Technologien zur Herstellung von großflächigen elektronischen Systemen basieren auf elektronischen Mehrlagensystemen in die, mittels Heterointegration, funktionale Schichten z. B. in Form polymerbasierter Sensorfolien oder integrierter polymer-elektronischer Schaltungen auf Folien eingebracht werden. Von hohem Interesse sind in solchen Anwendungen auch auf flexiblen Substraten integrierte gedünnte klassische Komponenten wie ultradünne Siliziumchips, Sensoren oder MEMS. Die Technologiefelder „Large Area Electronics“ und Bioanalytik sind Schwerpunkte des Rolle-zu-Rolle-Anwendungszentrums. Die Fortentwicklung dieser Technologien bis hin zu kostengünstigen Mikrosystemen z.B. für den Einmalgebrauch ist angesichts der rapiden technischen Fortschritte z. B. in den Life Sciences von hohem Interesse. Neue am Fraunhofer IZM verfolgte Ansätze in der Gesundheits-, Umwelt- oder Prozessüberwachung basieren auf der Entwicklung voll integrierter, hochfunktionaler polymerbasierter (Bio-) Sensorsysteme.

HIGHLIGHTS

- μ -Imprint von Sensorstrukturen
- Ink-Jet-gedruckte Strukturen funktionaler Schichten
- Durchkontaktierungen mit Rolle-zu-Rolle-fähigem Laser für Mehrlagen-Flexschaltungen
- Immunodetektor



Selbstassemblierte Si-Chips auf Cu-Pads



Hybridisierungs- und Detektionsstation

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Neue Struktur gebende Verfahren für die inline-fähige Fertigung integrierter elektronischer Schaltkreise und Mikrosysteme werden im vom BMBF geförderten Forschungsprojekt „HADPEPP“ entwickelt. Dabei stehen selektive additive Beschichtungs- und Strukturierungstechniken (z. B. Imprint-Verfahren, Ink-Jet-Druck) im Vordergrund. Durch solche Fertigungsverfahren, die z. B. klassische Lithographieprozesse zumindest teilweise ersetzen können, lassen sich bestehende technologische und wirtschaftliche Grenzen der Mikrostrukturierung auf Folien überwinden. Die Fertigung digitaler Schaltkreise aus polymeren Halbleitermaterialien ist ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg in die Anwendung der polymeren Elektronik. NAND-Schaltgatter als Grundbauelemente für höhere Logikschaltungen wurden hergestellt und verifiziert und entsprechende Designs für Flipflop-, Zähler- und Registerschaltkreise entworfen. Obwohl derzeit noch technologische Optimierungen für eine zuverlässige Prozessintegration erarbeitet werden müssen, weisen die Ergebnisse den Weg zu low cost polymerintegrierten Folienschaltungen.

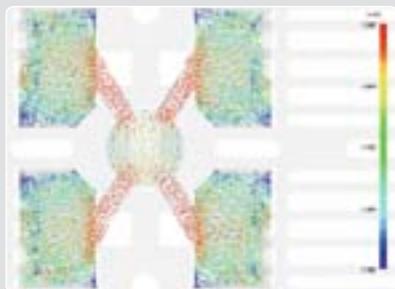
Ein weiterer Ansatz zur Herstellung kostengünstiger elektronischer Systeme wird im Rahmen des vom BMBF geförderten Verbundprojekts „Assemble“ verfolgt. Hier werden Verfahren entwickelt, die eine sich selbst organisierende Montage und Kontaktierung von sehr kleinen Silizium-Bauelementen ermöglichen. Erste Ergebnisse zeigen, dass es möglich ist, Siliziumchips mit mehreren 100 μ m Kantenlänge mit Hilfe eines Selbstassemblierungsschrittes auf einem

Foliensubstrat auszurichten. Anwendungsgebiete von Self-Assembly-Prozessen sind Montagelinien für RFID-Chips, LED-Bausteine und diskrete Bauelemente.

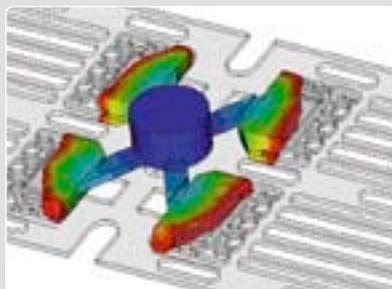
Mehrlagen-Flexschaltungen mit in Zwischenlagen integrierten aktiven und passiven Bauelementen sind Gegenstand der Forschungsarbeiten in dem von der EU geförderten integrierten Projekt „Shift“. Wesentliche Prozessschritte zur Herstellung eines Zweilagensystems mit Fertigungstechniken im Rolle-zu-Rolle-Verfahren konnten etabliert werden. Dazu zählt z. B. eine siebgedruckte dielektrische Zwischenschicht, bei der die Viaöffnungen für die Durchkontaktierung mit einem Rolle zu Rolle-fähigem Laser geöffnet wurden.

Im Themenfeld Biosystemintegration wurde u. a. eine vollautomatische Bench-top Hybridisierungs- und Detektionsstation für die molekularbiologische Diagnostik entwickelt. Die Station ist für vollständig autarken Betrieb ausgelegt: Alle Reagenzien sowie alle Kontroll- und Steuerelemente sind mit an Bord. Die Station kann deshalb nicht nur im Labor sondern auch mobil zum Einsatz kommen. Eine neue Gerätegeneration des Immunodetektors wurde realisiert. Dem Nutzer stehen nun zusätzliche Messkanäle für Kontrollfunktionen bzw. Vergleichsmessungen zur Verfügung.

Mikro-Mechatronik Zentrum



Simulation der Strömungsgeschwindigkeit beim Transfer Molding



Simulation des Fließverhaltens beim Transfer Molding

KOMPETENZEN

- Prozesssimulation für Assembly, Interconnection & Encapsulation
- Konstruktion, Aufbau und Bewertung mikro-mechatronischer Packages
- Funktionale Rapid Technologien

» KURZBESCHREIBUNG

Die Abteilung Mikro-Mechatronik Zentrum entwickelt Technologien für mechatronische Systeme, welche mechanische, optische, elektrische, chemische und Software-Funktionalität enthalten. Mechatronic Assembly-Technologie ist der Schlüssel zu mechatronischen Hochleistungsprodukten. Zukunftsweisende Forschungen werden mit dem Fokus auf Prozesssimulation, neue Verbindungstechnologien und unterschiedliche Verkapselungsmethoden durchgeführt, mit dem Ziel applikationsnahe Systeme zu entwickeln. Die Anwendung des simultanen mechanischen und elektrischen Designs kombiniert mit neuen Rapid Prototyping-Konzepten führt zu kürzesten Entwicklungszeiten. Die Verbindung der Module mit elektrischen, mechanischen und optischen Schnittstellen ist ebenso wie das Assembly auf 3-dimensionalen Substraten möglich. Optimale Packaginglösungen für elektronische Systeme einschließlich des Einsatzes von Hochleistungspolymeren sind ein weiterer Fokus der Arbeiten. Detaillierte Zuverlässigkeitsuntersuchungen runden das Profil ab.

Das Mikro-Mechatronik Zentrum repräsentiert eine synergistische Zusammenarbeit zwischen industriellen Partnern und anerkannten IZM Fachleuten und unterstützt kleine und mittleren Unternehmen sowie große Firmen.

» TRENDS

Die Mechatronik hat sich im vergangenen Jahr in extrem vielen Branchen als Schlüsseltechnologie etabliert. Immer mehr mechanische Systeme werden durch Elektronik mit Intelligenz versehen. Eine auf das System abgestimmte Steuer- und Regelungstechnik hat sich als essentiell herausgestellt.

Für die Medizintechnik werden in steigendem Maße außergewöhnlich miniaturisierte Module wichtig, um sowohl feinfühligere Roboter als auch selbstentscheidende, autark agierende Sensormodule zu erstellen. Neben der Automobilindustrie hat der Maschinen- und Anlagenbau die extreme Leistungsfähigkeit der intelligenten Mikro-Mechatronik-Module aufgegriffen.

Kernthemen der Zukunft sind:

- Kombination von Systemsimulation und Prozesssimulation
- Nutzung funktionaler Polymere für mikro-mechatronische Packages
- Rapid Production Technologies

HIGHLIGHTS

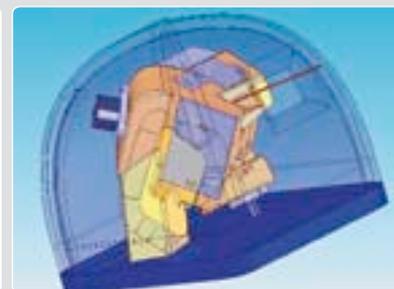
Verkapselungsverfahren für hochzuverlässiges System-in-Package

Am Mikro-Mechatronik Zentrum wurde ein Gehäusemodul entwickelt, das es erlaubt, komplexe elektronische Komponenten vor hohen Beschleunigungskräften zu schützen.

- Auslegung von Formen
- Nutzung spezieller Aufnahmeverfahren in der Formkavität
- Entwicklung von Packaging-Prozessen
- Prozesssimulation



6-Kanal Datenlogger für Integration in Crash Test Dummies (Quelle: Fa. Messring)



IZM-Mikro-Projektor: Design Studie

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Prozesssimulation Elektronikverkapselung |

Die Abteilung entwickelt weiterhin Methoden, die Polymerverkapselung mechatronischer und mikroelektronischer Systeme zu optimieren.

Hierzu werden Belastungen im gesamten Verkapselungsprozess mit faseroptischen Bragg Gittern erfasst und numerisch in Relation zum Prozessablauf gestellt.

Die numerische Prozesssimulation ermöglicht es, bereits in der Designphase zentrale Fragen bezüglich der Werkzeuggeometrie und Materialauswahl zu beantworten.

Hinsichtlich einer minimalen Bauteilbelastung im Verkapselungsprozess werden weitere besonders kritische Phasen im Prozess optimiert: Auftreffkräfte des Polymers auf empfindlichen, elektronischen Bauteilen, Spannungen durch Material schrumpfung und Belastungen beim Auswerfen des Bauteils aus der Werkzeugform.

Datenlogger für Integration in Crash Test Dummies |

Bei dem Projekt M=BUS Datenlogger, das gemeinsam mit der Firma Messring durchgeführt wurde, war das Ziel, eine 6-Kanal-Datenlogger-Elektronik für online-Messungen bei Crash Tests so in ein kompaktes Gehäuse zu integrieren, dass eine direkte Einbringung des Moduls in die „Knochen“ (Aluminium-Röhren) eines Crash Test Dummies möglich wird. Die elektronischen Komponenten des Datenloggers sind doppelseitig auf einer Starr-Flex-Leiterplatte, bestehend aus zwei Starr-Elementen mit Flexverbindung und Auslassflex, aufgelötet. Aufgaben des MMZ waren die Entwicklung eines geeigneten Gehäuses, die Evaluierung eines geeigneten Verkapselungsmaterials und -verfahrens sowie der Entwurf einer Verkapselungsform. Um die elektronischen Komponenten vor den hohen auftretenden Beschleunigungskräften (bis zu 1100g) bei Crash Tests zu schützen wurde als geeignetes Verkapselungsverfahren zur Gehäusung der Elektronik das Hotmelt-Verfahren ausgewählt. Die Verkapselungsform wurde so ausgelegt, dass die Starr-Flex-Leiterplatte gefaltet in die Form eingelegt werden kann. Die Aufnahme in der Formkavität erfolgt nur über die Stecker auf der Starr-Flex-Leiterplatte, sodass eine komplette Umhüllung der Elektronik gewährleistet ist. Nur das Auslassflex zur Ankontaktierung der Batterie und die Stecker werden aus dem Gehäuse geführt. Am MMZ wurden 2006 die ersten Prototypen für Funktionstests verkapselt.



CORE COMPETENCIES
***WAFER LEVEL INTEGRATION**



» WAFER LEVEL INTEGRATION

SILIZIUMTECHNOLOGIE

050 - 051 UND VERTIKALE SYSTEMINTEGRATION

LEITUNG: Dr. P. Ramm | peter.ramm@izm-m.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 89 / 5 47 59-5 39

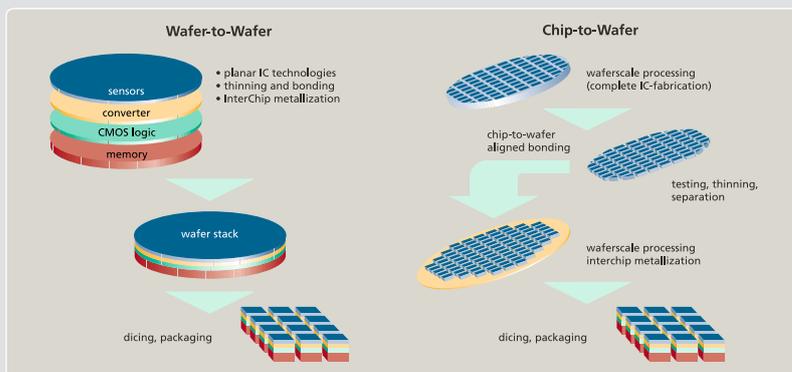
052 - 053 MULTI DEVICE INTEGRATION

LEITUNG: Prof. Dr. T. Geßner | thomas.gessner@che.izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 3 71 / 5 31-31 30

054 - 055 HIGH DENSITY INTERCONNECT AND WAFER LEVEL PACKAGING

LEITUNG: O. Ehrmann | oswin.ehrmann@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 24

Siliziumtechnologie und Vertikale Systemintegration



Vertical System Integration - VSI®

KOMPETENZEN

Forschungsgruppen

- Wafer-Technologie
- Funktionale Schichten
- Prozess & Design Integration

Kompetenzen

- Innovative Si- und SiGe-Technologien
- Vertikale Systemintegration
- Kundenspezifische Lösungen
- Entwicklung von Teststrukturen und Gesamtprozessen

F&E-Technologielinie

- 200mm CMOS-Prozesstechnik

» KURZBESCHREIBUNG

Aufgabengebiete der Abteilung sind die Prozessintegration neuer Materialien und Verfahren der Silizium-basierten Halbleitertechnologie sowie die Entwicklung und Optimierung von CMOS-kompatiblen Technologien für die Fertigung dreidimensional integrierter mikro-/nanoelektronischer Systeme: Vertikale Systemintegration – VSI®.

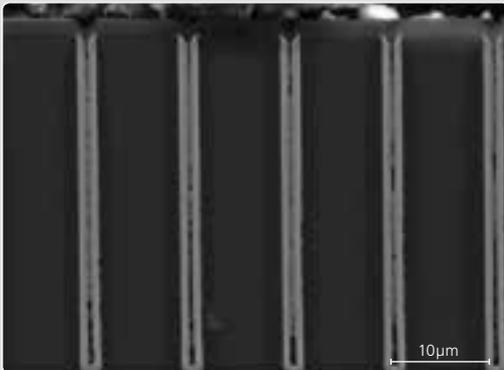
Die vertikale Systemintegration verwendet fertigungsprozessierte Halbleitersubstrate und generiert mittels kostengünstiger Backend-Prozesse neue mikro-/nanoelektronische Systeme. Dem Systemhersteller bietet die VSI® ein Maximum an Flexibilität. Mainstream-Technologien können auf kostengünstige Weise und unter Erreichung einer maximalen Dichte elektrischer Funktionalität miteinander kombiniert werden. Minimale Verdrahtungslängen und geringe parasitäre Verluste steigern die Performance des Gesamtsystems. Bauelemente – unabhängig voneinander gefertigt und getestet – werden unter Verwendung von Standard CMOS-Scheibenfertigungsprozessen in einem 3D-Chip vertikal integriert (Wafer-Level 3D-Integration).

Ein weiterer Schwerpunkt der Abteilung ist die Entwicklung und Analytik von SiGe-Epitaxieschichten (CVD-Verfahren) für innovative CMOS-Anwendungen und neue Integrationslösungen für photonische Systeme.

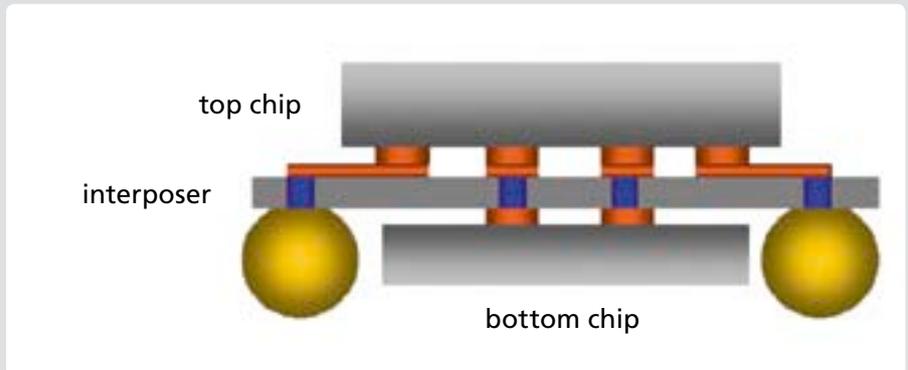
» TRENDS

Das Potenzial einer kostengünstigen Fertigung ist der Schlüssel für zukünftige Anwendungen der 3D-Integration. Bei der aktuellen Herstellung von sog. Systems-on-a-Chip (SoC) werden verschiedene Technologien monolithisch integriert. Der Teil der Schaltung mit der höchsten Komplexität bestimmt die Prozesstechnologie, welche zu einer Kostenexplosion des Gesamtsystems führt. Im Gegensatz dazu ermöglichen geeignete 3D-Integrationstechnologien die Kombination verschiedener optimierter und kostengünstiger Basistechnologien, die sich durch eine höhere Ausbeute und kleinere Chip-Flächen auszeichnen: Chip-Stapel (z.B. Speicher auf Prozessor), gefertigt mit optimierten 3D-Integrationstechnologien, können die Herstellungskosten im Vergleich zu monolithisch integrierten SoCs senken.

Weiterhin können neue multifunktionelle mikroelektronische Systeme mit Hilfe der 3D Systemintegration realisiert werden, z.B. ultrakleine Systeme für verteilte drahtlose Sensor-Netzwerke. Zukünftige Anwendungen, wie Systeme für sog. Umgebungsintelligenz (Ambient Intelligence) werden dann höchst miniaturisiert: sog. e-CUBES®. Vorteile der 3D-Integration sind dabei die extreme Größenreduktion, Reduktion des Energieverbrauchs, Erhöhung der Zuverlässigkeit und die geringen Kosten für den Einsatz im Massenmarkt.



Through Silicon Via (TSV) mit hohem Aspektverhältnis (50µm Tiefe, 3 x 10µm² Öffnung) bedeckt mit CVD-Wolfram



Zwischenträger (Interposer) für die Kommunikation zwischen Chips and I/O-Kontakten

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Vertikale Systemintegration VSI® | Multilagen-Siliziumstapel von Chips auf und unter einem Zwischenträger wurden untersucht, um die Gesamthöhe eines 3D-integrierten Systems zu reduzieren und eine Anpassung der unterschiedlichen Abstände der Ein-/Ausgangskontakte zu erreichen (siehe rechte Abbildung). Der Zwischenträger besteht aus Silizium, welches den gleichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten besitzt wie die Chips. In den Silizium-Zwischenträger wurden elektrisch leitende Durchkontaktierungen integriert (sog. Through Silicon Vias (TSV)). Der Zwischenträger sollte so dick wie möglich sein, um eine hohe mechanische Stabilität zu gewährleisten. Die maximale Dicke ist jedoch begrenzt durch die maximal realisierbare Tiefe der TSVs. Das Aspektverhältnis eines TSV ist begrenzt durch die Leistungsfähigkeit der Plasmaätzung und das Füllen mit Metall mittels Gasphasenabscheidung (CVD).

Die Abbildung links zeigt ein TSV mit hohem Aspektverhältnis, 50µm tief, einer 3 x 10µm² Öffnung und einer Belegung mit CVD-Wolfram. Deutlich ist die Konformität von CVD-Wolfram bis in die Tiefe sichtbar, sodass der Einsatz in noch tieferen TSV sehr vielversprechend ist. Das Ätzen resultiert in einem leicht unterätzten Graben, was mit dem Einsatz des verwendeten Bosch-Ätzprozesses verbunden ist. Der CVD-Prozess toleriert diese Eigenart, eine hohlraumfreie Füllung ist jedoch nicht möglich. Elektrische Messungen an Ketten mit 900 TSV Elementen, als auch TSV Einzel-Kelvin Elementen haben einen Yield von bis zu 98% gezeigt.

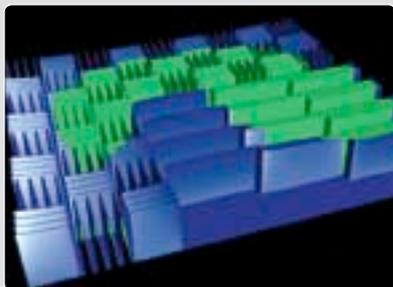
Der Widerstand eines 50µm tiefen TSV liegt in der Größenordnung von 380mΩ und skaliert proportional mit der Tiefe und invers proportional zum Durchmesser.

Physikalische und elektrische Charakterisierung | Neuartige Systemintegrationsansätze werden am IZM in München mit Hilfe physikalischer und elektrischer Charakterisierung bewertet.

Innerhalb des europäischen MNT Projektes wurden Poly-SiGe Schichten, welche am IMEC-Institut für MEMS auf CMOS genutzt werden, mittels Röntgenstrahlreflektometrie (XRR) auf Ge-Gehalt, Schichtdicke und Schichtstruktur charakterisiert.

Die Integration und elektrische Charakterisierung von Teststrukturen in VSI Chipstapeln, von Si/SiGe-Schichten oder Siliziumschichten mit hohem spezifischen Widerstand von mehr als 1 kΩcm, welche in dem Epsilon 2000 Reaktor am Fraunhofer IZM in München abgeschieden wurden, werden genutzt, um die Qualität der gewachsenen Schichten zu bewerten. Der Vergleich von Transistorcharakteristik, Ringoszillatorfrequenz und PIN-Dioden Leckstrom mit Standard-Silizium zeigt sowohl eine Verbesserung, als auch eine mögliche Degradation aufgrund der neuen Systemintegrations-Technologien. An integrierten Kapazitätsstrukturen werden Ladungsträgersdichte und Lebensdauer bestimmt.

Multi Device Integration



CMP-Simulation: Druckverteilung zu Beginn des Polierprozesses



MOEMS-Bauteil (nach Bonden und Vereinzeln), entwickelt in Kooperation mit Ricoh Ltd. Japan

KOMPETENZEN

- Technologieservice und -transfer, z. B.: Hochtemperaturprozesse
- Schichtabscheidung CVD und PVD
- Optische Lithografie
- Nass- und Trockenätzen
- Wafer-, Draht- und Chipbonden
- Maskenfertigung 3" bis 7"
- Chemisch-mechanisches Polieren (CMP)
- Machbarkeitsstudien, Vertragsforschung, technologische Beratung, Studien und Gutachten

» KURZBESCHREIBUNG

Im Jahr 2006 konnte die Abteilung MDI in Chemnitz ihre Forschungsarbeit weiter intensivieren.

Im Zentrum der Aktivitäten im Bereich MDI-Systeme und Komponentendesign stehen Entwurf und Entwicklung von MEMS, Prototypenentwicklungen für Sensor- und Aktorelemente und Signalverarbeitung einschließlich Software.

Die Arbeiten auf den Gebieten der Technologieentwicklung und des Waferbondens konzentrieren sich auf die Optimierung und den Einsatz von Waferbondverfahren für das Packaging von MEMS auf Waferebene und auf 3D-Strukturierungsverfahren von Silizium und anderen Materialien.

Die Gruppe Back-End of Line (BEOL) beschäftigt sich mit der Material-, Prozess- und Technologieentwicklung zur Herstellung von On-Chip-Interconnects. Es werden Simulationen und Modellierungen von Prozessen und Equipment durchgeführt.

Im Bereich Zuverlässigkeit von Mikro- und Nanosystemen erfolgt die Untersuchung und Bewertung des mechanischen und thermischen Verhaltens von elektronischen Komponenten und Systemen.

Massendruckverfahren für die Elektronik werden in der Gruppe Gedruckte Elektronik erarbeitet und hoch entwickelte Mikrostrukturierungsverfahren für flüssigprozessierbare Materialien der Druckindustrie an die Erfordernisse einer zukünftigen Elektronik angepasst.

» TRENDS

Der zunehmend kompaktere Aufbau technischer Produkte und die fortgesetzte Integration elektronischer Komponenten lassen die Systemintegration immer bedeutsamer für die wissenschaftlich-technische Entwicklung werden.

Multi Device Integration wird dabei als ganzheitlicher Systemansatz verstanden, mit dem durch Sensorik Informationen aus der Umwelt gewonnen, diese mittels integrierter Elektronik und Mikroelektronik verarbeitet, Signale und Daten kommuniziert und aktive Rückmeldung an die Umgebung geleistet werden kann. Um dieser Ausrichtung nach Multifunktionalität, Materialvielfalt und Technologieentwicklung gerecht zu werden, beschäftigt sich die Abteilung Multi Device Integration am Institutsteil Chemnitz sehr intensiv mit den Technologien und Methoden der intelligenten Systemintegration.

Dieser Entwicklung folgend, werden die Bauplanungen des Chemnitzer Institutsteils mit der Grundsteinlegung für ein neues Gebäude im Jahr 2007 abgeschlossen.

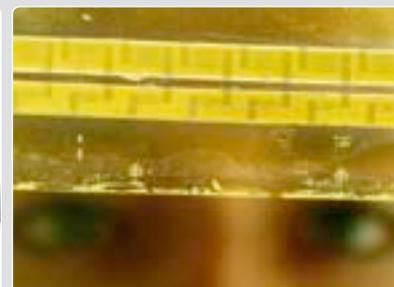
HIGHLIGHT

Im letzten Jahr wurde eine Verkappung eines Silizium-Mikrospiegels für eine Anwendung in der Consumer Elektronikbranche entwickelt.

Das Mikrosystem besitzt optische und elektrische Schnittstellen und wurde vollständig auf Waferebene hergestellt. Es besteht aus einem Stapel aus Silizium und Glaslagen, die mittels Waferbonden vakuumdicht gefügt wurden. Erste Qualitätsuntersuchungen zeigten eine gute Bondfestigkeit und Dichtheit.



Schematische Darstellung eines MOEMS-Spektrometers für Analyse im Nahinfrarotbereich (NIR)



Gedruckte Schaltung

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

MOEMS-Spektrometer |

Miniaturisierte und kostengünstige Spektrometer für die Nah- und Mittelinfrarot- (NIR/MIR) Spektroskopie gewinnen für viele Anwendungsbereiche wie Lebensmittelkontrolle, medizinische Diagnostik und Gasanalyse zunehmend an Bedeutung. Im Projekt MOPAL wurden derartige Spektrometer auf Basis von MOEMS für verschiedene Spektralbereiche realisiert. Durch Optimierung des mikromechanischen Schwingspiegels und des Funktionsgehäuses konnte eine Verbesserung des Gesamtsystems hinsichtlich der mechanischen Stabilität und Robustheit erreicht werden. Damit ist das portable Spektrometer für den Einsatz unter rauen und vibrierenden Umgebungsbedingungen, wie z.B. in der industriellen Prozesskontrolle, hervorragend geeignet.

Prozess-Simulation und Back-end of Line (BEoL) |

Innerhalb des dreijährigen FuE-Projektes SKALAR wurden CMP-Prozesse für die Shallow Trench Isolation (STI) untersucht. Dabei wurde ein neues CMP-Modell entwickelt, mit dem erstmalig konsistente skalenübergreifende Simulationsrechnungen auf Wafer-, Chip-, und Featureebene durchgeführt werden können.

Das Ergebnis dieser Simulationen sind Aussagen zum Planarisierungsverhalten von Strukturen auf diesen Skalen in Abhängigkeit von der exakten Ausgangstopographie, den Padeigenschaften sowie der Prozessführung.

Auf dem Gebiet der Cu- und Barriere-CMP wurden Evaluierungen von Verbrauchsmaterialien (Slurry, Pads) von verschiedenen Herstellern durchgeführt.

Im Bereich der Nanoelektronik werden Prozesse für Cu-/low-k-Dielektrika-Interconnectsysteme in der 45 und 32nm-Mikroprozessortechnologie für AMD in Dresden untersucht. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Einführung poröser Dielektrika und Strukturabmessungen deutlich unter 100nm.

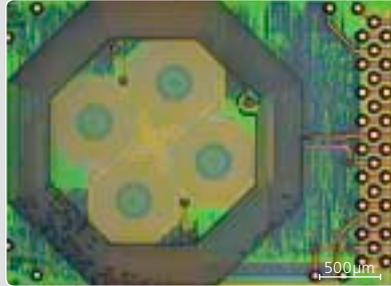
Gedruckte Ringoszillator-Schaltung |

Es werden neue Ansätze untersucht und realisiert, die es gestatten, mit den Bauelementen und den Herstellungstechnologien der gedruckten Elektronik spezielle Schaltungskonzepte zu realisieren. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Polymerelektronik bei all ihren Vorzügen gegenüber der konventionellen Si-Elektronik, wie z.B. der Möglichkeit einer preisgünstigen Massenfertigung oder einer großflächigen und flexiblen Schaltungsanordnung, einige Einschränkungen aufweist, die spezielle Schaltungsansätze für den effektiven Einsatz notwendig machen. In einem Projekt werden neue Schaltungsansätze entwickelt, die die Vorteile der gedruckten Elektronik nutzen und ihre Einschränkungen umgehen, um einen möglichst breiten Einsatz der gedruckten Elektronik zu ermöglichen.

High Density Interconnect & Wafer Level Packaging



Waferlevel-Batterie



Mehrlagenspule (Cu/BCB) auf einem ASIC

KOMPETENZEN

• Wafer Level CSP

- Cu-Umverdrahtung, Polymer-Dielektrika, Package-Vereinzelung, Zuverlässigkeitsuntersuchungen

• Wafer Bumping

- Galvanische Abformung im Photoresist, Bumpmetalle Cu, Ni, Au; Lotlegierungen PbSn, AuSn; bleifreie Lotlegierungen, optische Inspektion

• Dünnschicht Multilayer

- Kundenspezifische Layoutanpassung, Mehrlagenverdrahtung, Chip-First, Flip Chip;

• Mikroenergiesysteme

- Wafer Level-Batterie, Mikrobrennstoffzellen, hermetische Verkapselung

» KURZBESCHREIBUNG

Die Zielsetzung der Abteilung HDI & WLP ist die Entwicklung und Anwendung von Dünnschichtprozessen für das Packaging von mikroelektronischen Systemen. Die technologischen Möglichkeiten basieren auf industriekompatiblen Geräten zur Dünnschichtbearbeitung in den Laborzeilen eines Reinraums mit 800 m² Fläche. Die Abteilung arbeitet weltweit sowohl mit Herstellern und Nutzern von Mikroelektronik-Systemen als auch mit Reinraumgeräteherstellern und Materialentwicklern aus der chemischen Industrie zusammen.

Für Industriepartner und Auftraggeber werden in drei stets verfügbaren Technologiesäulen Forschungsarbeiten bis zum Prototyping oder zum Erhalt kleinerer Stückzahlen in den Bereichen Dünnschicht-Multilayer, Wafer Level-Umverdrahtung für CSPs und Wafer Level Bumping für die Flip Chip-Kontaktierung durchgeführt. Bearbeitbare Waferformate liegen im Bereich 100mm bis 200mm. Die Formaterweiterung auf 300mm-Wafer wird im Verbund mit etablierten Geräteherstellern schrittweise vollzogen. Die angewandte Technologie kann transferiert und auf kundenspezifische Geräte übertragen werden.

In zahlreichen F&E-Vorhaben werden weiterführende Fähigkeiten und Know How entwickelt, die in Form von Entwicklungsarbeiten an KMUs weitergegeben werden können. Entwicklungsschwerpunkte sind die Integration passiver Komponenten in hochdichte Schaltkreise, in MCMs oder in Wafer Level Packages und die mobile Energieversorgung für Mikrosysteme.

» TRENDS

- Umverdrahtung zur Waferrückseite
- Durchkontaktierungen in Silizium
- Chip on Chip Devices
- Integration von R, L, C in die Waferumverdrahtung
 - Prozessintegration von High-K-Materialien
 - Entwicklung von integrierten passiven Bauelementen (IPD)
 - Polymerschichten für Hochfrequenzanwendungen
- Autonome Energieversorgung für Mikrosysteme
 - Mikrobrennstoffzellen (1 cm³)
 - Integration von Folienbatterien in Wafer Level und auf Folien
 - Spannungswandler mit integrierten magnetischen Komponenten
- Optische Interchipverbindung
- Aufbau von Ultra Fine Pitch Pixeldetektoren
- Technologie für elastisch verankerte Bumps
- Beratungs- und Applikationszentren mit der Industrie

HIGHLIGHT

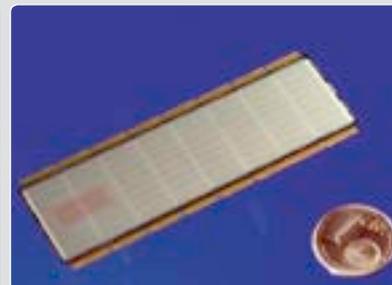
ATLAS Pixeldetektor-Modulproduktion

2006 konnte die Produktion von ATLAS Pixeldetektor-Modulen erfolgreich abgeschlossen werden. Insgesamt wurden mehr als 1100 dieser Silizium-Module am Fraunhofer IZM hergestellt, wobei eine Ausbeute von 98% erzielt werden konnte. 2007 soll nun der ATLAS Detektor am Large Hadron Collider (LHC) am CERN in Genf in Betrieb genommen werden.

Um eine hohe Auflösung der Teilchenspuren zu ermöglichen, besteht jedes Sensor-Substrat aus insgesamt 46.080 Dioden-Pixeln mit einer Größe von nur $50 \times 400 \mu\text{m}^2$. 16 elektronische Auslesechips werden auf jedes Sensor-Substrat in Flip Chip-Technologie gelötet. Mikrogalvanisch erzeugte eutektische Blei-Zinn Bumps mit einem Durchmesser von nur $30 \mu\text{m}$ bilden die elektrische Verbindung zwischen jedem Sensorpixel und der Zelle des Auslesechips.



Die äußere Lage des ATLAS Pixeldetektors (mit freundlicher Genehmigung der ATLAS Pixel Collaboration); die mit externer Elektronik komplettierten Module werden auf sogenannte Staves montiert, welche wiederum zu einer Röhre zusammengesetzt werden



ATLAS Silizium Pixeldetektor Modul; 16 strahlenharte elektronische Auslesechips werden mit insgesamt 46.080 Blei-Zinn Bumps auf ein Sensorsubstrat gebondet

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Wafer-Level-Sekundärbatterie |

Ein neues Materialsystem für Sekundärbatterien für Wafer Level-Batterien wurde untersucht. Die bisher verwendeten Elektroden bestehen aus einer Mischung aus Polyvinylidenfluorid-co-hexafluorpropylen (PVDF-HFP), Aceton, Aktivmaterialien ($\text{Li}_{(1-x)}\text{CoO}_2$, Li_xC_6) und dem Weichmacher Di(n-butyl)phthalat (DBP). Nach der Extraktion des Acetons können die festen Filme der Elektroden, die Kupfer- und Aluminiumstromableiter und der Separator durch Laminationsschritte verbunden werden. Der Weichmacher DBP wird anschließend mit einem geeigneten Lösungsmittel extrahiert.

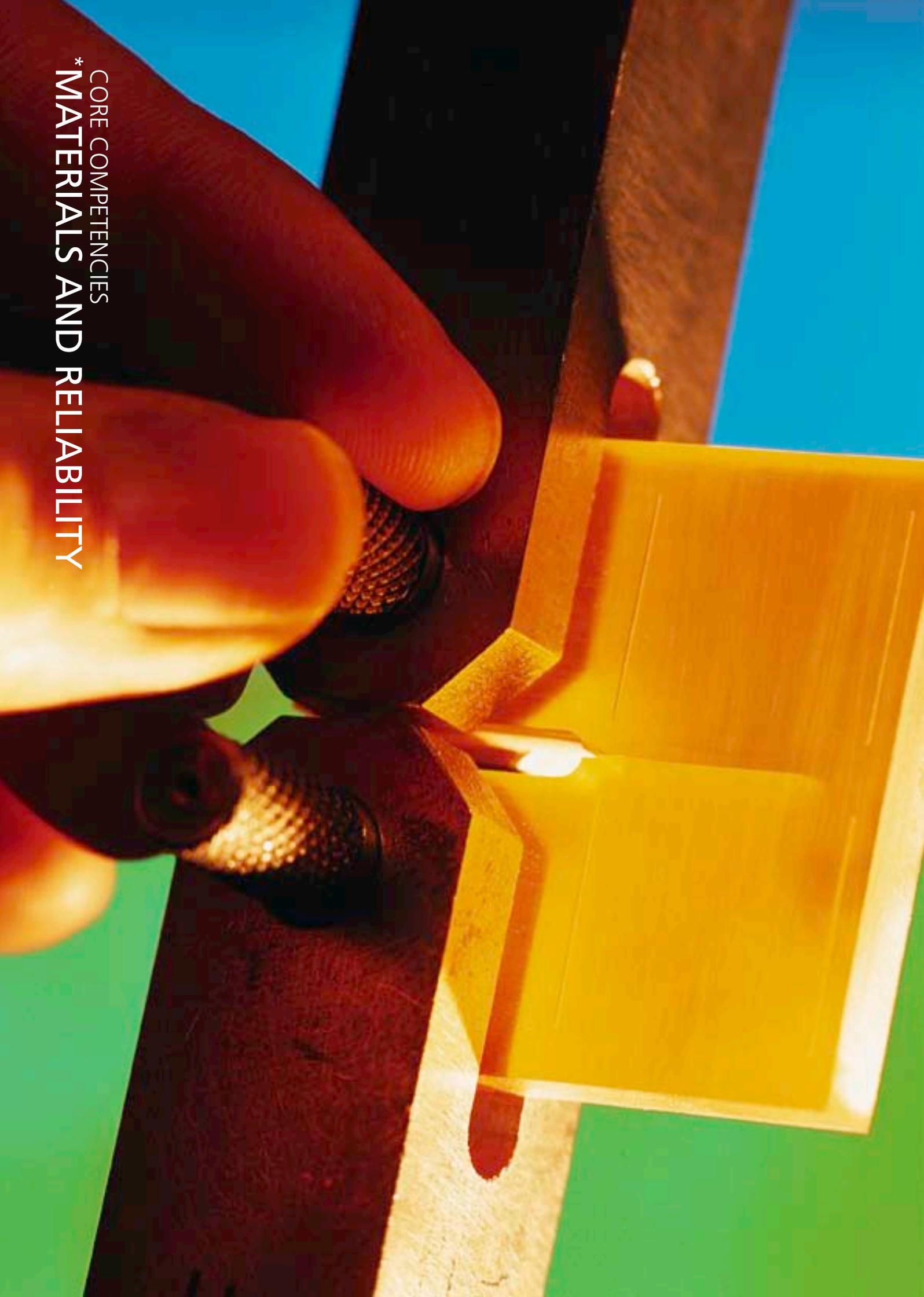
Die neuen, nun untersuchten Batteriekomponenten kommen ohne Weichmacher aus. Der DBP Extraktionsschritt fällt daher weg. Die Haftfestigkeit der Lamine aus diesem Materialsystem ist jedoch gering. Um die Haftfestigkeit insbesondere im Interface zwischen Elektrode und porösem Separator zu verbessern, wurde ein dünner, PVdF-HFP-Film vor der Lamination auf die Elektroden aufgebracht. Die so hergestellten Batterielamine zeigen sehr gute Lade-/Entladeeigenschaften. Es konnte ein neues Materialsystem für Wafer Level-Batterien vorgestellt werden. Die frei wählbare Grundfläche der Batterielamine erlaubt eine sehr gute Anpassbarkeit an kleine elektronische Systeme.

Ultra-Fine Pitch Mikrospulen für Positionssensoren |

Induktive Sensoren oder Chipspulen sind eine neue Herausforderung für die Mikrotechnologie, wobei sie sowohl für Positionssensoren, Annäherungssensoren, zerstörungsfreie Tests, Schichtdickenmessungen, passive Komponenten für HF-Schaltkreise, Gleichspannungswandler und Mini-Transformatoren verwendet werden können.

Das Arbeitsprinzip des von der Firma Posic entwickelten und beim Fraunhofer IZM aufgebauten Mikrospulenpositionssensors basiert auf einem Oszillator, der ein Trägersignal mit einer Frequenz um die 500 kHz erzeugt. Dieses Signal ist ein Strom, der durch die Erregerspule gesendet wird und dadurch ein Wechselstromfeld erzeugt. Um das Magnetfeld bei einer angelegten Versorgungsspannung von 5V zu maximieren, muss der Widerstand verkleinert werden, was den Einsatz von Kupfer für die Erregerspule erklärt.

Die Technologie für diese Mikrospulen basiert auf einem hoch integrierten Dünnschicht-BCB-Kupfer-Prozess, der für $3,5 \mu\text{m}$ breite Leiterbahnen und Zwischenräume in $15 \mu\text{m}$ dickem Fotolack auf 200mm Wafern entwickelt wurde.



CORE COMPETENCIES
* MATERIALS AND RELIABILITY



Prof. Dr. M. Bauer

Prof. Dr. B. Michel

Dr. H. A. Gieser

» MATERIALS AND RELIABILITY

058 - 059 **POLYMERMATERIALIEN UND COMPOSITE**
LEITUNG: Prof. Dr. M. Bauer | monika.bauer@epc.izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 33 28 / 3 30-2 84

060 - 061 **MICRO MATERIALS CENTER**
LEITUNG: Prof. Dr. B. Michel | bernd.michel@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-2 00

062 - 063 **ANALYSE UND TEST VON INTEGRIERTEN SYSTEMEN**
LEITUNG: Dr. H. A. Gieser | horst.gieser@izm-m.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 89 / 5 47 59-5 20

Polymermaterialien und Composite



Thermooptischer Schalter aus Polymer. Sichtbar ist die aufgebrachte Schaltung



Entwicklung optischer Bauteile – vom Monomer über Prepolymer und Polymer zum athermischen AWG Vollpolymer.

KOMPETENZEN

- Synthese, Modifikation und Recycling von Polymeren und Compositen
- Chemische und physikochemische Charakterisierung von Monomeren, Oligomeren und Polymeren
- Thermophysikalische und mechanische Charakterisierung von Polymeren und Compositen
- Composit-Technologie und Bauteilentwicklung
- Displaytechnologie und - (muster)herstellung
- Klebstoff-, Gießharz-, Laminierharz-, Beschichtungsentwicklung
- Barriere- und Isolatorschichten
- Polymere für integriert optische Bauelemente

» KURZBESCHREIBUNG

Die Außenstelle „Polymermaterialien und Composite“ des Fraunhofer IZM ist in Teltow im Bundesland Brandenburg angesiedelt. Für die Entwicklung neuer Komponenten und Produkte hat die Materialintegration in den vergangenen Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Das Forschungsfeld der Gruppe ist deshalb die Entwicklung von Polymeren und Compositen. Diese Materialien finden ihre Anwendung als Klebstoffe, Binder für Lamine, Beschichtungen, Gießharze usw. in verschiedenen Industriezweigen, z.B. (Mikro-, Opto-) Elektronik, Luftfahrt, Automobil, Leichtbau.

Methodenentwicklungen ergänzen die Materialforschung; industrielle Tests begleiten die Materialentwicklung. Schließlich wird das angesammelte Wissen für Gutachten und Beratung genutzt, z.B. im Rahmen der Anwenderlabore.

Die Leitung der IZM-Außenstelle und der Lehrstuhl für Polymermaterialien der BTU Cottbus sind in Personalunion besetzt. Dadurch ergibt sich eine enge und fruchtbare Verbindung zwischen Forschung und Lehre. Hauptadressaten des Fraunhofer IZM Teltow sind die Opto- und Mikroelektronik. Der Lehrstuhl konzentriert sich auf den Leichtbau.

Das Fraunhofer IZM Teltow verfügt im Bereich der Kernkompetenzen über Schlüsselpatente.

» TRENDS

Durch gezieltes Design von Polymermaterialien und Compositen werden low-cost-Produkte, die über neuartige Eigenschaftsprofile verfügen, zugänglich gemacht. Neuartige Polymermaterialien für die Mikro- und Optoelektronik ermöglichen Hochintegration und führen zu innovativen Produkten.

Die Nanotechnologie spielt dabei eine Schlüsselrolle. Ihre Anwendung ermöglicht die Herstellung von z.B. transparenten Polymermaterialien für optisch integrierte Bauelemente und von Barrierschichten mit hohen Füllstoffgehalten und exzellenter Kratz-, bzw. mechanischer Festigkeit.

Vollpolymerdesign für athermische Arrayed-Waveguide-Gratings und gedruckte Schaltungen u.v.a.m. ist eine weitere Zielrichtung des Fraunhofer IZM Teltow.

Vor allem für den Leichtbau werden flammfeste Materialien mit besseren mechanischen Eigenschaften, neuartige Kernwerkstoffe und spezielles Oberflächendesign zugänglich gemacht.

Bei allen Entwicklungen wird die Nachhaltigkeit berücksichtigt wie im Fall der halogenfreien Leiterplattenbasismaterialien bereits gezeigt.

Leitung: Prof. Dr. M. Bauer
 monika.bauer@epc.izm.fraunhofer.de
 Fon: +49 (0) 33 28 / 3 30-2 84

KONTAKT

HIGHLIGHT

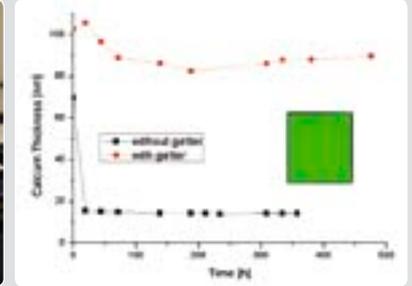
In einer Forschungsinitiative der Fraunhofer-Gesellschaft zusammen mit der Universität Braunschweig und den Industriepartnern Applied Films und Optrex Europe GmbH zur Entwicklung neuer OLED-Technologien war die Entwicklung einer zuverlässigen Verkapselung die Aufgabe der Außenstelle EPC. Schwerpunkte der Kooperation waren:

- Aufbau eines empfindlichen Tests zur Displayverkapselung
- Quantitative Charakterisierung der Barriereigenschaften einer großen Zahl von Klebstoffen und Barriersubstraten
- Nachweis der Zuverlässigkeit der Verkapselung bei erhöhter Temperatur und Feuchte sowie in Temperaturzyklen

Diese Arbeiten wurden finanziell unterstützt vom BMBF (No. 01BK919) und in enger Kooperation mit Fraunhofer IPMS und IAP und der Optrex Europe GmbH durchgeführt.



Messung der optischen Transmission der Calciumtestzellen mit Hilfe eines Lasers der Wellenlänge $\lambda = 633$ nm und einer Photodiode als Detektor. Der Rahmen kann bis zu 15 Proben aufnehmen, die parallel unter den gleichen klimatischen Bedingungen untersucht werden können



Zuverlässigkeitstest einer Verkapselung bei 60 °C, 90% rel. Feuchte. Aufgetragen ist die Degradation eines Calciumspiegels ohne und mit integriertem Getter. Die Einlage zeigt ein OLED-Pixel nach einer Lagerzeit von 1.000 h ohne sichtbare Degradationspuren (Probe Fraunhofer IPMS)

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Verkapselung von OLEDs |

Die Entwicklung neuer Displaytechnologien basierend auf organischen Licht emittierenden Materialien (OLEDs) ist begleitet von der Entwicklung einer zuverlässigen Verkapselungstechnologie, die aufgrund der Sauerstoff- und Feuchteempfindlichkeit der aktiven Materialien für deren Langzeitstabilität notwendig ist. An der Fraunhofer IZM Außenstelle Teltow wurde ein umfangreiches Screening von kommerziellen und im Hause entwickelten Klebstoffen für deren Eignung als OLED Verkapselungsmaterial durchgeführt. Zur Qualifizierung der Barriereigenschaften kam der im Hause entwickelte quantitative Calciumtest zum Einsatz. Elementares, undurchsichtiges Calcium reagiert durch die Diffusion von Wasserdampf oder Sauerstoff zu transparentem Calciumoxid bzw. -hydroxid.

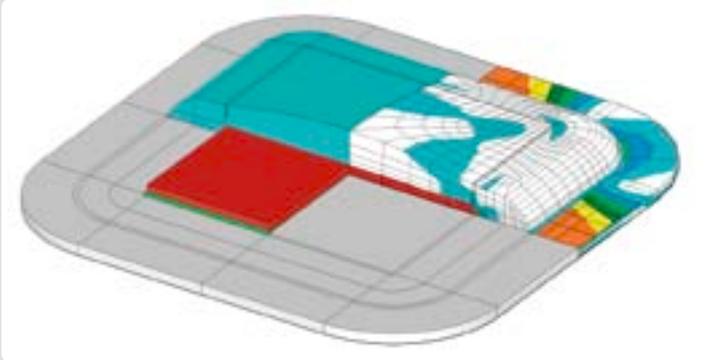
Eine optische zeitabhängige Detektion dieses Prozesses ermöglicht die Bestimmung der Permeationsraten für Sauerstoff oder Wasserdampf in einer typischen Displaygeometrie und ist somit nicht nur für die Quantifizierung von Permeationsraten geeignet, sondern auch für eine Bewertung der Zuverlässigkeit der Verkapselung. Verlust der Adhäsion der verwendeten Materialien während der Lagerzeit können zweifelsfrei von der Degradation aufgrund von Diffusionsprozessen unterschieden werden. Obere Grenzwerte der Permeationsraten für Verkapselungsmaterialien sind in der Tabelle errechnet unter Annahme einer geforderten Lebensdauer von 10.000 h und einer maximal zulässigen Degradation der aktiven Materialien von 20%.

| Displaygröße (aktive Fläche) | | WVTR [g/m ² d] |
|------------------------------|---|---------------------------|
| Randverkapselung | 21 mm x 30 mm | 0.052 |
| | 28.8 mm x 73.8 mm | 0.19 |
| | 5" Diagonale | 0.24 |
| | 10" Diagonale | 0.49 |
| Vollflächige Verkapselung | Größenunabhängig, WVTR für gegebene Größe | $5.5 \cdot 10^{-5}$ |

Eine Änderung der Nahtgeometrie, der Displaygröße sowie der Einführung weiterer Schutzmaßnahmen wie der Integration von Gettern (z.B. CaO, Zeolithe) oder das Aufbringen von Schutzschichten (z.B. SiN, SiOx) führt zu einer Erhöhung dieser Grenzwerte für die gewählten Bedingungen.

Die Langzeitstabilität der Verkapselung wurde an Calciumspiegeln sowie identisch präparierten OLEDs (in Kooperation mit Fraunhofer IPMS und IAP) untersucht. Eine zuverlässige Verkapselung wurde durch die Integration von Gettern erreicht. Wie in der Abbildung gezeigt, erfolgte innerhalb von 500 h bei 60 °C und 90% Feuchte mit der Integration von Gettern lediglich eine Degradation des Calciums von 10%, während eine Probe ohne Getter innerhalb weniger Tage vollständig degradierte. Eine entsprechend geschützte OLED zeigt keine sichtbare Degradation für 1.000 h.

Micro Materials Center



Thermomechanische Simulation mikroelektronischer Komponenten

KOMPETENZEN

- Mikrodeformationsanalysen
- Nanodeformationsanalysen
- Simulation zur Zuverlässigkeit und Lebensdauer
- Materialdaten-Ermittlung
- Packaging-Simulationen
- Eigenspannungen
- Bruchuntersuchung und Rissvermeidung

» KURZBESCHREIBUNG

Die Abteilung Micro Materials Center betreibt Labors am Hauptsitz des Fraunhofer IZM in Berlin, hat eine Forschergruppe auf dem Gebiet der Nanoelektronik im Wissenschaftsstandort in Berlin-Adlershof und eine Arbeitsgruppe Zuverlässigkeit für Mikro- und Nanosysteme in Chemnitz.

Schwerpunkte der Forschungsarbeiten sind:

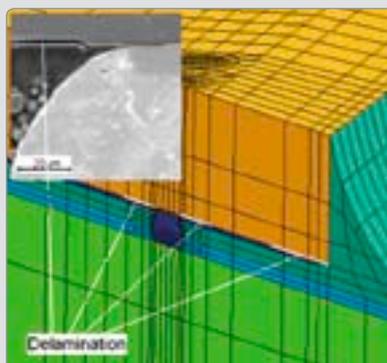
- Untersuchungen zur mechanischen und thermischen Zuverlässigkeit von Komponenten, Bauteilen und Systemen der Mikroelektronik
- Lebensdaueroptimierung von Automobilelektronik und Sensorik
- Deformationsmessungen mit modernsten experimentellen Methoden von makro bis nano in direkter Kopplung zur Simulation
- Anwendungen auf den Gebieten der Sicherheit (Microsecurity), in den Bereichen Luft- und Raumfahrt, Automobil und Elektronik
- Zuverlässigkeit von Mikro- und Nanoelektronik

» TRENDS

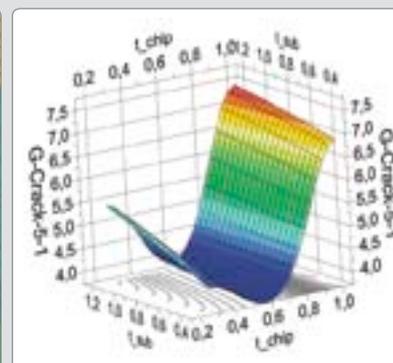
- Zuverlässigkeitsbewertung komplexer Systeme mit diversen Mikro- und Nanokomponenten
- Lebensdaueroptimierung von Produkten (Design for Reliability)
- Komplexe mechanische, thermische, elektrische, magnetische, Diffusions- und Schwingungseinflüsse auf die Zuverlässigkeit von Komponenten, Bauteilen und Systemen
- Langzeitzuverlässigkeit
- Kopplung von Ermüdung, Kriechen, Delamination, Rissbildung, Vibration, Temperatureinflüssen, Diffusionsvorgängen etc.

HIGHLIGHTS

- Bearbeitung von zahlreichen Zuverlässigkeitsaufträgen für die Industrie
- Zuverlässigkeit in der Nanoelektronik
- Best Papers auf Packaging-Tagung in Shanghai
- Neue Untersuchungsmethoden mittels Impulsthermographie
- Thermo-mechanische Optimierung von Packagingaufbauten



Chip/Underfiller und Underfiller/ Lötspur-Delamination in einem Flip-Chip-Aufbau



Abhängigkeit der Energiefreisetzungsrates der Delamination im Chipcke / Underfiller-Interface von Dicke des Chips und des Substrates

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Die Einbeziehung von Bruchvorgängen, Interface-Rissen in Bimaterialien und Ermüdungsvorgängen in DOE-Konzepte |

Für Designoptimierungen und Sensitivitätsanalysen von modernen mikroelektronischen Aufbauten gehen die meisten Publikationen aus von

- klassischen Festigkeitshypothesen (Maximum der Hauptspannungen, Peel-Stresses, von Mises-Spannungen, Zugfestigkeits- oder Dehnungskriterien u.a.m.) zur Bewertung des Bruchrisikos von Substraten, Halbleiterbauelementen oder Verkapselungen
- den akkumulierten äquivalenten plastischen Dehnungen, um die Ermüdung von Metallen (Metallisierungen, Lead Frames) zu bewerten
- Coffin/Manson-Ansätzen, die auf den akkumulierten äquivalenten Kriechdehnungen oder gewichteten inelastischen dissipierten Energieanteilen basieren, die während des Zyklus auftreten. Damit wird dann häufig die Ermüdung von Loten der Verbindungstechniken bewertet.

Andererseits ist es bereits Stand der Technik, dass Risse und Delaminationen, die an scharfen Kanten beginnen, in die Untersuchungen einzubeziehen sind, um eine konservative Bewertung der Bruchfähigkeit der verschiedenen Materialien am Interface zu ermöglichen. Deshalb ist es auch ein wichtiges Anliegen der Design-of-Experiment-Studien (DOE), die Versagensmoden einzubeziehen, die wesentlich sind für die allgemeine thermo-mechanischen Zuverlässigkeitsanalyse z.B. eines Flip-Chip-Aufbaus.

Zu diesem Zwecke wurden verschiedene Versagensmoden angenommen. Die hier durchgeführten Simulationen dienen dazu, beispielhaft zu zeigen, wie verschiedene Versagensthypothesen parallel verwendet werden (bruchmechanischer Zugang für Chipbruch-Hypothese oder Hypothese gewichteter dissipativer inelastischer Energieterme als Maß für z.B. die Lotermüdung):

- Risiko des Bruchs von Chips, Mold-Verbindungen, Substraten etc.
- Thermische Ermüdung von Lötverbindungen
- Risiko der Delamination z.B. zwischen Chip und Underfiller oder Underfiller und Lotinterface (linke Abbildung)

Parameterisierte, stark nichtlineare, transiente FE-Simulationen, die Elemente zur Verfolgung von Bruch, Delamination und Ermüdung beinhalten, werden dann unter Verwendung von DOE-Software durchgeführt, um über entsprechende mathematische Modelle die Antwortflächen aller relevanten Ergebnisdaten in Abhängigkeit von der Variation aller Eingangsdaten nach einer beschränkten Anzahl von Simulationsläufen zu erhalten (rechte Abbildung).

Die Arbeiten zu diesem Thema wurden bei der 7th International Conference on Electronics Packaging Technology mit dem Philips Best Paper Award 2006 ausgezeichnet.

Analyse und Test von Integrierten Systemen - ATIS



ATIS Transient Latch-Up (TLU) Modul zur Bestimmung der Empfindlichkeit von ICs im Gehäuse und auf dem Wafer gegenüber Impulsstörungen



Schadensbilder nach gepulster Belastung von Surface Acoustic Wave Filtern

KOMPETENZEN

- Elektrischer und elektrooptischer Wafer Level Test
- Electrostatic Discharge (ESD)
 - Schutz
 - Qualifikation
- Gepulste Hochstromcharakterisierung
- Hochfrequenzcharakterisierung bis 110 GHz
- Wafer Level Reliability
- Wafer Level Test & Burn-In (Known Good Die)
- Produktanalyse

» KURZBESCHREIBUNG

Test, Analyse und Zuverlässigkeit von integrierten Schaltungen stellen eine wachsende Herausforderung für die Entwicklung und Herstellung von modernen, heterointegrierten elektronischen Systemen dar. Seit 1990 hat sich ATIS als zuverlässiger Partner für die Analyse von Schwachstellen und die Entwicklung fortschrittlicher effizienter Lösungen in einem sehr sensiblen wettbewerblichen Umfeld etabliert.

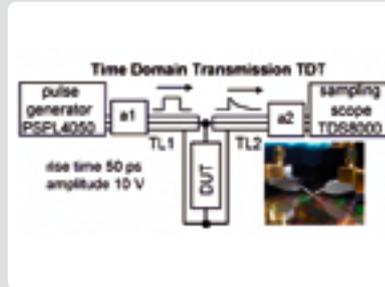
ATIS untersucht und verbessert die Robustheit integrierter Schaltungen aus verschiedenen Technologien durch die Anwendung und Weiterentwicklung von Verfahren zur Simulation von Belastungen, vor allem: ESD, transientem Latchup und Überspannungen und -strömen. ATIS entwickelt ESD-Schutzstrukturen und -konzepte. Strukturen auf Wafern bis zu 300mm werden mit unserer umfassenden elektrischen und elektrooptischen Messtechnik in einem weiten Temperaturbereich von -55°C bis 300°C vermessen. Hierzu zählen auch HF-Netzwerkanalysen bis zu 110 GHz. Schwachstellen und Fehler, wie sie bei Zuverlässigkeitsuntersuchungen oder in der Anwendung auftreten, werden mit verschiedenen Techniken der Produktanalyse identifiziert. Für Known Good Dies entwickeln wir Konzepte für die Ankontaktierung und den Test und basierend auf der Physics of Failure Monitorkonzepte.

» TRENDS

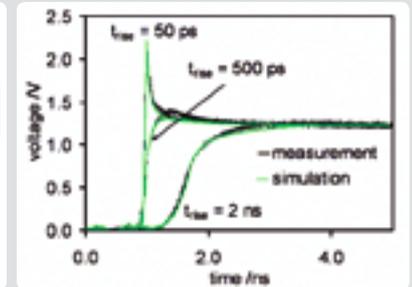
Zunehmende Funktionalität und Systemkomplexität in miniaturisierten Bauformen sowie der Einsatz in rauen Umgebungen erfordern neue, effizientere Qualifikationsmethoden. Für die Vorhersage und Vermeidung von Ausfällen müssen sie auf einem grundlegenden Verständnis von Anwendung, Entwurf, Technologie und ihren Wechselwirkungen einschließlich der Physik der Ausfallmechanismen aufbauen. Ausgefeilte Teststrategien und geeignete Werkzeuge werden für Einzelkomponenten und Module benötigt. Dies schließt den integrierten Selbsttest für Schaltungen, Sensoren, MEMS und andere Aktuatoren ein. Der Zwang zu kleinen Formfaktoren und hohen Frequenzen setzt empfindliche Schnittstellen von ICs (z.B. USB 2.0) den Belastungen einer ungeschützten Umgebung aus. Größere Systems-in-Package (SIP) werden zunehmend von Charged Device Model (CDM)-Entladungen bedroht, die neue Strategien für ESD-Schutz und -Qualifikation brauchen. Mixed Signal und RF-Schaltungen können auf dem Wafer nur mit neuen effizienten Ankontaktierungslösungen elektrisch getestet werden. Die rein elektrische Verbindung wird zunehmend durch eine angepasste intelligente Nadelkarte ersetzt werden, die mit mikroelektronischer Präzision auch mit Verfahren des Rapid Prototyping und der MEMS-Technologie gefertigt wird.

HIGHLIGHTS

- ps-aufgelöstes Einschaltverhalten von ESD-Schutzelementen
- 1 ns – Very fast Transmission Line Pulser vf-TLP
- Capacitive Coupled Transmission Line Pulsing cc-TLP
- Charged Device Model CDM
- System Level ESD



TDT-Aufbau zur Charakterisierung des für CDM relevanten Einschaltverhaltens von ESD-Schutzelementen



Überspannungsspitze einer Schutzdiode infolge des "Forward Recovery" Effektes

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

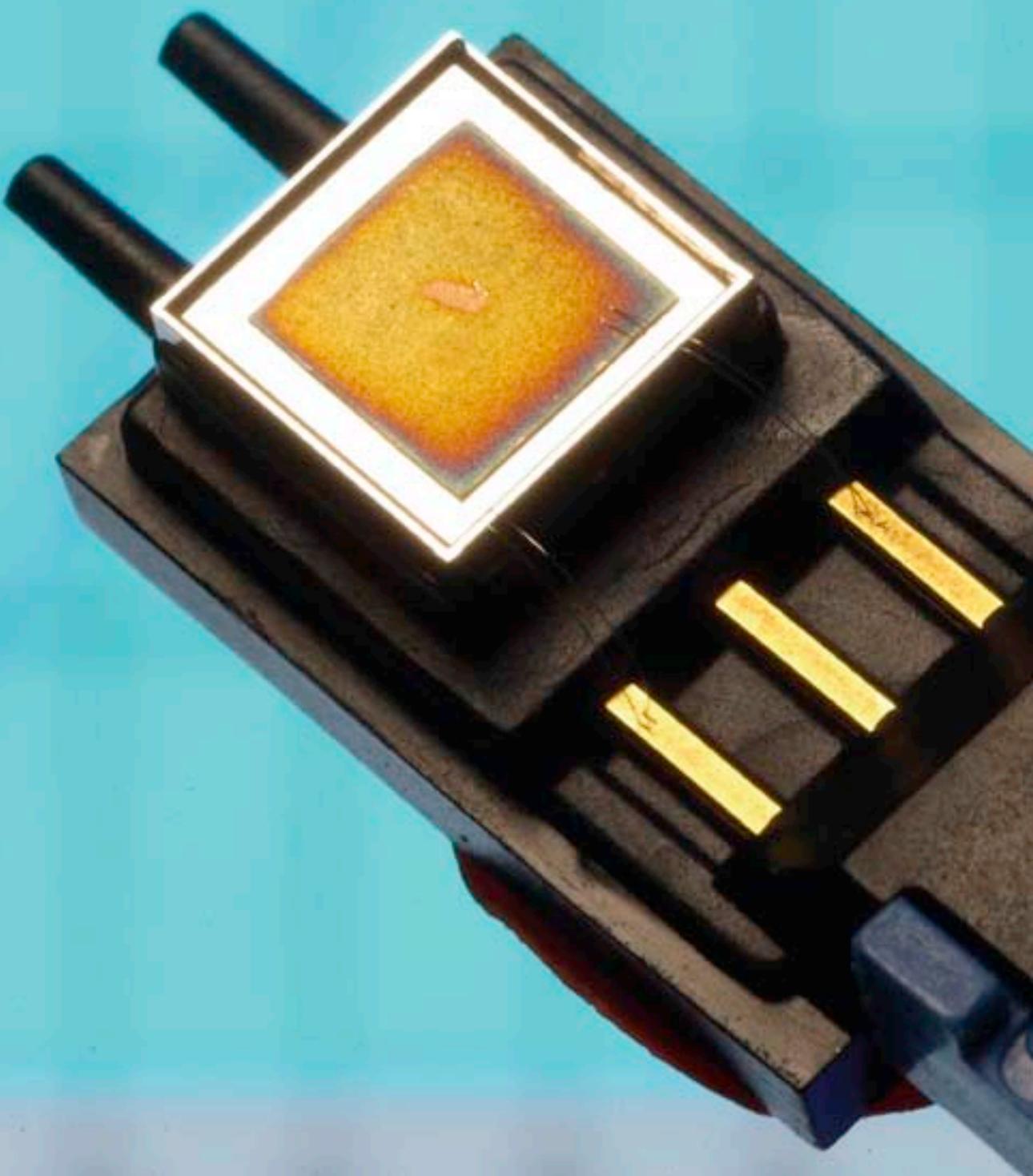
Die Abteilung ATIS entwickelt innovative Techniken für die gepulste Charakterisierung und Belastung von integrierten Schaltungen und Systemen.

In der Vergangenheit wurden integrierte Schaltungen mittels 100 ns Rechteckimpulsen aus dem Transmission Line Pulser (TLP) gegen Belastungen nach dem Human Body Model mit moderaten Anstiegszeiten bis 10 ns und Spitzenströmen gehärtet. Seltene und ESD-geschützte Handhabung durch den Menschen haben dieses Risiko minimiert. Charged Device Model (CDM)-Entladungen, typisch für automatische Handhabung beim Test und in der Fertigung mit Strömen, die in Bruchteilen einer ns auf über 10 A ansteigen können, wurden zur dominanten Bedrohung. Die Entwicklung von Schutzelementen und -konzepten gegen diese Bedrohung erfordert Charakterisierungstechniken mit ps-Auflösung. Zu diesem Zweck hat ATIS die Time Domain Transmission (TDT)-Methode mit mittleren Strömen bis 40 mA eingeführt. Die Genauigkeit und Auflösung übersteigt die der Zeitbereichsreflektometrie (TDR), bei welcher hin- und rücklaufender Impuls überlagert werden. Trotz im Vergleich mit der realen Belastung niedriger Maximalströme wird damit auf einem Testchip das am schnellsten und besten die Spannung begrenzende Schutzelement identifiziert. Derartige Messungen dienen auch zur Kalibrierung transienter Bauelementesimulationen.

Die Optimierung des Relais und und die Verkürzung der Impulsdauer des bestehenden ATIS Very-fast TLP (vf-TLP)-Systems auf 1,2 ns erlaubt eine nahezu adiabatische Charakterisierung von aktiven und passiven Strukturen bei wesentlich höheren Strompegeln. Die sehr kurzen Impulse des vf-TLP sind eine Voraussetzung, um die Reaktion von Systemschnittstellen auf Entladungen nach dem System Level Human Body Model der IEC, die prinzipiell nicht die Belastung von ICs einschließt, aber in der Praxis häufig gefordert wird, zu untersuchen.

Fortschritte wurden auch beim kapazitiv gekoppelten TLP (ATIS cc-TLP) erzielt, um CDM-equivalente Ausfallbilder in integrierten Schaltungen auf dem Wafer zu erzeugen.

Um die Latch-Up-Empfindlichkeit von integrierten Schaltungen bis 50 V bei transienter Belastung bereits auf dem Wafer oder im Gehäuse mit unterschiedlichen Impulsquellen zu ermitteln, wurden neue Module entwickelt. Diese halfen bei der Reproduktion von Ausfällen durch das transiente dV/dt-Zünden von parasitären Thyristorstrukturen. Über aktive Siliziumschaltungen hinaus wurden die gepulsten Belastungs- und Charakterisierungsmethoden erfolgreich auf passive Elemente angewandt, die ESD-empfindlich sein können und über keine integrierten Dioden zur Ableitung des Stroms verfügen.



CORE COMPETENCIES
*SYSTEM DESIGN & SUSTAINABLE DEVELOPMENT



» SYSTEM DESIGN & SUSTAINABLE DEVELOPMENT

066 - 067 ENVIRONMENTAL ENGINEERING

LEITUNG: H. GRIESE | hansjoerg.griese@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 32

068 - 069 SYSTEM DESIGN & INTEGRATION

LEITUNG: Dr. S. GUTTOWSKI | stephan.guttowski@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 44

070 - 071 ADVANCED SYSTEM ENGINEERING

LEITUNG: W. JOHN | werner.john@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 52 51 / 54 02-1 00

072 - 073 MIKROMECHANIK, AKTORIK UND FLUIDIK

LEITUNG: Dr. M. RICHTER | martin.richter@izm-m.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 89 / 5 47 59-4 55

Environmental Engineering



KOMPETENZEN

- Nachhaltigkeitsstrategien für die Elektronikbranche
- Umweltgerechter Produktentwurf - Analytik, Bewertung und Designstrategien
- Industrie-Arbeitskreise:
„Bleifreie Verbindungstechnik in der Elektronik“,
„Richtlinienkonformes Design WEEE/RoHS/EuP“
- Beratung für Bleifrei-Umstellung (Hotline)
- Ökologisch-ökonomische Prozessoptimierung
- Systemzuverlässigkeit/ Lebensdauerabschätzungen
- Nationales und internationales Networking
- Aus- und Weiterbildung für Studium und Beruf

» KURZBESCHREIBUNG

Der Fokus unserer Arbeiten liegt in der Gestaltung elektronischer Produkte und Technologien für eine nachhaltige Entwicklung. Durch die Zusammenarbeit mit Firmen in der frühen Phase der Produkt- und Prozessentwicklung werden innovative Lösungen für die Industrie erarbeitet.

Die Anpassung technologischer Trends an eine nachhaltige Entwicklung erfordert quantitative und qualitative Bewertungsmaßstäbe, die wir entwickeln und gemeinsam mit unseren Industriepartnern anwenden. Verbesserungsoptionen hinsichtlich der Umweltwirkungen wie auch der Kostenstruktur werden so erarbeitet. Dabei haben wir uns besonders die Unterstützung von KMU zum Ziel gesetzt.

Die Einsparung von nicht erneuerbaren Ressourcen sowohl durch die Erhöhung der Energieeffizienz als auch durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe zählt zu unseren Aufgaben.

Weiterhin sind die Anpassung und der Transfer der bleifreien Verbindungstechnik, insbesondere für KMU auch in Osteuropa, nach wie vor Gegenstand unserer Arbeiten.

Verstärkt haben sich die Beratungsaufgaben für die EU-Kommission zum Themenkreis Design energiegetriebener Produkte (EuP).

Die Aktivitäten der Abteilung bezüglich Netzwerkbildung sind auf den Ausbau unserer internationalen Beziehungen fokussiert.

» TRENDS

Nachhaltige Entwicklung, erweiterte Herstellerverantwortung und der Kreislaufgedanke werden zunehmend zu Kernpunkten des Managements von Unternehmen in der Elektronikbranche. Die internationale Gesetzgebung, das Marktumfeld und die ökonomischen Vorteile umweltverträglicher Technologien treiben diese Entwicklungen voran.

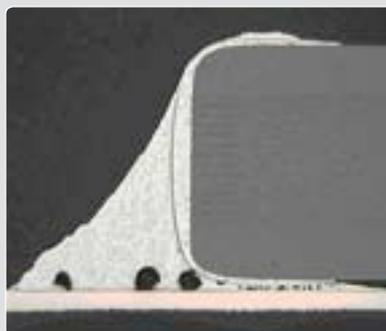
Der Mensch in seinem natürlichen Umfeld ist in den Mittelpunkt der Technologieentwicklung zu stellen. Zukünftige elektronische Produkte und Technologien (insbesondere die ubiquitäre Elektronik und die Nanotechnologie) müssen für einen maximalen Anwendernutzen bei minimierten Umweltwirkungen entwickelt werden.

Die Zuverlässigkeit elektronischer Systeme ist ein wichtiger Aspekt bei der Steigerung der Ökoeffizienz und wird verstärkt zum Schwerpunkt bei uns ausgebaut.

Die Unterstützung der Unternehmen auf den unterschiedlichen Ebenen – von der Forschung und Entwicklung über die Fertigung, Qualitätskontrolle, den Umweltschutz und das Marketing – bei der Umsetzung von nachhaltigen Lösungen erfordert neben der technischen auch soziale und Managementkompetenz. Unser interdisziplinäres Team von Green Electronics verbindet als neutraler Partner solch breit gefächerte Kompetenzen mit dem umfassenden technologischen Know How des Fraunhofer IZM.

HIGHLIGHTS

- Start des Projektes „Nachhaltigkeit durch den Einsatz von Gebrauchtteilen in der Kfz-Elektronik - ReECar“
- Durchführung der Vorbereitungsstudien für Durchführungsmaßnahmen der EuP
- Einstieg in neue Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen für Elektronikanwendungen
- Durchführung des Symposiums „Perspectives on Electronics and Sustainable Development“
- Durchführung des Workshops „Die Chinesische RoHS und ihre Bedeutung für die deutsche Elektronikindustrie“



Lötverbindung als mögliche Schwachstelle



» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Environmental Engineering im Auftrag der Europäischen Kommission (EC) |

Die Abteilung Environmental Engineering EE ist Projektleiter der EuP Preparatory Studies Lot 4 „Imaging Equipment“, Lot 5 „Television“, Lot 6 „Standby and Off-mode Losses“, und ist Partner in Lot 7 „Charger and External Power Supply“. Die EuP ist die neue EU- Rahmenrichtlinie zur Formulierung von Anforderungen an das Ökodesign für Energie nutzende Produkte. In den Studien werden in enger Kooperation mit der Industrie die Auswirkungen auf die Umwelt und das Verbesserungspotential von repräsentativen Produkten bewertet. Sie liefern wesentliche Informationen für die Europäische Kommission (EC) und andere Stakeholder zur Vorbereitung der nächsten Phase des legislativen Prozesses – das Konsultationsforum.

Die Abteilung arbeitet für die EC im Bereich der technologischen Bewertung von RoHS-Ausnahmen.

Nachhaltigkeit in der Ersatzteilversorgung |

Im Projekt „ReECar – Nachhaltigkeit durch den Einsatz von Gebrauchtteilen in der Kfz-Elektronik“ geht es um die Entwicklung von Nachhaltigkeitsstrategien in der Ersatzteilversorgung. Eine viel versprechende Möglichkeit besteht in der Wiederverwendung. Hierbei sind Fragen der Zuverlässigkeit und der Alterung elektronischer Baugruppen zu beantworten. Im Hinblick auf die Bewertung der Nachhaltigkeit von Ersatzteilstrategien werden ökologische, wirtschaftliche und soziale Kriterien erarbeitet. Der Schwerpunkt lag dabei auf sozialen Gesichtspunkten.

Hierzu wurde ein anwendungsspezifischer Kriterienkatalog entwickelt. Relevante Kriterien sind z. B. Gefährdungspotenziale, Arbeitsbedingungen, Beschäftigung oder Bildung. Es wurde festgestellt, dass bei sozialen Kriterien der Nachhaltigkeit lediglich ein geringer Produkt- und Prozessbezug besteht. Weiterhin sind Optimierungsrichtungen nicht grundsätzlich eindeutig definierbar. Zur ökologischen Bewertung wird die am Fraunhofer IZM entwickelte IZM/EE-Toolbox eingesetzt.

Die Ergebnisse fließen in einen Entscheidungsfinder ein.

Vorbereitung der Elektronikindustrie auf gesetzliche Anforderungen |

Die Vorbereitung der Industrie auf die Einhaltung von Stoffverboten in elektronischen Produkten für den europäischen und chinesischen Markt stand im Mittelpunkt zahlreicher Aktivitäten.

In Guangzhou wurden die Anforderungen der EU für die dortige Elektronikindustrie detailliert aufbereitet. Gemeinsam mit der Universität Tokyo und ECOPAC (International EcoDesign and Microelectronic Packaging Research Institute Ltd.) wurden in Wuxi speziell die Auswirkungen des Bleiverbotes in der Elektronik diskutiert.

Auf dem IZM-Workshop „Die Chinesische RoHS und ihre Auswirkungen auf die deutsche Elektronikindustrie“ wurden Vorschläge für eine Harmonisierung der Differenzen der länderspezifischen Regelungen diskutiert.

System Design & Integration



EMV-Testaufbau in der Absorberkammer



4-Port-Messplatz zur HF-Charakterisierung gekoppelter Strukturen

KOMPETENZEN

- Technologieorientierte Machbarkeitsstudien
- Technologieentwicklung und -bewertung
- Technologieorientierte HF-Charakterisierung
- Antennenentwicklung und -charakterisierung
- 3D-Konstruktion von hybriden Mikrosystemen
- 3D-Packageentwicklung und -charakterisierung
- Entwurf und Realisierung Prototypen
- Kostenabschätzungen von Systemlösungen

» KURZBESCHREIBUNG

Die Abteilung System Design & Integration entwickelt Methoden und Werkzeuge für den zielgerichteten technologieorientierten Entwurf elektronischer Systeme. So werden die wissenschaftlichen Grundlagen für entwicklungsbegleitende Simulationen der unterschiedlichen Phänomene elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer, aber auch thermischer und mechanischer Kopplungen gelegt.

Mithilfe der Systembeschreibungen werden unter Berücksichtigung der spezifischen Funktionalität und Belastungsfähigkeit der Systeme schon während der Konzepterstellung unterschiedliche Technologievarianten verglichen und parameterbasierte Bewertungen durchgeführt. Damit sind bereits in einer frühen Phase der Entwicklung auf technologischen Parametern basierende Funktions-, Volumen-, Zuverlässigkeits- und Kostenanalysen möglich.

Die Forschungsschwerpunkte der Abteilung liegen vor allem in den Bereichen der Mikroelektronik- und Mikrosystementwicklung mit einem applikationsorientierten Fokus auf drahtlose Sensorsysteme, Packageentwurf und Packagecharakterisierung, HF- und High-Speed-Systementwurf sowie auf die EMV und das Packaging leistungselektronischer Systeme.

» TRENDS

Im Bereich des technologieorientierten Entwurfs steht in nächster Zukunft die Entwurfsmethodik für die vertikale Integration heterogener Systeme als 2,5D-SiP im Fokus der Forschungsaktivitäten der Abteilung. Ausgehend von geometrischen, elektrischen und thermischen Modellen der Komponenten, die neben schaltungstechnischen auch technologische Aspekte berücksichtigen, werden hier die wissenschaftlichen Grundlagen für systemgerechte Technologieentscheidungen sowie die algorithmusbasierte Platzierung von Bauelementen für 2,5D-SiP erarbeitet.

Darüber hinaus werden in Zukunft die besonderen Fragenstellungen, die sich beim elektrischen Entwurf von miniaturisierten drahtlosen Mixed-Signal-Systemen ergeben, an Bedeutung zunehmen. Dabei steht der Entwurf von Signal & Power Distribution Networks sowie der Entwurf von Mikroantennen unter Berücksichtigung der technologischen Möglichkeiten im Mittelpunkt. Ferner werden die elektrischen Eigenschaften von feinsten bis hin zu nanoskaligen Strukturen untersucht.

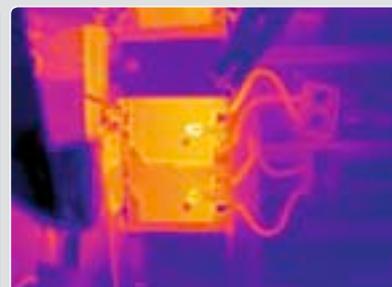
Für den Bereich Leistungselektronik werden in den kommenden Jahren Fragenstellungen der Anwendung der neuen Technologien zur Erhöhung der Leistungsdichte und der Zuverlässigkeit sowie zur Integration leistungselektronischer Schalter mit Sensorik und Logikkomponenten im Fokus der Forschungsarbeiten stehen.

HIGHLIGHTS

- Demonstratoren für fortschrittliche RFID-Lösungen
- Neue Aufbau- und Verbindungstechniken für Leistungselektronik
- Antennencharakterisierung für Mobilfunkanwendungen
- Designmethodik für höchstintegrierte EMV-Filter
- M3-Ansatz für den optimalen Entwurf von System-Packages und Leiterplatten
- Neuartige Methode zur Bestimmung der elektrischen Ausdehnung beliebiger Diskontinuitäten der AVT



Weltweit kleinster ad-hoc-netzwerkfähiger Funksensorknoten (Mica-Z-Architektur)



Temperaturmessung an einem Flip-Chip-on-Flex Aufbau von Leistungs-MOSFETs

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Mit der Etablierung der Abteilung System Design & Integration im Jahre 2006 wurde der wachsenden Nachfrage nach technologieorientierter Systemkompetenz innerhalb des Fraunhofer IZM Rechnung getragen.

Im Rahmen des wissenschaftlichen Vorprojektes „AVM“ wurden die Grundlagen erarbeitet, um autarke Mikrosensorsysteme in Anwendungen zu überführen. Ein erstes Beispiel ist die autonome Vernetzung von Logistik-eGrains (Volumen 1cm³) für die Dokumentation von Temperaturprofilen bei Transportprozessen einschließlich der Überwachung des Gesamtbeladungsgewichtes von LKW.

Die zweite generelle Applikation des AVM-Basiskonzeptes wurde nach der Systemerweiterung um einen Beschleunigungssensor in einem Golfball demonstriert.

Die Entwicklung hochminiaturisierter Funksensorknoten wurde ebenfalls voran getrieben. Das Volumen des auf ZigBee basierenden Mica-Z Funksensorknotens der University of Berkeley konnte dabei um den Faktor 20 verringert werden. In Summe steht ein Design- und Technologiepool zur Verfügung, um die innovative Thematik „Verteilte Sensornetze“ in den unterschiedlichsten Anwendungen mit Demonstratoren und Prototypen ausrüsten zu können.

Im Projekt PARIFLEX wurden erste Demonstratoren für eine neue, um ein bistabiles Display zur Darstellung von veränderlichen Informationen direkt auf einem passiven Label erweiterte Generation von Smart RFID-Labels entworfen und realisiert.

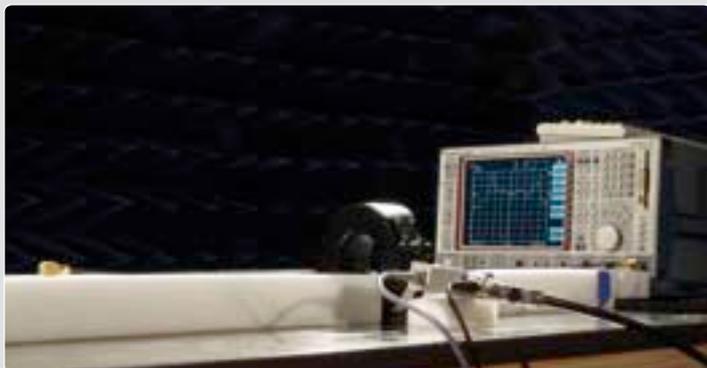
Für den Entwurf von System-Packages und Leiterplatten für Anwendungen mit sehr hohen Signalfrequenzen wurde der M3-Ansatz erarbeitet und exemplarisch umgesetzt. Hierfür wurden zuerst neue Methodiken entwickelt, um akkurate elektrische Modelle extrahieren zu können. Die Modelle wurden benutzt, um Signal- und Powerintegritätsanalysen durchzuführen, auf deren Basis dann zuverlässige Entwurfsmaßnahmen abgeleitet werden.

Für unterschiedliche Vergussmaterialien wurden Dielektrizitätskonstante und Verlustfaktor in Abhängigkeit von Temperatur und Frequenz messtechnisch extrahiert.

Abteilungsübergreifend wurde an einer neuen Flip-Chip-on-Flex Technologie für Leistungshalbleiter geforscht. Die Aufbauten wurden in der Abteilung SDI entworfen und elektrisch und thermisch charakterisiert. Begleitend wurde eine Studie zu den thermischen Eigenschaften verschiedener Technologien durchgeführt.

Durch räumlich enge Platzierung passiver Bauteile nehmen gegenseitige elektromagnetische Beeinflussungen überproportional zu. Deshalb wurde eine Entwurfsmethodik, die schaltungstechnischen, EMV- und konstruktiven Entwurf koppelt und dadurch diese Fragestellungen löst, entwickelt und erfolgreich in der Industrie erprobt. Dabei kam die Methodik in so unterschiedlichen Anwendungsgebieten zum Einsatz wie miniaturisierten Filtern auf LTCC-Basis, Filtern als SMD auf Leiterplatten, und bei Kraftwerksfiltern für Leistungen von 19MVA.

Advanced System Engineering



Messung zur Modellierung der Bulk Current Injection-Methode

KOMPETENZEN

- RFID Antennen und Schaltungen
- EMC/EMR auf Chiplevel
- EMC/EMR von mikroelektronischen Systemen
- Design für Multi Device Integration
- Wissensmanagement in der Mikroelektronik

» KURZBESCHREIBUNG

Die Abteilung Advanced System Engineering ASE des Fraunhofer IZM in Paderborn beschäftigt sich mit technologieorientierten Fragestellungen im Design, in der elektrischen Simulation und in der Charakterisierung von integrierten Schaltungen.

Der Hauptfokus der Forschungsaktivitäten liegt auf dem Gebiet der parasitären elektromagnetischen Effekte (elektromagnetische Verträglichkeit, elektromagnetische Zuverlässigkeit, Signalintegrität, Hochfrequenz), nicht ausschließlich auf dem IC-Level, sondern auch für gekoppelte on chip/off chip Betrachtungen.

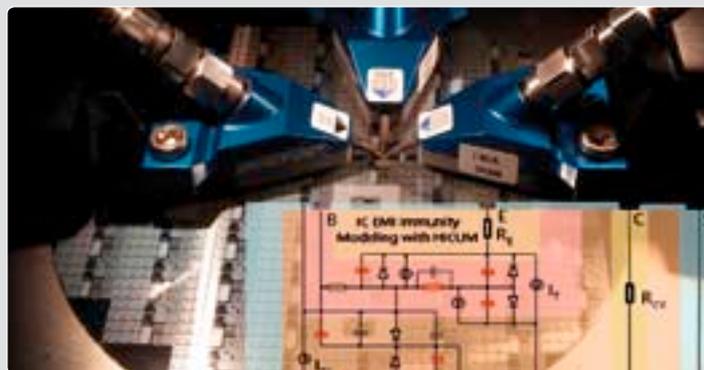
Durch die Anwendung von Hochfrequenzmodellen für die einzelnen IC-Elemente in Kombination mit einem erweiterten Modell des Messverfahrens Direct Power Injection (DPI) ist es möglich, eine akkuratere Modellierung des EMI-Verhaltens von Mixed-Signal ICs zu erreichen. Zur beschleunigten Simulation dieser Schaltungsklassen im Zusammenspiel mit dem DPI-Modell werden die Steady-State Verfahren Harmonic Balance bzw. Shooting-Methode verwendet. Aufbauend auf entsprechenden Simulationsergebnissen können daraus Verhaltensmodelle einzelner Schaltungsblöcke durch Black Box-Modelle (BBM), die auf einer neuronalen Netzstruktur basieren, beschrieben werden. Diese Verhaltensmodelle können dann in einer Gesamtsystemsimulation zur Bestimmung des EMI-Verhaltens verwendet werden.

Um die Effektivität des ESD-Schutzkonzeptes integrierter Mixed-Signal-Schaltungen in der frühen Entwicklungsphase bewerten zu können, ist die Verifikation gegenüber ESD-Impulsen unerlässlich. In der Regel führt eine manuelle und langwierige Analyse von Simulationsergebnissen zu erhöhten Entwicklungszeiten und Kosten. Somit ist es notwendig, den Automatisierungsgrad bei der Analyse der Ausbreitungspfade von Impulsen zu erhöhen. Schwerpunkt der Arbeit liegt hier auf der effizienten Modellierung des Bauelementverhalten im ESD-Fall und der Netzlistenreduktion. Die Umsetzung in kommerzielle Frameworks für den IC-Entwurf umfasst die automatisierte Erzeugung der Simulationsmodelle, Einbindung der entwickelten Werkzeuge in die grafische Benutzeroberfläche und effiziente Anbindung an die vorhandene Datenbasis.

Ein umfassendes Serviceangebot trägt dazu bei, dass Forschungsergebnisse schnell in die Industrie überführt werden. Die Unterstützung der Industrie bei einer breiten, vielfältigen Anwendung innovativer Aufbau- und Verbindungstechniken gehört zu den Hauptzielen der Abteilung ASE.

HIGHLIGHTS

- Entwicklung eines kompletten Messsystems
- Entwicklung von Sonden zur Vektorfelddetektion
- Reduzierung der Scanzeit
- Datennachbearbeitung zur Kompensation von Messfehlern
- Datennachbearbeitung zur Extraktion von Strahlungsemissionsmodellen und Quellenrekonstruktion
- Softwareentwicklung für automatisierte Messungen, Datenspeicherung, Visualisierung und Nachbearbeitung von Nahfelddaten
- 3D-Relief Modellextraktion des untersuchten Objektes (DUT – Device Under Test)



Messung und Modellierung des Störfestigkeitsverhaltens integrierter Mixed-Signal ICs

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Es werden verstärkt Anstrengungen unternommen, um elektromagnetische Störungsprobleme (EMI) in gemischten Analog-Digital-Systemen, die z.B. im Automobilbereich und Telekommunikationsprodukten eingesetzt werden, zu verhindern. Kontinuierlich ansteigende Taktfrequenzen der digitalen Schaltungen verschieben das elektromagnetische Rauschen zu höheren Frequenzen. Die effektive Länge der ungewünschten Antennen wird kürzer, was das Potential der Störstrahlung vom System erhöht. Progressive Miniaturisierung, Komplexität und die Verringerung der Betriebsspannungen der elektronischen Produkte erhöhen das Risiko des Ausfalls infolge höherer Sensitivität für Rauschen und parasitärer Feldkopplung zwischen „aggressiven“ und „sensitiven“ Subkomponenten.

Folglich existiert eine große Nachfrage nach einer detaillierten Analyse von Quellen der elektromagnetischen Störung.

Nahfeldscanner |

Das Nahfeldscannersystem ist in der Lage, das elektromagnetische Vektorfeld als eine Funktion der räumlichen Koordinaten und der Frequenz infolge willkürlicher Strahlungsemission des untersuchten Objektes (DUT) zu messen.

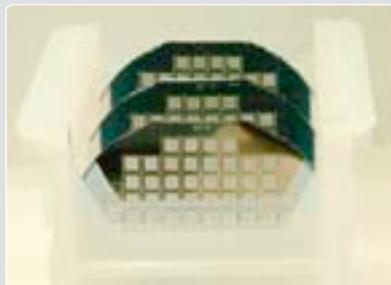
Die gemessenen Daten können sowohl zur Bestimmung der Feldverteilung außerhalb des gescannten Volumens als auch zur Rekonstruktion elektrischer Ströme und Ladungen innerhalb des untersuchten Objektes genutzt werden.

Eine exemplarische Anwendung ist die Verifikation des EMV-gerechten Designs des Systems, wobei das Auffinden parasitärer Effekte und die Lokalisierung von Hot-Spots eine schnelle Korrektur von Designfehlern ermöglicht.

Mikromechanik, Aktorik und Fluidik



Silizium-Mikropumpe in Kunststoffgehäuse



Mikropumpen, Full Wafer Assembly

KOMPETENZEN

Entwicklung von

- Mikropumpen
- Mikrodosiersystemen
- Mikromischen Mikroventilen
- Mikroreaktoren
- Strömungssensoren

» KURZBESCHREIBUNG

Die Abteilung Mikromechanik, Aktorik und Fluidik setzt ihren Schwerpunkt auf die Entwicklung von Lösungen für die Handhabung kleiner Mengen an Flüssigkeiten oder Gasen. Mikrofluidische Komponenten können für eine Vielzahl von industriellen Anwendungen umgesetzt werden.

Sieben Experten der Abteilung führen das Design, die Simulation und den Test der mikrofluidischen Komponenten durch. Die Abteilung hat auf diesem Gebiet mehr als zwölf Jahre Erfahrung, was die Umsetzung optimaler Lösungen bei den einzelnen Anwendungen sicherstellt.

Die Kernkompetenz der Abteilung ist die Entwicklung von Mikropumpen, Mikrodosiersystemen, Mikromischern, Mikroventilen, Mikroreaktoren und Strömungssensoren und deren Kombination für den Einsatz in der Biotechnologie, der Chemie, der Medizin und anderen Anwendungsfeldern.

» TRENDS

Gegenwärtig konzentriert sich die Abteilung auf folgende Schwerpunkte:

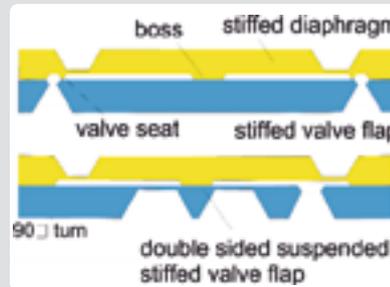
Eine Kapazität für die Herstellung von Prototypen von Silizium-Mikropumpen wird in Kooperation mit dem Unternehmen Tronics, Grenoble, aufgebaut. Dabei werden Anwendungen auf den Gebieten der Labortechnik und bei Brennstoffzellen adressiert. Für unsere Industriepartner sind diese Mikropumpen Schlüsselkomponenten für erfolgreiche Produkte.

Weiterhin wird gegenwärtig eine neue Plattform für die Herstellung von mikrofluidischen Aktoren auf der Basis von Mikrospritzguss aufgebaut. Die Abteilung konzentriert sich vor allem auf das Design und das Backend. Zielrichtung ist es hier, durch sehr kostengünstige Herstellungsverfahren auch interessante Anwendungsgebiete zu erschließen, die mit Siliziumkomponenten nicht umsetzbar wären. Beispiele sind hier Mikropumpen für Kühlsysteme sowie Mikrokompressoren für Brennstoffzellensysteme.

HIGHLIGHT

Das „doppelt normal geschlossene“ Mikroventil

Die hervorragenden Eigenschaften des am Fraunhofer IZM entwickelten „doppelt normal geschlossenen“ Mikroventils öffnen die Tür für viele Anwendungen. (vgl. unten stehenden Bericht). Zunächst soll das DNC Ventil in Kombination mit einer Mikropumpe Einsatz in portablen Brennstoffzellen finden, die unser Partner Smart Fuel Cell AG entwickelt.



Design des DNC Ventils



Draufsicht auf den DNC Chip. Zu sehen ist die versteifte Membran

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Das „doppelt normal geschlossene“ Mikroventil

Problemstellung |

Mikromembranpumpen mit passiven Rückschlagventilen haben einen entscheidenden Nachteil: sie haben „Free Flow“, d. h. im ausgeschalteten Zustand fließt ein unerwünschter Fluss durch die Pumpe, wenn am Einlass ein Überdruck auftritt. Bei Medikamentendosiersystemen und anderen Anwendungen stellt dies ein K.O.-Kriterium für den Einsatz dieser Mikropumpen dar.

Lösungsgedanke |

Um dieses Problem zu lösen wurde eine neue Komponente entwickelt, das „doppelt normal geschlossene“ (DNC) Mikroventil. Dieses Ventil ist eine passive Komponente mit folgenden Eigenschaften:

- Sie zeigt eine selbstsperrende Funktion, wenn ein Überdruck am Einlass angelegt wird
- Sie sperrt ebenfalls, wenn am Auslass ein Überdruck angelegt wird
- Das Ventil öffnet, wenn am Auslass ein Unterdruck angelegt wird.

Das bedeutet, wenn dieser passive Chip stromaufwärts in Serie zu einer Mikropumpe angeordnet wird, verhindert die selbstsperrende Funktion zuverlässig den Free Flow. Und der Unterdruck, den die Pumpe im eingeschalteten Zustand erzeugen kann, öffnet das Ventil.

Design des DNC Ventils |

Die Membran des oberen Chips ist mit der beidseitig aufgehängten Ventilklappe durch einen Stößel fest miteinander verbunden (Silicon Fusion Bond). Während der Herstellung bondet auch der Ventilsitz an die Klappen, durch einen Flusssäure-Ätzschritt wird der Ventilsitz wieder freigelegt.

Der versteifte Teil der Membran, der Stößel und die versteifte Klappen bilden eine I-förmige Struktur. Die Kraftbilanz auf diese Struktur, wenn ein Atmosphärendruck P_0 , ein Einlassdruck P_1 und ein Auslassdruck P_2 auf das Ventil einwirken, ist für ein geschlossenes Ventil:

$$P_0 - P_1 \beta < P_2 \quad (1)$$

Wobei β als das Verhältnis der effektiven Flächen der versteiften Klappen A_f und der versteiften Membran A_m definiert ist:

$$\beta = A_f/A_m \quad (2)$$

Es ist sehr wichtig für die Funktion, dass β kleiner eins ist, in unserem Fall $\beta = 0,5$.

Fluidische Charakterisierung |

Das Verhalten des Ventils ist wie erwartet, das Ventil ist selbstsperrend und es öffnet, wenn ein Unterdruck am Auslass angelegt wird. Die Leckrate wurde mit der sehr empfindlichen Kapillarmethode bestimmt, mit einer Ausbeute von mehr als 75% war die Leckrate unter 100 µl/Tag bei 50 hPa Überdruck. Eine sehr gute Device-to-Device Reproduzierbarkeit wurde erreicht.

*EVENTS



» VERANSTALTUNGEN

076 - 081 _ VERANSTALTUNGSÜBERSICHT

082 - 083 _ MESSEAKTIVITÄTEN DES FRAUNHOFER IZM 2006

Veranstaltungen



Stand des Fraunhofer IZM auf dem Kongress der Cluster-Offensive



Prof. Ab Stevels, TU Delft (links) und Dr. Volker Hauff, Präsident des Deutschen Rates für Nachhaltigkeit

» Cluster-Offensive Bayern |

Die „Cluster-Offensive Bayern“ ist ein neues politisches Instrument der bayerischen Staatsregierung zum Ausbau des Wirtschafts- und Wissenschaftsstandortes Bayern. Ziel ist es, durch nachhaltige Förderung der Innovations- und Entwicklungskräfte im Lande die Wettbewerbsfähigkeit der bayerischen Wirtschaft zu stärken.

So soll durch die enge Vernetzung von Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen mit der Wirtschaft eine Eigendynamik entstehen, die letztendlich zu permanenten Innovationen und Wettbewerbsvorteilen von Produkten und Prozessen führt.

Den Startschuss der bayerischen Clusterinitiative bildete ein Kongress im M.O.C. der Messe München, der von Wirtschaftsminister Erwin Huber eröffnet und von Ministerpräsident Dr. Edmund Stoiber in einer zentralen Rede gewürdigt wurde.

Über 3000 Teilnehmer spiegelten das herausragende Interesse von Wirtschaft, Wissenschaft und Kommunen an der Strategie der „Bayerischen Wirtschaftskerne“ wider. Am Nachmittag hatten sechs Cluster die Möglichkeit, in moderierten Vortragsreihen mit Vertretern aus Wirtschaft und Wissenschaft erste Überlegungen zu ihren Aktivitäten vorzustellen. Dabei präsentierte Prof. Herbert Reichl das Fraunhofer IZM im Cluster Sensorik.

Begleitend zur Kongressveranstaltung gab es auch eine Ausstellung mit rund 80 Ausstellern. Mit dabei waren auch das Fraunhofer IZM Institutsteil München sowie das Mikro-Mechatronik Zentrum Oberpfaffenhofen.

» Internationales Symposium – Perspectives on Electronics and Sustainable Development |

Am 24. Februar 2006 lud das Fraunhofer IZM zum Internationalen Symposium „Perspectives on Electronics and Sustainable Development“ in die TU Berlin ein. Prof. K. Kutzler, Präsident der TU Berlin, begrüßte 12 internationale Referenten und 130 Gäste, vorrangig aus der Industrie, zu einem Symposium, das verschiedene Ansätze zur Umsetzung des Leitbildes Nachhaltigkeit in der Elektronikbranche zum Gegenstand hatte. So wurde der Einbezug der drei Säulen der Nachhaltigkeit – Gesellschaft, Ökonomie und Umwelt – im Kontext von Technologie- und Produktentwicklung sowie deren Anwendung diskutiert.

Dr. V. Hauff, Vorsitzender des Nachhaltigkeitsrats, betonte in seiner Rede den akuten Handlungsbedarf zur Ausschöpfung des immensen Energieeinsparungspotential, welches in der energieeffizienten Gestaltung von elektronischen Geräten liegt. Prof. F. Mattern, ETH Zürich, zeigte in seiner Präsentation beispielhaft die mannigfaltigen Einsatzmöglichkeiten von Ubiquitärer Elektronik in Industrie, Medizin und Haushalten, deren Vorteile und Risiken. Der Gastgeber, Prof. H. Reichl, fokussierte auf die Miniaturisierung, deren Potential für eine energie- und ressourceneffiziente Bereitstellung in neuen Produkten für die Gesellschaft genutzt werden sollte. Dr. N. Nissen, Fraunhofer IZM, stellte schließlich das neue Forschungsprogramm des Fraunhofer IZM „Nachhaltige Technische Entwicklung“ vor. Themen des Programms sind u. a. Energieeffizienz in der Mikrosystemtechnik sowie Systemzuverlässigkeit.



Ein Blick durchs Mikroskop bei der langen Nacht der Wissenschaften



Peter Ramm (rechts) diskutiert mit Jean-Frédéric Clerc (Mitte) und Forschungsminister Goulard (links) über gemeinsame europäische Kooperationsmöglichkeiten

» Lange Nacht der Wissenschaften – wieder ein voller Erfolg |

Zum dritten Mal beteiligten sich Fraunhofer IZM und der TU-Schwerpunkt Technologien der Mikroperipherik in diesem Jahr gemeinsam an der Langen Nacht der Wissenschaften. Rund 500 Berliner kamen in den Wedding, um einmal eine Führung durch die staubfreie Welt des TU-Reinraums mitzumachen und sich über die neuesten Entwicklungen in der Mikroelektronik zu informieren.

Von 17 Uhr bis nach Mitternacht konnte man sich am Fraunhofer IZM zeigen lassen, wie mikroelektronische Systeme ohne zerstörerische Eingriffe per Ultraschall- und Röntgenmikroskopie auf eventuelle Qualitäts- oder Materialfehler untersucht werden und wie ein Rasterelektronenmikroskop funktioniert. Im Umweltlabor des Fraunhofer IZM zerlegten besonders die jungen Besucher mit großem Eifer Mobiltelefone, deren Bestandteile dann anschließend auf ihren Schadstoffgehalt untersucht wurden.

Viele Gäste wollten den von IZM-Wissenschaftlern entwickelten "intelligenten Golfball" einmal ausprobieren. Hatten sie ihn jedoch erfolgreich ins Netz maneuviert, so sendete das in den Ball integrierte Mikrosystem die Abschlaggeschwindigkeit auf einen Bildschirm, so dass der Besucher gleich wusste, ob er sich schon als Golfprofi, oder doch eher als Amateur oder gar als "Rabbit" qualifiziert hatte.

Auch die anderen ausgestellten Forschungsergebnisse, von den intelligenten vernetzten Kleidungsstücken, über eine hocheffiziente Mikrobrennstoffzelle zur Energieversorgung portabler Geräte bis zu einem intelligenten BioChip-Analysesystem für Arztpraxen stießen bei den Besuchern auf lebhaftes Interesse.

» Besuch des französischen Forschungsministers |

Der französische Forschungsminister François Goulard besuchte am 19. Juni 2006 die Fraunhofer-Gesellschaft. Vor dem Hintergrund der Umstrukturierung der französischen Forschungslandschaft diskutierte Goulard mit dem Präsidenten der Fraunhofer-Gesellschaft Professor Hans Jörg Bullinger die Vorteile des Fraunhofer-Modells.

Ein weiteres interessantes Gesprächsthema war die Zusammenarbeit des CEA-Leti mit dem Fraunhofer IZM. Bei Institutsleiter Professor Herbert Reichl und dem Abteilungsleiter Dr. Ramm informierte sich der Minister über bilaterale Kooperationsprojekte zu Themen wie 3D-Integration und entsprechende europäische Forschungsvorhaben wie eCUBES.

Industrietag Luftfahrtforschung am Fraunhofer IZM in Teltow |

Ein wichtiger Schritt zum Ausbau von Netzwerken in der Luftfahrtbranche wurde mit dem Industrietag „LUFTFAHRTforschung“ am Fraunhofer IZM in Teltow gemacht. Vertreter aus Luftfahrt- und Zulieferbranche trafen sich im Beisein des brandenburgischen Wirtschaftsministers Ulrich Junghanns mit Wissenschaftlern des Fraunhofer IZM Teltow, um sich über den Stand der Forschung zu informieren.

Ein Forschungsschwerpunkt liegt auf der Entwicklung neuer Kabinensysteme. Hier wird verstärkt auf neue Verbundmaterialien aus Polymeren gesetzt, an deren Entwicklung das Fraunhofer IZM Teltow gemeinsam mit Partnern aus der Industrie maßgeblich beteiligt ist.

Veranstaltungen



Münchener Schüler am Fraunhofer IZM Stand



Teilnehmer des Workshops „Microdosing Systems“

» Wissenschaftssommer in der bayerischen Landeshauptstadt |

Trotz subtropischer Temperaturen von über 40°C fand der nunmehr siebte Wissenschaftssommer bei der Münchener Bevölkerung großen Anklang. Fast 60.000 Menschen besuchten vom 15.- 21. Juli 2006 das vom BMBF geförderte Festival in der bayerischen Landeshauptstadt. Mit dabei war heuer zum ersten Mal auch das Fraunhofer IZM, vertreten u.a. durch das Mikro-Mechatronik Zentrum sowie den Münchener Institutsteil.

Ein besonderes Highlight der Veranstaltung war die Eröffnung des Wissenschaftssommers mit den Ehrengästen Bundesbildungsministerin Dr. Annette Schavan und Bürgermeister Christian Ude, die sich auf einem Rundgang über die Vielfalt der Forschungsaktivitäten informierten. Dabei rückte ein „rasender Reporter“ auch das Hauptexponat des Fraunhofer IZM, die Kommunikationsjacke, in den Fokus der Presse. Er zeigte durch einen Anruf „aus der Jacke“, dass es dem Fraunhofer IZM heute schon eindrucksvoll gelingt, Basistechnologien zu entwickeln und Assistenzelektronik in Bekleidung zu integrieren.

Aber auch andere Exponate, wie der intelligente Golfball mit einem integrierten autarken Sensorsystem oder intelligente Faltschachteln oder Blutbeutel mit jeweils integrierten RFID-Tags stießen bei der breiten Öffentlichkeit auf lebhaftes Interesse.

Zeitgleich zum Wissenschaftssommer traf sich in München ein internationales Fachpublikum zum EuroScience Open Forum (ESOF). Entsprechend gemischt waren daher die Besucher des Wissenschaftssommers. So konnte man am Fraunhofer IZM-Stand interessierte Rentner, Familien mit (Klein-)Kindern, Jugendliche und Studenten ebenso antreffen wie Wissenschaftler aus dem europäischen Ausland.

» Workshop „Microdosing Systems“ in München |

Ob in der Medizintechnik, der Bioanalytik, der chemischen Analytik, der Verfahrenstechnik oder der Biotechnologie – überall geht der Trend zu immer kleineren und kostengünstigeren Geräten und Systemen. Damit kleinste Flüssigkeits- und Gasmengen exakt gefördert werden können müssen Mikropumpen zur Verfügung stehen, die mittlerweile auch als das „schlagende Herz“ in mikrofluidischen Applikationen angesehen werden.

Vor diesem Hintergrund erfreute sich auch das 6. am Münchner Institutsteil des Fraunhofer IZM jährlich stattfindende Mikrodosierseminar: „Micropumps – the beating heart of microfluidics“, wieder großer Beliebtheit.

Die 35 Teilnehmer aus verschiedenen Branchen hatten im Rahmen des Workshops die Möglichkeit, sich intensiv mit den Besonderheiten und Herausforderungen der Mikrodosierung zu befassen. Dabei wurden Fragestellungen der Anwendung von Mikropumpen in Labortechnologien, der Medizin oder in Brennstoffzellen erörtert.

Die schnelle Prototypenerstellung kundenindividueller Dosiersysteme oder die Nanoliter-Dosierung hochviskoser Flüssigkeiten wurden ebenso thematisiert wie neueste Trends in der Entwicklung innovativer Mikrodosiersysteme. Neben den marktgetriebenen Themen kamen aber auch technische Fragestellungen nicht zu kurz. Die Modellierung und die Simulation piezoelektrischer Antriebe standen ebenso auf der Agenda wie Rapid Prototyping oder Zuverlässigkeitstests.



Teilnehmer des Workshops „Die Chinesische RoHS“



CMP Nutzertreffen: IZM-Mitarbeiter beim Begutachten eines polierten und gereinigten Wafers

» Workshop „Die Chinesische RoHS und ihre Bedeutung für die deutsche Elektronikindustrie“ |

Am 25. Oktober 2006 veranstaltete das Fraunhofer IZM den Workshop „Die Chinesische RoHS und ihre Bedeutung für die deutsche Elektronikindustrie“. Zu dieser Veranstaltung fanden sich über 80 Teilnehmer vor allem aus der Industrie auf dem Gelände des TIB in Berlin ein.

Das Thema beschäftigt derzeit viele Unternehmen, die Produkte in die VR China exportieren oder in China selbst fertigen. Zwar gelten in der EU seit dem 1.7.2006 auch Stoffverbote für Pb, Cd, Hg und CrVI sowie PBB und PBDE in elektronischen Produkten, aber die dadurch initiierten chinesischen Regelungen weichen im Einzelnen deutlich von den in der EU geltenden ab. Da die chinesischen Vorschriften bisher offiziell nur in der Landessprache verfügbar sind und die Herangehensweise eine andere als die in der EU ist, haben fehlende Informationen zu zahlreichen Verunsicherungen geführt.

Dr Lustermann von der Luther Rechtsanwaltsgesellschaft erläuterte mit seiner chinesischen Kollegin Frau Chen die rechtlichen Aspekte der chinesischen RoHS. Herr Wenzel vom ZVEI stellte die Aktivitäten des Verbandes für eine Harmonisierung vor. Als Betroffener schilderte Herr Husemann von Phoenix Contact die Auswirkungen auf die Industrie. Frau Dr. Müller vom Fraunhofer IZM, die die Veranstaltung auch moderierte, stellte die EU und China RoHS noch einmal gegenüber. Gemeinsam wurde über Harmonisierungsmöglichkeiten bei der Umsetzung nachgedacht.

» 17. CMP Nutzertreffen in Chemnitz |

Am 27. Oktober fand in Chemnitz das 17. CMP Nutzertreffen statt, zu dem sich Anwender aus dem Bereich der Chip- und Waferfertigung, Forscher und Entwickler aus der Industrie und den Instituten zusammen mit den Geräte- und Materialherstellern trafen, um neueste Ergebnisse und Trends auf dem Gebiet des chemisch-mechanischen Polierens auszutauschen. Veranstaltungsort war der Institutsteil Chemnitz des Fraunhofer IZM.

Mit über 60 Teilnehmern fand die Veranstaltung lebhaften Zuspruch, was mit der räumlichen Nähe zu Dresden und Freiberg begründet werden kann, wo die großen Chiphersteller AMD, Infineon und Qimonda sowie die Waferhersteller Siltronic und FCM Fabrikationsstätten betreiben.

Fraunhofer-Symposium zum Photonic Packaging fand regen Zuspruch |

Zeitgleich mit der diesjährigen Electronica 2006 in München fand am 16. November 2006 das eintägige International Symposium on Photonic Packaging statt. Knapp 50 Teilnehmer, die Hälfte davon aus dem Ausland, waren zusammen gekommen, um über den technologischen Entwicklungsstand bei der hybriden elektro-optischen Integration in Leiterplatten und über künftige Entwicklungs-Roadmaps zu diskutieren.

Das Echo der Teilnehmer auf die Veranstaltung war durchweg positiv – viele lobten nicht nur die interessanten Vorträge, sondern freuten sich auch über die Möglichkeit, sich in den Pausen mit Kollegen aus ganz Europa über neue Entwicklungen im Photonic Packaging austauschen zu können.

Veranstaltungen



Fraunhofer IZM Stand auf der Smart Biomedical Systems

» Smart Biomedical Systems |

Mit dem Ziel, die intensive Vernetzung von Wissenschaft, Technologie-Entwicklung und klinischer Anwendung bereits im Frühstadium zu fördern und Potentiale regionaler Wertschöpfung miteinander zu verknüpfen, fand am 29.11.06 in Regensburg das Kooperationsforum „Smart Biomedical Systems“ statt.

Die Veranstaltung wurde gemeinschaftlich organisiert und durchgeführt von Bayern Innovativ GmbH, dem Fraunhofer IZM, Institutsteil München sowie dem Sensorik Cluster Bayern.

Im Fokus stand die Entwicklung neuartiger medizintechnischer Geräte. Dabei konnte auf der Veranstaltung eindrucksvoll gezeigt werden, dass die hohe Innovationsdichte in der Mikroelektronik und diversen Fachbereichen in der Medizin wie z.B. der Kardiologie, Neurologie oder Ophthalmologie völlig neue Instrumente zur Diagnose und Therapie bereitstellt.

In der begleitenden Fachausstellung wurden den ca. 80 Konferenzteilnehmern medizintechnische Lösungen präsentiert. Dabei zeigte das Fraunhofer IZM komplexe intelligente Implantate, Mikropumpen sowie Sensorsysteme zur präzisen Detektion von Bakterien, Viren und/oder Toxinen.

Mit dieser Fachtagung konnte der Austausch von Wissenschaft und Wirtschaft gefördert und weitere innovative Entwicklungen angestoßen werden.



Von links nach rechts: Prof. Esahi (Universität Tohoku), Herr Miyamoto (Stadt Sendai), Dr. Lorenz Granrath (Fraunhofer-Gesellschaft) und Herr Homma (MEMS Core Ltd.)

» Fraunhofer-Gesellschaft eröffnet mit japanischen Partnern MEMS Showroom in Sendai |

Am 6. und 7. November 2006 fand das International Forum on Micro-Nano Hetero System Integration in Sendai, Japan, statt. Die zweitägige Veranstaltung gab einen Überblick über neue Entwicklungen im Bereich Smart System Integration für Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik.

Im Rahmen des Forums fand mit ca 250 Gästen die feierliche Eröffnung des MEMS Showrooms statt, einer gemeinsamen Initiative der Fraunhofer-Gesellschaft, der Stadt Sendai, der Tohoku Universität und die Firma MEMS Core. Auf circa 50m² werden Entwicklungsbeispiele und Produktmuster der beteiligten Partner vorgestellt.

Zwischen der Fraunhofer-Gesellschaft und der Universität Tohoku besteht schon seit längerem eine enge Zusammenarbeit. Im Juli 2005 unterzeichneten die beiden Partner ein Kooperationsabkommen zur gemeinsamen Entwicklung von mikrosystemtechnischen Komponenten.



Lehrgänge zum Die- und Drahtbonden am Fraunhofer IZM - Praxis



Lehrgänge zum Die- und Drahtbonden am Fraunhofer IZM - Theorie

» Regelmäßige Die- und Drahtbondlehrgänge in Berlin |

Am Standort Adlershof bietet das Fraunhofer IZM umfangreiche Unterstützung und Dienstleistungen auf dem Gebiet der Bondtechnik an. Sowohl Beratung bei der Technologie-Einführung und Geräteauswahl als auch Qualifizierung und Entwicklung von Prozessen und Produkten sowie Personaltraining können durchgeführt werden. Im Jahr 2006 nahmen über 50 Personen aus Wirtschaft und Forschung an den Lehrgängen zum Die- und Drahtbonden für Praktiker, Manager, Entwickler und Konstrukteure teil.

» Workshop "Forum 2006 - Be flexible" |

Der internationale Workshop zu den Themen „Manufacturing and Applications for Thin Semiconductor Devices“ und „Technology and Production Processes for Flexible Electronic Systems“ fand im November 2006 im Hotel „Le Meridien“ in München statt. Über 150 Besucher aus 15 Ländern informierten sich über die neuesten technologischen Ergebnisse auf dem Weg hin zu flexiblen elektronischen Systemen. Aufgrund des großen Interesses und der besonders positiven Bewertungen durch die Teilnehmer wird diese Workshop-Serie auch im Jahr 2007 weitergeführt werden. www.be-flexible.de

Auswahl von Fraunhofer IZM Workshops 2006

| | | |
|----------------|------------|---|
| Februar 2006 | München | Cluster-Offensive Bayern |
| | Berlin | Internationales Symposium Perspectives on Electronics and Sustainable Development |
| Mai 2006 | Teltow | Industrietag Luftfahrtforschung |
| | München | ESD-Design and Test Seminar |
| Juli 2006 | München | Wissenschaftssommer |
| September 2006 | Berlin | Microsystems Summer School |
| Oktober 2006 | München | Mikrodosierseminar |
| | Berlin | Die Chinesische RoHS und ihre Bedeutung für die deutsche Elektronikindustrie |
| | Chemnitz | 17. CMP Nutzertreffen |
| November 2006 | München | International Symposium on Photonic Packaging |
| | München | Forum 2006 - Be flexible |
| | Sendai | International Forum on Micro-Nano Hetero System Integration |
| | Regensburg | Smart Biomedical Systems |

Messeaktivitäten des Fraunhofer IZM 2006



Erik Jung vom Fraunhofer IZM erläutert den Messebesuchern die Flip-Chip-Fertigungslinie am VDI-Gemeinschaftsstand auf der SMT

» Das Messejahr 2006 begann für das Fraunhofer IZM mit einem Heimspiel bei der Laser-Optik Berlin. Hier stellte das Institut im März zum Thema Photonic Packaging optische und optoelektronische Aufbau- und Verbindungstechniken vor.

Im April folgten gleich drei Messen: die Semicon Europa, der China Chongqing High Tech Fair und die Hannover Messe. Auf der Semicon in München präsentierte sich das Fraunhofer IZM gemeinsam mit dem TU Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik. Auf besonderes Interesse beim internationalen Fachpublikum stießen vor allem die Integration passiver Komponenten auf Waferebene und die sogenannte „Smart Carrier“-Technologie.

Passend zum parallel stattfindenden High-Tech Forum „Microsystems for Health“ lag der Fokus der IZM-Messepräsentation beim China Chongqing Hi-Tech Fair auf der Aufbau- und Verbindungstechnik für biomedizinische Anwendungen. Unter anderem wurden ein am Fraunhofer IZM entwickelter DNA-Sensor, ein modulares optisches Analysesystem, das kleinste Hörgerät der Welt, ein Gehirnsensor und ein intelligentes Pflaster gezeigt.

Auf der Hannover Messe begeisterte der am Fraunhofer IZM entwickelte intelligente Golfball das Publikum. Auch Dr. Annette Schavan, Bundesministerin für Bildung und Forschung, schlug den Ball ins Netz. Dieser integriert ein kleines autarkes Mikrosystem, bestehend aus Beschleunigungssensor, Informationsverarbeitung, drahtlosen Kommunikationsmöglichkeiten und einer Energieversorgung. Das Mikrosystem misst die Beschleunigung des Golfballs und sendet diese Information an einen PDA oder Laptop.



Fraunhofer IZM auf der JEC Composites Show in Paris



Das Fraunhofer IZM auf der SMT 2006

Im Juni fand das alljährliche Highlight der Frühjahrs-messen, die SMT in Nürnberg, statt. Hier stieß ein Prozess zum Einbetten aktiver und passiver Komponenten in die Leiterplatte (Chip in Polymer) auf besonders lebhaftes Interesse. Ein weiterer Besuchermagnet war ein optomechatronischer Mikroprojektor, der mittels Rapid Prototyping innerhalb kürzester Zeit am Fraunhofer IZM realisiert wurde.

Ebenfalls in Nürnberg fand zeitgleich die Sensor + Test statt, wo sich das Fraunhofer IZM gemeinsam mit anderen Fraunhofer-Instituten präsentierte. Neben neuen Entwicklungen in der Mikrofluidik wurde ein Logistikscenario gezeigt, bestehend aus autonomen, drahtlosen Sensoren (sogenannten eGrains), die nicht nur Daten übertragen, sondern sich auch in Ad-hoc-Netzwerken organisieren und miteinander kommunizieren können. Durch diese Merkmale eignen sie sich besonders gut für den Einsatz in Güterkraftverkehr und Logistik.

Nach einer langen Sommerpause präsentierte sich das Fraunhofer IZM erst wieder im November auf der CARE Innovation in Wien, unter dem Motto „Von Bleifrei zur Zuverlässigkeit – EcoDesign & nachhaltige Entwicklung“ war das Institut mit einem eigenen Stand vertreten und stellte in diesem Zuge erstmalig das neue IZM-Forschungsprogramm „Sustainable Technical Development“ der Öffentlichkeit vor. Gerne angenommen wurde das Beratungsangebot des Fraunhofer IZM bezüglich des Verbots bestimmter Substanzen bei der Herstellung und Verarbeitung von elektrischen und elektronischen Geräten und Bauteilen (RoHS).

Fraunhofer IZM auf Messen 2006 (Auswahl)

| | | |
|----------------|--------------|-------------------------------------|
| Februar 2006 | Tokyo | Nano Tech |
| März 2006 | Berlin | Laser-Optik Berlin 2006 |
| | Shanghai | Productronica 2006 |
| | Paris | JEC Composites Show |
| April 2006 | München | SEMICON Europa 2006 |
| | Chongqing | CCHTF - China Congqing Hi-Tech Fair |
| | Hannover | Hannover Messe 2006 |
| Mai 2006 | Frankfurt/M. | ACHEMA 2006 |
| | Nürnberg | SMT 2006 |
| Juni 2006 | Nürnberg | Sensor + Test 2006 |
| | Bremen | Actuator |
| | Dresden | Technologietage des Fraunhofer VμE |
| September 2006 | Dresden | ESTC Dresden |
| November 2006 | Wien | CARE 2006 |
| | Tokyo | Micromachine 2006 |
| | Düsseldorf | Medica |
| | München | Smart Biomedical Systems |

*FACTS & FIGURES



» FACTS & FIGURES

| | |
|-----------|---|
| - | |
| 086 - 087 | DAS IZM IN FAKTEN UND ZAHLEN |
| 088 | AUSZEICHNUNGEN UND PREISE |
| 089 - 091 | AUSBILDUNG |
| 092 | VORLESUNGEN, EDITORIALS |
| 093 | DISSERTATIONEN, BEST PAPER AUSZEICHNUNGEN |
| 094 | KOOPERATIONEN MIT DER INDUSTRIE |
| 095 | MITGLIEDSCHAFTEN |
| 096 - 099 | VERÖFFENTLICHUNGEN |
| 100 | PATENTE UND ERFINDUNGEN |
| 101 | IZM KURATORIUM |
| 102 - 103 | IZM KONTAKTADRESSEN |

Das Fraunhofer IZM in Fakten und Zahlen

» Finanzielle Situation |

Im Jahr 2006 gelang es, die im Rahmen von Eigenforschung entwickelten neuen Themen mit Förderung des Bundes und der Länder in Projekte einzubringen. Der Umsatz des Fraunhofer IZM stieg hierdurch auf ca. 27,5 Millionen Euro.

Rund 22,9 Millionen Euro hiervon wurden durch externe Erträge finanziert. Das entspricht einem Anstieg um 8% bzw. 1,8 Millionen Euro.

Mit einem Volumen von 11,0 Millionen Euro wurden voraussichtlich 40% der Aufwendungen durch Aufträge deutscher und internationaler Industrieunternehmen und Wirtschaftsverbände finanziert.

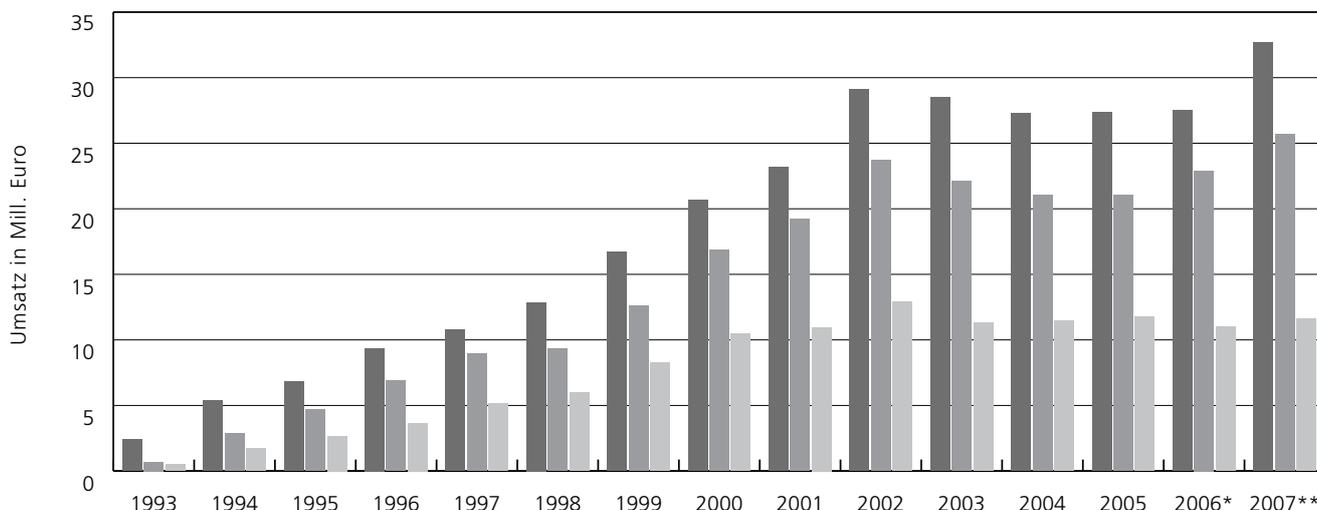
» Investitionen und Labore |

Um die neuen Themen effektiv aufzubereiten investierte das Fraunhofer IZM im Jahr 2006 2,5 Millionen Euro in neue Geräte und Anlagen.

Mit Unterstützung des Landes Berlin wurde der Aufbau eines europäischen Labors auf dem Gebiet der Zuverlässigkeit von Komponenten und Systemen der Mikro- und Nanotechnologie im Micromaterials Center mit einem Volumen von 1,2 Millionen Euro begonnen. Darüber hinaus beteiligt sich das Land Berlin an den Kosten von 0,3 Millionen Euro für den Aufbau eines Spezialmessplatzes zur Charakterisierung von Nanomaterialien unter Einsatz eines Feuchte Atomic Force Microscopes.

Mit Unterstützung durch strategische Mittel der Fraunhofer-Gesellschaft konnten mehrere Maßnahmen in Angriff genommen werden.

In München werden eine Anlage zum Ätzen tiefer Gräben für die 3D-Integration und eine Beschichtungsanlage zur Herstellung folienbasierter polytronischer Systeme höherer Funktionalität für insgesamt 1,3 Millionen Euro beschafft. In Berlin wurde mit dem Aufbau einer Integrationsplattform für System in Package-Module im Wert von 0,7 Millionen Euro begonnen.



* 2006 voraus. Ist
** 2007 erwartet

» Personalentwicklung |

Auf Grund der verbesserten Auftragslage konnte der Personalabbau der Vorjahre gestoppt werden. Ende des Jahres 2006 beschäftigte das Fraunhofer IZM 266 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an seinen Standorten. Das sind 20 Arbeitsplätze mehr als zum Jahresende 2005 zur Verfügung gestellt werden konnten.

Darüber hinaus unterstützt das Fraunhofer IZM Studentinnen und Studenten mit der Möglichkeit, ihr Studium mit praktischer wissenschaftlicher Arbeit in den Laboren und Büros des Instituts zu kombinieren. Im Jahr 2006 wurden durchschnittlich 121 Praktikanten, Diplomanden und studentische Hilfskräfte im Fraunhofer IZM betreut.

Die Zahl der Ausbildungsberufe am Fraunhofer IZM konnte weiter erhöht werden. Zusätzlich zu den Berufen des Mikrotechnologen, des Fachinformatikers und der Kauffrau für Bürokommunikation wurden Ausbildungsplätze für den Mechatroniker und den Feinwerkmechaniker eingerichtet. Damit erlernen im Fraunhofer IZM nunmehr 12 Auszubildende ihren neuen Beruf.

» Kontakt |



Leiter Verwaltung
Meinhard Richter
meinhard.richter@izm.fraunhofer.de
Telefon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 10

- Umsatz
- Aufträge aus dem industriellen und öffentlichen Sektor
- Aufträge aus dem industriellen Sektor

Auszeichnungen und Preise



IZM-Forschungspreisträger Dr. Martin Schneider-Ramelow und Dr. Bernhard Wunderle im Kreise ehemaliger Forschungspreisträger



Im Beisein von Prof. H. Reichl (rechts) überreicht Prof. T. Suga (Mitte) H. Griese (links) einen Daruma (japanischer Glücksbringer) anlässlich seines 65. Geburtstages

» IZM Forschungspreis 2006 geht an Bernhard Wunderle und Martin Schneider-Ramelow |

Zum siebten Mal verlieh das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM am 19. Dezember 2006 den IZM-Forschungspreis für herausragende Leistungen auf dem Gebiet der Aufbau- und Verbindungstechnik. Preisträger sind in diesem Jahr Dr. Martin Schneider-Ramelow und Dr. Bernhard Wunderle vom Fraunhofer IZM Berlin.

Dr. Schneider-Ramelow wurde ausgezeichnet für die Weiterentwicklung der Drahtbondtechnologien für die Fertigung hochzuverlässiger Baugruppen. Die Arbeiten seiner Gruppe zur werkstoffkundlichen Charakterisierung des Übergangs zwischen Bonddraht und Padmetallisierung sowie insbesondere im Bonddraht während des Drahtbondprozesses haben der internationalen Forschung im Bereich der Drahtbondtechnik entscheidende Impulse verliehen.

Dr. Wunderles Spezialgebiet ist die Werkstoffcharakterisierung und Zuverlässigkeitsvorhersage sowie das thermische Management von mikroelektronischen Systemen mittels Experiment und Simulation. Den diesjährigen Forschungspreis erhält er für seine Arbeiten zur mechanischen und thermischen Zuverlässigkeit von Packagingaufbauten im Mikro-Nano-Übergangsbereich.

Die Ehrung der beiden Preisträger durch den Institutsleiter des Fraunhofer IZM Professor Herbert Reichl fand am 19. Dezember 2006 im Rahmen eines Festkolloquiums in den Italienischen Höfen in der Zitadelle Spandau statt.

» Höchste Auszeichnung des VDE für Prof. Herbert Reichl |

Für seine herausragenden Verdienste um Entwicklungen in der Aufbau- und Verbindungstechnik wurde Prof. Herbert Reichl der Goldene Ehrenring verliehen – die höchste Auszeichnung des Verbandes der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (VDE). Diese internationale Anerkennung würdigt Prof. Reichls bedeutende Leistungen in der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik, durch die Deutschland zu einem der führenden Standorte bei der Integration von Elektronik in Produkte von morgen geworden ist.

iNEMI-Ehrung für Hansjörg Griese |

Als Würdigung seiner Verdienste um die internationale Elektronikindustrie und anlässlich seines 65. Geburtstages wurde Hansjörg Griese der Internationale NEMI (International Electronics Manufacturing Initiative) Recognition Award verliehen. Die Ehrung fand statt im Rahmen des internationalen Symposiums „Perspectives on Electronics and Sustainable Development“ im Februar 2006.

Ausbildung



Elektronik AG des Diesterweg Gymnasiums bei der Realisierung eines Schaltungsaufbaus im Fraunhofer IZM



Ehrung der besten Auszubildenden der Fraunhofer-Gesellschaft durch Vorstand Dr. Polter



Schüler probieren ein in die Kleidung integriertes Handy mit großem Interesse aus

» Berufsausbildung am Fraunhofer IZM |

Das Fraunhofer IZM hat früh den Bedarf an umfassend qualifizierten und verantwortungsbereiten Fachkräften für die Herstellung und Qualifizierung mikrosystemtechnischer Komponenten erkannt und bildet seit 1998 jährlich zwei neue Mikrotechnologen mit dem Schwerpunkt Mikrosystemtechnik aus. Auf dem Weg zur qualifizierten Fachkraft auf Facharbeiterebene erhalten die Auszubildenden im Fraunhofer IZM die in diesem Technologiefeld benötigten Kenntnisse und Fähigkeiten auf hohem Niveau vermittelt. 2006 wurde im Fraunhofer IZM ein neuer Ausbildungsplatz im Berufsbild Feinwerkmechaniker eingerichtet, sodass seit diesem Jahr in drei Berufen acht Jugendliche eine fundierte Ausbildung im Forschungsumfeld erhalten.

Im Rahmen des Berliner Ausbildungsverbundes für Mikrotechnologen, an dem die Technische Universität Berlin, weitere Forschungsinstitute sowie Berliner Unternehmen beteiligt sind, absolvieren darüber hinaus kontinuierlich zwei externe Lehrlinge ein mehrmonatiges Praktikum im Institut.

Für ihre Anfang 2006 mit Auszeichnung bestandene vorgezogene Abschlussprüfung zur Mikrotechnologin wurde Julia Moch vom Präsidenten der IHK Berlin Dr. Schweitzer als Jahrgangsbeste ausgezeichnet. Daneben erhielt Frau Moch vom Fraunhofer Vorstand Dr. Polter die Ehrenurkunde als eine der besten Auszubildenden der Fraunhofer-Gesellschaft in München überreicht.

» Nachwuchsförderung am Fraunhofer IZM |

Im Rahmen der seit 2004 bestehenden Schulpartnerschaft mit dem Diesterweg Gymnasium nahmen mehrere Klassen am Bewerbungstraining des Bereichs Training & Education teil und es konnten wieder zwei Jugendliche ihr Schulpraktikum in den Laboren des Fraunhofer IZM absolvieren. Die gemeinsam am Gymnasium initiierte Elektronik AG, bestehend aus Schülern des Physik-Leistungskurses, erhielt im Fraunhofer IZM einen Bauelementekurs sowie die Möglichkeit, elektronische Schaltungen zu entwerfen und selbst aufzubauen.

Die Schüler der 6. Klasse des Siemens Gymnasiums informierten sich bei einem ganztägigen Besuch im Fraunhofer IZM über die Arbeit der Wissenschaftler im Forschungsbereich. Neben dem in eine Jacke integrierten Handy hatten die SchülerInnen die Möglichkeit, hoch integrierte Mikrosysteme, sogenannte eGrains, unterm Röntgenmikroskop genau unter die Lupe zu nehmen. Für ausgelassene Stimmung sorgte zudem die spezielle Reinraumkleidung, welche für die abschließende Führung durch den hauseigenen Reinraum übergezogen werden musste.

In Kooperation mit dem BMBF, welches das Projekt „Mikrosystemtechnik Ausbildung in Nordostdeutschland“ fördert, unterstützt das Fraunhofer IZM die Integration existierender Strukturen für die zukünftige Ausbildung in der Mikrosystemtechnik.

Ausbildung



Zusammenbau eines Lügendetektors



Schüler untersuchen Prepregmaterialien, die im Leichtbau eingesetzt werden

- » Girls' Day - 10 Schülerinnen zu Besuch in den Laboren des Fraunhofer IZM Berlin |

Auch in diesem Jahr fand die Beteiligung des Fraunhofer IZM am bundesweiten Girls' Day großen Anklang. 10 Schülerinnen im Alter von 12 bis 15 Jahren hatten wieder die Möglichkeit, in die Welt der Mikrosystemtechnik einzutauchen.

Anhand des Themas Mobiltelefon wurden die jungen Besucherinnen in die Arbeit des Fraunhofer IZM eingeführt. Unterschiedliche Handy-Generationen wurden gewogen, um die Miniaturisierung zu veranschaulichen und die Mädchen durften selber Handys auseinandernehmen, um sich Aufbau und Funktion der Einzelkomponenten anzuschauen. Mit viel Eifer widmeten sich die Mädchen dann der ersten praktischen Aufgabe – unter der Anleitung einer IZM-Kollegin durften sie selber einen Lügendetektor von Hand zusammenlöten und ausprobieren. Im Vergleich dazu wurde dann die maschinelle Bestückung an einer SMD-Linie demonstriert.

Auf große Begeisterung stieß die anschließende Führung durch den Reinraum und zum Abschluss wurde den Mädchen eine am Fraunhofer IZM entwickelte Multifunktionsjacke für einen Fahrradkurier präsentiert, um die jungen Forscherinnen anschließend eigene Konzepte für in Kleidung integrierte Elektronik entwerfen zu lassen.

Im Verlauf des abwechslungsreichen Tages war mehr als einmal die Bemerkung: "Hier würde ich gerne arbeiten!" zu hören – ein voller Erfolg und Bestätigung für die beteiligten Kollegen des Fraunhofer IZM.

- » Schüler schnuppern Forschungsluft am Fraunhofer IZM in Teltow |

Die Außenstelle für Polymermaterialien und Composite des Fraunhofer IZM war Ziel eines Ausflugs von Grundschulern in die Welt der Wissenschaft: Am 29. November kamen eine 4. und 6. Klasse der Ernst von Stubenrauch-Grundschule nach Teltow und erkundeten in einfachen Experimenten chemische Reaktionen: Sie stellten etwa aus Milch und Essig ein Elastomer her, aus Backpulver einen Feuerlöscher oder aus Rotkohl einen Indikator zur pH- Wert Bestimmung.

Die Teltower Außenstelle führt mit der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus schon seit längerem Schülerpraktika für die 9. Klassen durch, mit großem Erfolg. Dabei steht die Berufsorientierung im Vordergrund: Experimentelles Arbeiten, Dinge hinterfragen, neue Lösungen suchen – das Kennen Lernen eines wissenschaftlichen Arbeitsplatzes.

Mittlerweile erhält die Außenstelle sogar Anfragen von Berliner Schülern, die dafür einen langen Anfahrtsweg in Kauf nehmen. „Solche Kooperationen zwischen Schulen und Forschungsstätten sind Voraussetzung dafür, dass junge Menschen Spaß und Erfolg am wissenschaftlichen Arbeiten erleben können und sich möglicherweise für eine wissenschaftliche Karriere entscheiden“, erklärt Professor Monika Bauer, Leiterin der Teltower Außenstelle.



Preisträgerinnen des FOCUS Schülerwettbewerbes mit ihrer Betreuerin Sabine Scherbaum vom Fraunhofer IZM (links)



Erstellen von bakteriellen Verdünnungsreihen

» IZM-Schützlinge gewinnen Hauptpreis beim FOCUS Schülerwettbewerb |

Am 27. September 2006 fand in Berlin die Preisverleihung zum FOCUS-Schülerwettbewerb 2006 „Schule macht Zukunft“ statt. Eine vom Fraunhofer IZM, der Universität Jena und der Metro AG unterstützte Schülerinnen-Gruppe aus Baden-Württemberg gewann mit ihrer Arbeit zum Thema „Chancen und Risiken von RFID“ einen der beiden Hauptpreise.

Im Beisein von Bundesbildungsministerin Annette Schavan bekamen die glücklichen Gewinnerinnen einen Gutschein über eine Reise nach Helsinki (Finnland) überreicht, wohin sie auf Einladung der Stiftung Industrieforschung gemeinsam reisen werden.

Die acht beteiligten Schülerinnen im Alter von zwölf bis 16 Jahren hatten sich in ihrem Projekt mit der Entwicklung und gesellschaftlichen Akzeptanz berührungsloser Identifikationssysteme (sog. RFID) beschäftigt. Die Entwicklung derartiger Systeme ist eines der Schwerpunktthemen der Abteilung Polytro-nische Systeme am Fraunhofer IZM München. Dort absolvierten die Mädchen dann auf Einladung der Fraunhofer-Gesellschaft ein Praktikum, bei dem sie einem Tag lang selber in den Laboren werkeln und die Herstellung der Funkchips kennen lernen durften. Fachlich betreut wurden sie bei ihrem Besuch und während des gesamten Projektes von der IZM-Mitarbeiterin Sabine Scherbaum.

Seit mehreren Jahren schon bietet das Fraunhofer IZM am Institutsteil München Schülerinnen nicht nur im Rahmen des bundesweiten Girls' Day einen Einblick in die Welt der Mikroelektronik. Auch mehrtägige Mädchenpraktika und Berufsorientierungswochen für Schülerinnen werden regelmäßig durchgeführt - ein Angebot, das immer auf lebhaften Zuspruch trifft.

» Workshop „Implantierbarer Glukosesensor“ für Cybermentees |

Das Fraunhofer IZM in München beteiligt sich am CyberMentor Projekt – einem webbasierten Mentoring-Programm für Schülerinnen aus Baden-Württemberg ab elf Jahren bis zum Abitur. Das IZM München betreut inzwischen die zweite Mentee (9., bzw. 11. Jahrgangsstufe).

Im Rahmen eines Offline-Treffens des CyberMentor-Projekts wurde in Kooperation mit dem IZM München ein Workshop zu einem aktuellen EU Projekt angeboten. Ziel ist, ein Mädchenteam zusammenzuführen, das sich mit dem aktuellen Thema „Implantierbarer Glukosesensor“ befassen möchte. Bearbeitet werden sollen sowohl die Rahmenbedingungen (15 Partner aus 8 Ländern) und technischen Hintergründe (interdisziplinäres Thema an der Schnittstelle MST, Medizin, Chemie, Biologie), als auch die ethischen Fragestellungen. Die Beteiligung an einem Wettbewerb wird angestrebt.

Zweiwöchiges Berufsorientierungspraktikum |

Im Zeitraum vom 10. bis 21. Juli 2006 absolvierten drei junge Frauen der Jahrgangsstufen 9 und 10 ein Berufsorientierungspraktikum am Fraunhofer IZM in München. Sie wurden in die Thematik der Elektrolumineszenz eingeführt und organisierten die Vorbereitung und Durchführung der Präsentation „Leuchtfolie“ auf der Nachwuchsveranstaltung „Microworlds“ am 18.7.2006.

Die drei Praktikantinnen leisteten außerdem wertvolle Unterstützung bei einem Labortag für fünf Mädchen der Bayrischen Landesgehörlosenschule, der am 19.7.2006 stattfand.

Vorlesungen, Editorials

»» Vorlesungen (Auswahl) |

Prof. Bauer, BTU Cottbus

- Organische Chemie
- Polymermaterialien

Dr. Strohhöfer, Fachhochschule München

- Biosensors (for bioengineers)

Prof. Reichl, Dr. Nissen, O. Deubzer, O. Bochow-Neß

- Design umweltverträglicher elektronischer Produkte

Prof. Reichl, Dr. Schneider-Ramelow, Dr. Dieckerhoff

- Werkstoffe der Mikrosystemtechnik II

Prof. Reichl, O. Bochow-Neß

- Technologien der Mikrosysteme II

Prof. Reichl, Dr. Dieckerhoff

- Grundzüge der Elektronik

Prof. Reichl, Dr. Dieckerhoff, Dr. Wunderle

- Entwurf und Simulation von Mikrosystemen

Prof. Reichl, Dr. Töpfer, Dr. Dieckerhoff

- Physikalisch-Chemische Grundlagen der Mikrosystemtechnik

Prof. Reichl

- Halbleiterbauelemente

Prof. Reichl, B. Bouhlal

- Grundlagen der Elektrotechnik

Prof. Reichl, O. Bochow-Neß

- Zuverlässigkeit von Mikrosystemen

Prof. Geßner

- Technologien der Mikroelektronik; Mikrotechnologien (Technologien der Mikrosystem- und Gerätetechnik und Technologien der Mikroproduktion)

Dr. Schulz

- Interconnect Processes and Technology – Back-end of Line (BEOL) Processing

Dr. Kurth

- Prüftechnik; Elektronische Messtechnik; Mikrosystemtechnik (teilweise)

Dr. Mehner

- Computer Aided Design, CAD;

Dr. Streiter

- Verfahrens- und Prozessmodellierung der Bauelementetechnologie

Editorials |

Journal Microsystem Technologies,
Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York
 Prof. B. Michel (Editor in chief)

Publication Series Micromaterials and Nanomaterials,
Fraunhofer IZM Berlin
 Prof. B. Michel (Editor)

Aufbau- und Verbindungstechnik in der Elektronik – Aktuelle Berichte
 Prof. W. Scheel, Prof. K. Wittke, Prof. M. Nowotnick

PLUS Journal (Eugen G. Leuze Verlag Saulgau)
 Dr. K.-D. Lang (Head of Editorial Board)

Dissertationen, Best Paper Auszeichnungen

» Dissertationen |

Angwafo, N.
Towards Conformal Antennas for Miniaturized
Autarchic Distributed Systems

Cichos, S.
Verfahren zur Modellierung von planaren
Spulen für den Entwurf und die Optimierung
von Antennenspulen induktiv gekoppelter
RFID-Transponder

Ecke, R.
Abscheidung (CVD) und Charakterisierung
W-basierter Diffusionsbarrieren für die
Kupfermetallisierung

Heinz, S.
Integrierte Hochvolt-Ansteuerelektronik für
Mikroaktoren mit elektrostatischem Antrieb

Lohmann, C.
Beiträge zur Entwicklung einer Technologie-
plattform für die Herstellung von oberflächen-
nahen Mikrostrukturen mit hohen Aspektver-
hältnissen

Ndip-Agbor, I.
"Novel Methodologies for Efficient and Accurate
Modelling and Optimization of System-in-Pack-
age Modules for RF/High-Speed Applications"

Schreier-Alt, T.
Polymerverkapselung mechatronischer Systeme
– Charakterisierung durch eingebettete Faser
Bragg Gitter Sensoren

» Best Paper Awards |

Best Paper Award – 7th International Conference on Electronic Packaging

Auersperg, J.; Michel, B.
Capabilities of Incorporating Bulk Fracture, Bimaterial
Interface Fracture and Fatigue Evaluation into RSM/
DOE Concepts of Enhanced Microelectronics
Applications
Shanghai, China, August 26-30, 2006

Best Paper Award – EcoDesign 2006

*Stobbe, L.; Schischke, K.; Hayash, H.; Suga, T.;
GRIESE, H.-J.*
EcoDesign Strategies for Electronics Supply Chains
Based on Product Material Declarations

Best Poster Paper Award – ECTC 2005

in Lake Buena Vista, FL, USA
Ndip, I.; John, W.; Reichl, H.
Effects of Discontinuities and Technological
Fluctuations on the RF Performance of BGA Packages

Silver Leaf Certificate Award – PRIME 2006

in Otranto (Lecce), Italy.
Ndip, I.; Reichl, H.; Guttowski, S.
A Novel Methodology for Defining the Boundaries of
Geometrical Discontinuities in Electronic Packages

Outstanding Paper Award –

Electronics Packaging Technology Conference,
Singapore
Dionysios Manassis
Failure Analysis of Sub- 50 µm Lead-Free Solder
Bumps on Electroless Ni-P UBM for Flip Chip
Interconnects

Kooperationen mit der Industrie (Auswahl)

| Unternehmen | Ort |
|---|---|
| 3D-Micromac | Chemnitz |
| AEMtec GmbH | Berlin |
| AIM GmbH | Heilbronn |
| Airbus Deutschland GmbH | Hamburg, Laupheim |
| Aktiv Sensor GmbH | Berlin |
| AMD Saxony LLC & Co. KG | Dresden |
| Andus Electronic GmbH | Berlin |
| Angewandte Mikromesstechnik GmbH | Berlin |
| Atmel Germany GmbH | Dresden, Heilbronn |
| Atotech Deutschland GmbH | Berlin |
| Berliner Nanotest und Design GmbH | Berlin |
| Brose Fahrzeugteile GmbH & Co KG | Coburg |
| Campus Micro Technologies | Bremen |
| Casio Computer Co. Ltd. | Tokyo (J) |
| Chemnitzer Werkstoffmechanik GmbH | Chemnitz |
| Colour Control Farbmestechnik GmbH | Chemnitz |
| Conti TEMIC Microelectronics GmbH | Nürnberg, München |
| Degussa AG Creavis Technologies & Innovation | Marl |
| DaimlerChrysler AG | Stuttgart, München |
| Dilas Diodenlaser GmbH | Mainz |
| directif GmbH | Erlangen |
| Dow Chemical Company | Midland, MI (USA) |
| Drägerwerk AG | Lübeck |
| Dyconex AG | Bassersdorf (CH) |
| EADS | Paris, Toulouse (F), München, Ulm, Dresden |
| Emerson & Cuming | Westerlo (BE), Bridgewater (USA) |
| EMZ GmbH & Co KG aA | Nabburg |
| EPCOS AG | München |
| First Sensor GmbH | Berlin |
| General Electric, Medizintechnik | USA |
| Global Light Industries GmbH, Optoelektronik | Kamp-Lintfurt |
| HARTING Mitronics AG | Biel (CH) |
| Häusermann GmbH | Gars am Kamp (A) |
| Hella KG aA Hueck & Co | Lippstadt |
| Henkel Kg aA | Düsseldorf |
| Hewlett Packard | Böblingen |
| Hirschmann Laborgeräte GmbH & Co KG | Eberstadt |
| hmp Heidenhain Mikroprint GmbH | Berlin |
| IBM Zurich Research Laboratory, Halbleiter | Zürich (CH) |
| Infineon AG | München, Regensburg, Dresden |
| Infratec GmbH | Dresden |
| KSG Leiterplatten GmbH | Gornsdorf |

| Unternehmen | Ort |
|---|--|
| Laser Components GmbH | Garching |
| LG Thermo Technologies GmbH | Annaberg-Buchholz |
| Liebherr-International Deutschland GmbH | Lindau |
| Lust Antriebstechnik GmbH | Lahnau |
| Mandigo GmbH | München |
| Mikrogen GmbH | Neuried |
| MPD Microelectronic Packaging Dresden GmbH, Optoelektronik | Dresden |
| Nanotest und Design GmbH | Berlin |
| Numerik Jena GmbH | Jena |
| NXP Semiconductors GmbH | Hamburg |
| OREE, Inc. | Tel Aviv (IL) |
| OSRAM Opto Semiconductors GmbH | Regensburg |
| Paritec GmbH | Weilheim |
| PerkinElmer Elcos GmbH | Pfaffenhofen |
| Qimonda AG | Dresden |
| Raumedic AG | Helmbrechts |
| Ricoh Company Ltd. | Yokohama (J) |
| RKT GmbH | Roding |
| Robert Bosch GmbH | Stuttgart, Berlin, Reutlingen |
| Rohde & Schwarz GmbH | München |
| SCD Semi Conductor Devices | Haifa (IL) |
| Schefenacker Vision Systems Germany GmbH | Schwaikheim |
| Schott Electronics GmbH | Landshut |
| Schweizer Elektronik AG | Schramberg |
| Sensata Technologies Holland B.V. Almelo | Almelo |
| Sentech Instruments GmbH | Berlin |
| Siemens AG | Amberg, Karben, Forchheim, Regensburg, Berlin, München |
| Silex | Järfälla (S) |
| Smart Fuel Cell AG | Brunnthal |
| Sonion | Roskilde (DK) |
| Sony | Tokyo (J) |
| ST Microelectronics | Agrate Bianca (I); Tours (F) |
| Süss Microtec GmbH | München |
| Swissbit Germany AG | Berlin |
| Tanaka Denshi Kogyo Co. Ltd. | Tokyo (J) |
| Temec | Nürnberg |
| Texas Instruments | Freising |
| Tronic's Microsystems S.A | Grenoble (F) |
| TÜV Bayern | München |
| Volkswagen AG | Wolfsburg |
| Wacker Chemie AG | München |
| X-Fab GmbH | Erfurt |

Mitgliedschaften (Auswahl)

| | | |
|---|---|---|
| Academy of Sciences of New York | Prof. B. Michel | Member |
| Akademie der Wissenschaften / Leipzig | Prof. T. Geßner | Member |
| Advanced Metallization Conference (AMC) | Peter Ramm | Executive Committee |
| ALCATECH Council of Technical Sciences of the Union of German Academies of Sciences and Humanities | Prof. T. Geßner | Member |
| American Chemical Society (ACS), USA | Prof. M. Bauer | Member |
| Arnold Sommerfeld Gesellschaft zu Leipzig | Prof. B. Michel | Scientific Committee |
| Chongqing University | Prof. T. Geßner | Advisory Professor |
| Deutscher Verband für Schweißtechnik (DVS) | Prof. W. Scheel | Executive Board |
| DVS AG „Bonden“ | Dr. Schneider-Ramelow | Vice Chairman |
| ESD Association | Dr. H. Gieser H. Wolf | Technical Program Committee |
| ESD-Forum e.V. | Dr. H. Gieser | President ESD-Association |
| FUDAN University | Prof. T. Geßner | Advisory Professor |
| Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG | Prof. T. Geßner | Referee |
| IMAPS Deutschland | R. Aschenbrenner | Board Member |
| International Technology Roadmap Semiconductors (ITRS) (Technical Working Group Assembly and Packaging) | M. J. Wolf | Chairman Europe |
| Kompetenzzentrum Kunststoffe des Landes Brandenburg | Prof. M. Bauer | Advisory Council |
| KoWi, Service Partner for European R&D Funding, Brussels | Prof. T. Geßner | Member of the Board of KoWi |
| LEIBNIZ-SOZietät e.V. | Prof. M. Bauer | Member |
| Materials Research Society (MRS) | Dr. P. Ramm | Executive Committee |
| Organic Electronics Association OEA of the VDMA | Dr. K. Bock | Vice President |
| Senatsausschuss Evaluierung der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz (WGL) | Prof. T. Geßner Prof. M. Bauer | Member |
| Silicon Sensor | Prof. H. Reichl | Advisory Board |
| The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE), USA | Prof. H. Reichl | IEEE Fellow |
| IEEE Component, Packaging and Manufacturing Technology Society Technical Committees: Green Electronics, Manufacturing and Packaging MEMS and Sensor Packaging Wafer Level Packaging | R. Aschenbrenner N. Nissen E. Jung M. Töpfer | Vice President Conferences Technical Chair Technical Chair Technical Chair |
| VDI/VDE- Gesellschaft für Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik (GMM) Technical Committee Packaging and Interconnection Technologies | Dr. K.-D. Lang | Chairman |
| Wissenschaftlich-technischer Rat der Fraunhofer-Gesellschaft | H. Griese | Representative of IZM |
| Wissenschaftlich-technischer Rat Forschungszentrum Karlsruhe | Prof. H. Reichl | Member |

Veröffentlichungen (Auswahl)

» *Ansorge, F.; Rebholz, C.; Schreier-Alt, T.; Krumm, R.; Reichl, H.*

Thermal Management, Characterization of Materials and Packaging. Technologies for High Temperature Electronics

1st European Advanced Technology Workshop on Micropackaging and Thermal Management, La Rochelle (Frankreich), 01.-02.02.2006

Ansorge, F.

Assembly and Packaging of Sensors, MEMS-Components and Micro-Mechatronic Systems

20th Eurosensors Göteborg, Schweden, 18.-19.09.2006

Aschenbrenner, R.; Löher, T.; Ostmann, A.; Kallmayer, C.; Scheel, W.; Reichl, H.

Innovative Substrate Technologies for New Products

Key Note Speaker bei der IMPACT 2006, October 18-20, 2006, Taipei, Taiwan

Auersperg, J.; Michel, B.

Capabilities of Incorporating Bulk Fracture, Bimaterial Interface Fracture and Fatigue Evaluation into RSM/DOE Concepts of Enhanced Microelectronics Applications

Proceedings 7th Int. Conf. on Electronics Packaging Technology, Shanghai, China, Aug. 26-30, 2006

Bauer, M.; Boeffel, C.; Kuschel, F.; Zschke, H.

Evaluation of Chiral Dopants for LCD Application

Journal of the SID, 14(9), 2006, S. 805-812

Bauer, M.; Uhlig, C.

Zusammenhang zwischen Netzwerkstruktur und Bruchverhalten sowie Bruchzähmodifizierbarkeit hochvernetzter Polymere – vom Formulierungs-Know-How zum Bauteil

Polymerwerkstoffe 2006, IL-C4, S. 74

Becker, K-F.; Koch, M.; Gramckow, J.; Braun, T.; Bader, V.; Jung, E.; et al.

Rapid Tooling for High Reliability Transfer Molded Devices

Proceedings der ESTC 2006; 05.-07.09.2006, Dresden, Germany

Bock, K.

Microsystems technologies as an enabling platform for new application areas

eingeladener Vortrag, Mikrosystemtechnikseminar, im Rahmen der BMBF Auftaktveranstaltung „Korea und Deutschland – Partner in Forschung und Entwicklung“, am 1. November 2006 in Seoul, Korea

Braun, T.; Becker, K.-F.; Koch, M.; Bader, V.; Aschenbrenner, R.; Reichl, H.

High-temperature reliability of Flip Chip assemblies

Microelectronics Reliability 46 (2006), S. 144 - 154

Dietrich, L.; Toepper, M.; Ehrmann, O.; Reichl, H.

Conformance of ECD Wafer Bumping to Future Demands on CSP, 3D Integration, and MEMS

56th Electronic Components and Technology Conference (ECTC), 2007, San Diego, USA

Ecke, R.; Rennau, M.; Zimmermann, S.; Schulz, S. E.; Geßner, T.

Influence of barrier crystallization on CV characteristics of MIS structures (poster)

Advanced Metallization Conference (AMC), San Diego (USA), 2006 Oct 17-19

Elst, G.; Schneider, P.; Ramm, P.

Modeling and Simulation of Parasitic Effects in Stacked Silicon

Invited Paper

Proc. MRS 2006 Fall Meeting, Boston (2006)

Fiedler, S.; Zwanzig, M.; Schmidt, R.; Scheel, W.; Reichl, H.

Verbindungen der Zukunft – Metallische Nanorosenstrukturen für Anwendungen im Chip-Packaging

Elektronik Praxis, electronica-Magazin Nov. 2006

Fritzsche, T.; Jordan, R.; Glaw, V.; Töpfer, M.; Dietrich, L.; Wolf, J.; Ehrmann, O.; Oppermann, H.; et al.

Packaging of Radiation and Particle Detectors

Proceedings of the 56th Electronic Components & Technology Conference, May 30 - June 2, 2006, San Diego, CA, USA

Frömel, J.; Geßner, T.

Advanced packaging is the breakthrough technology of MEMS commercialisation
The 12th International Micromachine / Nanotech Symposium, Tokyo, 08.11.2006

Geißler, U.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.; Reichl, H.

Investigation of Microstructural Processes during Ultrasonic Wedge/Wedge Bonding of AlSi1 Wires

Journal of ELECTRONIC MATERIALS, Vol.35, No.1, 2006

Geßner, T.; Baum, M.; Hiller, K.; Mehner, J.; Wiemer, M.; Otto, T.; Saupe, R.; Nestler, J.

Smart Systems Integration - Eine Herausforderung für zukünftige Mikro- und Nanotechnologien

VDE Kongress 2006, Aachen (Germany), 2006 Oct 23-25; Proceedings, Band 1 (2006) pp 495-500 (ISBN 3-8007-2979-2)

Griese, H.-J.; Mueller, J.; Stobbe, L.

Environmental-based regulations for electronics – From regional variety to internationally harmonized guidelines
EcoDesign2006 Asia Pacific Symposium, December 2006, Tokyo

Hahn, R.; Wagner, S.; Reichl, H.

PEM micro fuel cell system with on demand hydrogen generation
Moscow 2006 Hydrogen technologies for hydrogen production, Feb. 6-10

Herz, M.; Richter, M.; Jung, E.; Malek, C. Khan
Report on the Development of a Low Cost Micro-pump

Fraunhofer IZM-Munich Proceedings Workshop Micropumps, 24.10.2006, pp. 33-36

Hutter, M.; Oppermann, H.; Engelmann, G.; Dietrich, L.; Reichl, H.

Precise Flip Chip Assembly Using Electroplated AuSn20 and SnAg3.5 Solder

56th Electronic Components and Technology Conference, San Diego, CA, USA, May 30 - June 2 (2006)

Jordan, R.; Bauer, J.; Oppermann, H.

Optimized heat transfer and homogeneous color converting for ultrahigh-brightness LED package

Photonics Europe, Conference Proceedings of SPIE 6198: Photonics in the Automobile, Strasbourg, France, April 3-7 (2006)

Klumpp, A.; Ramm, P.; Wieland, R.; Merkel, R.

Integration Technologies for 3D Systems

Invited Paper
IProc. MRS 2006 Fall Meeting, Boston (2006)

Landesberger, C.; Bollmann, D.; Drost, A.; Schaber, U.; Bock, K.:

Handling and processing of thin semiconductor substrates by means of mobile electrostatic carriers

Advanced Packaging Conference, in conjunction with Semicon Europa 2006, poster presentation, April 2006, Munich, Germany

Leidich, S.; Voigt, S.; Kurth, S.; Geßner, T.

Microwave Phase Shifter with Electromagnetic Signal Coupling in Silicon Bulk Technology

Int. J. Microwave and Optical Techn., 1 (2006) pp 1-9 (ISSN 1553-0396)

Michel, B.; Winkler, T.; Dost, M.; Kaulfersch, E.

Security assistance systems – Security support by integration of sensorics, Miniaturization and image processing

Proceedings Conf. "Safety and Security Systems in Europe, Potsdam, 30. 11. – 1. 12.2006

Veröffentlichungen (Auswahl)

Michel, B.; Winkler, T.

Microsecurity – Sicherheit durch Miniaturisierung mit Sensorik und Mikrosystemtechnik
 Proceedings 2. BMBF-Workshop Sicherheitsforschung, Bonn, 11. - 12. 5. 2006

Müller, J.; Nissen, N.F.; Scheel, W.; Schmidt, R.

Renewable Resources for Electronics: Lignin-based Polymers for Printed Circuit Boards
 CARE INNOVATION 2006 -
 November 14, 2006, Vienna

Ndip, I.; Reichl, H.; Guttowski, S.

RF/Microwave Modeling of SiP Modules – A Novel Approach
 39th International Symposium on Microelectronics (IMAPS 2006), San Diego, CA, U.S.A.,
 October 8-12, 2006

Ndip, I.; Reichl, H.; Guttowski, S.

A Novel Methodology for Defining the Boundaries of Geometrical Discontinuities in Electronic Packages
 IEEE Conference on Ph.D. Research in Microelectronics and Electronics (PRIME 2006),
 June 11-15, 2006, Otranto (Lecce), Italy

Nissen, N.F.

Sustainable Technical Development - New Fraunhofer IZM R&D Program
 International Symposium "Perspectives on Electronics and Sustainable Development",
 February 23-24, 2006, Berlin

Oberender, C.; Middendorf, A.; Bochow-Neß, O.; Griese, H.-J.; Reichl, H.

Electronic systems from the perspective of sustainability and reliability
 CARE INNOVATION 2006 -
 November 14, 2006, Vienna

Otto, T.; Saupe, R.; Weiss, A.; Stock, V.; Bruch, R.; Geßner, T.

Principle and Applications of a new MOEMS-Spectrometer
 San Jose, 2006, Proceedings of SPIE, Volume 6114,
 pp. 77-86 (2006)

Polityko, D.; Guttowski, S.; John, W.; Reichl, H.

Integration Technology Parameters for Physical Design of Vertical System-in-Package
 Electronic Components and Technology Conference,
 San Diego, USA, 2006

Ramm, P.

3D System Integration: Enabling Technologies and Applications
 Invited Paper
 Extended Abstracts of the International Conference on Solid State Devices and Materials SSDM 2006,
 Yokohama (2006)

Richter, M.; Congar, Y.; Nissen, J.; Neumayer, G.; Heinrich, K.; Wackerle, M.

Development of a multi-material micropump
 Proc. IMechE Vol. 220 Part C: J. Mechanical Engineering Science, pp. 1619-1624, 2006

Schinkel, M.; Weber, S.; Guttowski, S.; John, W.; Reichl, H.

HF Modeling and Model Parameterization of Induction Machines for Time and Frequency Domain Simulation
 Applied Power Electronics Conference,
 Dallas, USA, 2006

Schischke, K.; Müller, J.; Reichl, H.

EcoDesign in European Small and Medium Sized Enterprises of the Electrical and Electronics Sector
 Conf. Record2006 IEEE Int. Symposium on Electronics and the Environment, May 8-11, 2006, San Francisco

Schneider-Ramelow, M.; et al.

Physics-of-failure-Modelle für Ausfallmechanismen.

Erschienen in: AVT in der Elektronik – Aktuelle Berichte. Band 3. Hrsg.: W. Scheel, et al. 1. Aufl. 2006

Schröder, H.; Bauer, J.; Ebling, F.; Franke, M.; Beier, A.; Demmer, P. Süllau, W. Kostelnik, J.; et al.

Invited talk „Waveguide and packaging technology for optical backplanes and hybrid electrical-optical circuit boards“

Proc. Photonics West 2006, 21.-26.1.2006, San Jose, USA; SPIE 6115-6136

Sommer, J.-P.; Döring, R.; Dost, M.; Michel, B.

Advanced Packages with Buried Dies: Design Support by Means of FE Analysis

And Deformation Measurement in Micro Scale Proceedings 4th European Microelectronics and Packaging Symp., Terme Catez, Slovenia, May 22-24, 2006

Steffensen, M.B.; Hollink, E.; Kuschel, F.; Bauer, M.; Simanek, E.E.

Dendrimers Based on [1,3,5]-Triazines

Journal of Polymer Science, Part A: Polymer Chemistry, 44(11), 2006, S. 3411-3433

Töpper, M.; Klein, M.; Buschick, K.; Glaw, V.; Orth, K.; Ehrmann, O.; Hutter, M.; Oppermann, H.; et al.

Biocompatible hybrid flip chip microsystem integration for next generation wireless neural interfaces

Proceedings ECTC 2006, San Diego

Wackerle, M.; Bigus, H.-J.; Blumenthal, T. v.

Micro pumps for lab technology and medicine

Fraunhofer IZM-Munich Proceedings Workshop Micropumps, 24.10.2006, pp. 5-8

Wolf, H.; Gieser, H.; Stadler, W.; Wilkening, W.; Rose, P.; Qu N.

Transient Analysis of ESD Protection Elements by Time Domain Transmission Using Repetitive Pulses

Proc. of the EOS/ESD-Symposium, Tucson, AZ, USA, pp. 303-309

Yacoub-George, E.; Hell, W.; Meixner, L.; Wenninger, F.; Bock, K.; Lindner, P.; et al.

10-Kanal-Immunsensor zum automatisierten Schnellnachweis von Bakterien, Viren und Toxinen

13. Heiligenstädter Kolloquium, Heilbad Heiligenstadt, 25.09.-27.09.2006

Zoschke, K.; Buschick, K.; Scherpinski, K.; Fischer, T.; Wolf, J.; Ehrmann, O.; Jordan, R.; Reichl, H.; et al.

Stackable Thin Film Multi Layer Substrates with Integrated Passive Components

55th Electronic Components and Technology Conference, May 30 – June 2, 2006, San Diego, Kalifornien USA, pp. 806-813

Patente und Erfindungen (Auswahl)

» *Bauer, M.; Wurzel, R.; Uhlig, C.; Völkle, D. Müller, V.*
Flammfeste, niedrigtemperaturhärtende, cyanatbasierte Prepregharze für Honeycomb-Sandwichbauteile mit excellenten Oberflächen
 DE 10 2006 022372.1-43
 Gemeinschaftsanmeldung mit Airbus

Bauer, M.; Bauer, J.; Wurzel, R.; Uhlig, C.
Flammfeste, niedrigtemperaturhärtende, cyanatbasierte Harze mit verbesserten Eigenschaften
 DE 10 2006 041037.8-44

Bock, K.
Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen eines Systems mit einer an einer vorbestimmten Stelle einer Oberfläche eines Substrats aufgetragenen Komponente
 United States Patent; 10/861,289

Bruch, R.; Fritzschn, U.; Gessner, T.; Otto, T.; Stock, V.
Verfahren und Vorrichtung zum spektroskopischen Nachweis und zur Bestimmung von biologischen und chemischen Mitteln im nahen und mittleren Infrarotbereich
 DE 102004046983

Buchner, R.; Ramm, P.
Verdrahtungsverfahren für Halbleiter-Bauelemente zur Verhinderung von Produktpiraterie und Produktmanipulation
 DE 598 10 231

Frömel, J.; Nester, J.; Otto, T.; Geßner, T.
Vorrichtung und Verfahren zur Strukturierung von Materialien, insbesondere mittels Substratbondern
 DE 10 2005 041 505

Hacker, E.
Verfahren zum mechanischen und elektrischen Verbinden von Chips und Wafern auf einer Oberfläche
 DE 10 2004 015 017

Hacker, E.
Verfahren und Vorrichtung zum Erzeugen elektrischer Kontaktierung zwischen zwei Halbleiterstücken und Anordnung von Halbleiterstücken
 DE 103 23 394

Hahn, R.
Battery, especially a microbattery, and the production thereof using wafer-level technology
 EP1673834, 2006-06-28

Jung, E.; Thomas, T.
Verfahren zum Gehäuse eines optischen Sensors
 Patentnr. 10 2006 059 411.8

Landesberger, C.
Vorrichtung und Verfahren zur elektrostatischen Fixierung von Substraten mit polarisierbaren Molekülen
 DE 10 2006 013517

Manke, I.; Ostmann, A.; Becker, K-F.; Reichl, H.
Verfahren zur Erzeugung von Verbindungen in der Mikroelektronik
 Patentnr. 103 34 391.1

Ostmann, A.; Jung, E.; Landesberger, C.
Integration eines Chips innerhalb einer Leiterplatte und integrierte Schaltung
 Patentnr. 199 54.941.9

Schröder, H.
Substratbauteil mit eingebettetem Lichtwellenleiter und Strahlumlenkung und Verfahren zu dessen Herstellung
 DE 10 2004 043 001 B3

Scheel, W. et. al.:
Multilayer Printed Board
 Canadian patent C 2395080

Wagner, S.; Hahn, R.; Holl, K.; Kreidler, B.; Krebs, M.; Dejan, I.
Brennstoffzellensystem mit elektrochemischer Wasserstoff-Entwicklungszelle
 WO2006111335, DE102005018291 (A1) 2006-10-26

IZM Kuratorium

Vorsitzender

Dr. W. Schmidt
HDIC, Russikon, Schweiz

Mitglieder

Dr. H.-J. Bigus
Hirschmann Laborgeräte GmbH & Co KG, Eberstadt

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

Dr. D. Brunner
ANCeram GmbH & Co. KG, Bindlach

L. Cergel
Genf, Schweiz

Dipl.-Ing. W. Effing
Giesecke & Devrient GmbH, München

Dr. G. Ried
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft,
Verkehr und Technologie, München

Dipl.-Ing. (FH) W. Gulitz
BGT Bodenseewerk Gerätetechnik GmbH, Überlingen

Dr. Ch. Kutter
Infineon Technologies, München

Prof. Dr. K. Kutzler
Präsident der Technischen Universität Berlin

B. Lietzau
Regierungsdirektor der Senatsverwaltung für
Wissenschaft, Forschung und Kultur, Berlin

Dr. M. Meier
Advanced Technology Management,
Hilterfingen, Schweiz

Dr.-Ing. S. Pongratz
MOTOROLA GmbH, Taunusstein

Dipl.-Ing. E. Schmidt
BMW AG, München

Prof. Dr. rer. nat. habil. Dr. E. Sigmund
Wankel Super Tec, Cottbus

Prof. Dr. Ir. A. Stevels
TU Delft, Niederlande

Prof. em. Dr. H. G. Wagemann
Ehemals Technische Universität Berlin

Prof. em. Dr. H.-J. Werrmann
Ehemals DLR, Berlin

Prof. Dr. H. Wolf
Universität Regensburg

Prof. Dr. E. Wolfgang
SIEMENS AG, München

Gastmitglieder (ständig)

Dr. G. Finking
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft,
Forschung und Technologie (BMBF), Berlin

Präsident und Vorstandsmitglieder der
Fraunhofer-Gesellschaft, München

Dr. G. Wöhl
Fraunhofer-Gesellschaft, Zentrale, München

Fraunhofer IZM Kontaktadressen

» Institutsleiter:

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Herbert Reichl
Tel.: +49 (0)30 4 64 03-1 00
Fax: +49 (0)30 4 64 03-1 11
e-mail: info@izm.fraunhofer.de

Adresse:

Gustav-Meyer-Allee 25
D-13355 Berlin

Stellvertreter des Institutsleiters:

Dr.-Ing. Dr. sc. techn. Klaus-Dieter Lang
Tel.: +49 (0)30 4 64 03-1 29
Fax: +49 (0)30 4 64 03-1 22
e-mail: klausdieter.lang@izm.fraunhofer.de

Prof. Dr. Dr. Prof. h.c. mult. Thomas Geßner
Tel.: +49 (0)371 5 31-31 30
Fax: +49 (0)371 5 31-31 31
e-mail: thomas.gessner@che.izm.fraunhofer.de

Leitungssassistentz:

Dipl.-Ing. M. Jürgen Wolf
Tel.: +49 (0)30 4 64 03-6 06
Fax: +49 (0)30 4 64 03-1 23
e-mail: juergen.wolf@izm.fraunhofer.de

Dr. rer. nat. Hartmut Steinberger
Tel.: +49 (0)89 5 47 59-5 40
Fax: +49 (0)89 5 47 59-1 00
e-mail: hartmut.steinberger@izm-m.fraunhofer.de

Leitung Administration:

Dipl.-Ök. Meinhard Richter
Tel.: +49 (0)30 4 64 03-1 10
Fax: +49 (0)30 4 64 03-1 11
e-mail: meinhard.richter@izm.fraunhofer.de

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit:

Georg Weigelt
Tel.: +49 (0)30 4 64 03-2 79
Fax: +49 (0)30 4 64 03-6 50
e-mail: georg.weigelt@izm.fraunhofer.de

Marketing:

Dipl.-Ing. Harald Pötter
Tel.: +49 (0)30 4 64 03-1 36
Fax: +49 (0)30 4 64 03-1 31
e-mail: harald.poetter@izm.fraunhofer.de

Dipl.-Päd. Simone Brand
Tel.: +49 (0)89 5 47 59-1 38
Fax: +49 (0)89 5 47 59-1 00
e-mail: simone.brand@izm-m.fraunhofer.de

Hauptsitz Berlin

Abteilung Micro Materials Center
Arbeitsgruppe Berlin
Leitung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Bernd Michel
Tel.: +49 (0)30 4 64 03-2 00
Fax: +49 (0)30 4 64 03-2 11
e-mail: bernd.michel@izm.fraunhofer.de

Abteilung Environmental Engineering
Leitung: Dipl.-Ing. Hansjörg Griese
Tel.: +49 (0)30 4 64 03-1 32
Fax: +49 (0)30 4 64 03-1 31
e-mail: hansjoerg.griese@izm.fraunhofer.de

Abteilung High Density Interconnect
& Wafer Level Packaging
Leitung: Dipl.-Phys. Oswin Ehrmann
Tel.: +49 (0)30 4 64 03-1 24
Fax: +49 (0)30 4 64 03-1 23
e-mail: oswin.ehrmann@izm.fraunhofer.de

Abteilung System Design & Integration
Leitung: Dr. Ing. Stephan Guttowski
Tel.: +49 (0)30 4 64 03-1 44
Fax: +49 (0)30 4 64 03-1 58
e-mail: stephan.guttowski@izm.fraunhofer.de

Abteilung Chip Verbindungstechnologien
Leitung: Dipl.-Phys. Rolf Aschenbrenner
Tel.: +49 (0)30 4 64 03-1 64
Fax: +49 (0)30 4 64 03-1 61
e-mail: rolf.aschenbrenner@izm.fraunhofer.de

Abteilung Modulintegration und
Board-Verbindungstechniken
Leitung: Prof Dr.-Ing. habil. Wolfgang Scheel
Tel.: +49(0)30 4 64 03-2 72
Fax: +49 (0)30 4 64 03-2 71
e-mail: wolfgang.scheel@izm.fraunhofer.de

Abteilung Advanced System Engineering
(in Paderborn)
Leitung: Dipl.-Ing. Werner John
Tel.: +49 (0)52 51 54 02-1 00
Fax: +49 (0)52 51 54 02-1 05
e-mail: werner.john@pb.izm.fraunhofer.de

Abteilung Mikro-Mechatronik Zentrum
(in Oberpfaffenhofen)
Leitung: Dr.-Ing. Frank Ansorge
Tel.: +49 (0)81 53 90 97-5 00
Fax: +49 (0)81 53 90 97-5 11
e-mail: frank.ansorge@mmz.izm.fraunhofer.de

Institutsteil München

Leitung Institutsteil München
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Herbert Reichl
Hansastraße 27d
D-80686 München
Tel.: +49 (0)89 5 47 59-5 51
Fax: +49 (0)89 5 47 59-6 85 51
e-mail: monika.podstowka@izm-m.fraunhofer.de

Stellvertretende Leitung
Dr.-Ing. Karlheinz Bock
Tel.: +49 (0)89 5 47 59-5 06
Fax: +49 (0)89 5 47 59-1 00
e-mail: karlheinz.bock@izm-m.fraunhofer.de

Abteilung Mikromechanik, Aktorik und Fluidik
Leitung: Dr. Martin Richter
Tel.: +49 (0)89 5 47 59-4 55
Fax: +49 (0)89 5 47 59-1 00
e-mail: martin.richter@izm-m.fraunhofer.de

Abteilung Silizium Technologie
und Vertikale Systemintegration
Leitung: Dr. Peter Ramm
Tel.: +49 (0)89 5 47 59-5 39
Fax: +49 (0)89 5 47 59-5 50
e-mail: peter.ramm@izm-m.fraunhofer.de

Abteilung Analyse und Test
von integrierten Systemen - ATIS
Leitung: Dr. Horst A. Gieser
Tel.: +49 (0)89 5 47 59-5 20
Fax: +49 (0)89 5 47 59-1 00
e-mail: horst.gieser@izm-m.fraunhofer.de

Abteilung Polytronische Systeme
Leitung: Dr.-Ing. Karlheinz Bock
Tel.: +49 (0)89 5 47 59-5 06
Fax: +49 (0)89 5 47 59-1 00
e-mail: karlheinz.bock@izm-m.fraunhofer.de

Institutsteil Chemnitz

Abteilung Multi Device Integration
Leitung: Prof. Dr. Dr. Prof. h.c. mult. Thomas Geßner
Reichenhainer Straße 70
D-09126 Chemnitz
Tel.: +49 (0)371 5 31-31 30
Fax: +49 (0)371 5 31-31 31
e-mail: thomas.gessner@che.izm.fraunhofer.de

Abteilung Micro Materials Center
Arbeitsgruppe Chemnitz
Leitung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Bernd Michel
Otto-Schmerbach-Straße 19
D-09117 Chemnitz
Tel.: +49 (0)371 8 66-20 20
Fax: +49 (0)371 8 66-20 21
e-mail: bernd.michel@izm.fraunhofer.de

Außenstelle Teltow

Polymermaterialien und Composite
Leitung: Prof. Dr. sc. nat. Monika Bauer
Kantstraße 55
D-14513 Teltow
Tel.: +49 (0)33 28 33 0-2 84
Fax: +49 (0)33 28 33 0-2 82
e-mail: monika.bauer@epc.izm.fraunhofer.de

Projektgruppen

Trainingszentrum für
Verbindungstechnologien (ZVE)
Leitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Wolfgang Scheel
Argelsrieder Feld 6
D-82234 Oberpfaffenhofen-Weßling
Tel.: +49 (0)81 53 4 03-20
Fax: +49 (0)81 53 4 03-15
e-mail: karl.ring@zve.izm.fraunhofer.de

Mikro-Mechatronik Zentrum (MMZ)
Leitung: Dr.-Ing. Frank Ansorge
Argelsrieder Feld 6
D-82234 Oberpfaffenhofen-Weßling
Tel.: +49 (0)81 53 90 97-5 00
Fax: +49 (0)81 53 90 97-5 11
e-mail: frank.ansorge@mmz.izm.fraunhofer.de

Advanced System Engineering
Leitung: Dipl.-Ing. Werner John
Tel.: +49 (0)52 51 54 02-1 00
Fax: +49 (0)52 51 54 02-1 05
e-mail: werner.john@pb.izm.fraunhofer.de

Zentrum für Mikrosystemtechnik (ZEMI) in Berlin
Leitung: Dr.- Ing. Martin Schneider-Ramelow
Volmerstraße 9A
D-12489 Berlin
Tel.: +49 (0)30 63 92-81 72
Fax: +49 (0)30 63 92-81 62
e-mail: martin.schneiderramelow@izm.fraunhofer.de

Applikationszentrum Smart System Integration
Leitung:
Dipl.-Ing. Harald Pötter
Dr.-Ing. Stephan Guttowski
Gustav-Meyer-Allee 25 , Gebäude 26
D-13355 Berlin
Tel.: +49 (0)30 4 64 03-7 42
Fax: +49 (0)30 4 64 03-6 50
e-mail:
harald.poetter@apz.izm.fraunhofer.de
stephan.guttowski@apz.izm.fraunhofer.de

Herausgeber:

Dr. Klaus-Dieter Lang _ Fraunhofer IZM

Harald Pötter _ Fraunhofer IZM

<http://www.izm.fraunhofer.de>

Redaktionelle Bearbeitung:

Georg Weigelt _ Fraunhofer IZM

Martina Creutzfeldt _ MCC Public Relations GmbH

Design + Layout:

Ivo Moszynski _ MCC Public Relations GmbH

<http://www.mcc-pr.de>

© Fraunhofer IZM 2007

Fotografie:

Sämtliche Bildrechte Fraunhofer IZM, ansonsten Fraunhofer IZM zusammen mit:

Jennifer Angell (11), ATLAS Pixel Collaboration (55), Marcus Bleyl (5, 9, 10), Martina Creutzfeldt (77, 81, 83, 91),

Tim Deussen/fotoscout (4, 15, 21), Volker Döring (14, 30, 31, 32, 38, 68), fotolia (28), Uwe Meinhold (20, 79), Jörg Metze (14, 15, 88), MEV (85),

Bernd Müller (Titel (2), 16, 21, 23, 27, 40, 48, 54, 56, 62, 64, 77), Armin Okulla (19, 20, 33, 55, 58), Frank Welke (25), Stefan Wildhirt (53)

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

Gustav-Meyer-Allee 25
D-13355 Berlin

Telefon: +49(0)30 46403 100

Fax: +49(0)30 46403 111

E-mail: info@izm.fraunhofer.de

URL: www.izm.fraunhofer.de