

Fraunhofer IZM
Jahresbericht 2008 / 2009

Inhalt

Jahresbericht 2008 / 2009

004 - 025
Fraunhofer IZM



- :: Vorwort
- :: Die Fraunhofer-Gesellschaft
- :: Der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik
- :: Fraunhofer IZM im Profil
- :: Zusammenarbeit mit Universitäten
- :: Internationale Forschungs-kooperationen
- :: Moderne Packaging-Technologien - unverzichtbar für eine hochwertige Systemintegration
- :: System in Package goes 3D
- :: Beiträge der Fraunhofer IZM Forschungspreisträger 2008

026 - 033
Kooperation



- :: Ihre Verbindung zu den Technologien des Fraunhofer IZM
- :: Fraunhofer IZM Marketing
- :: Applikationszentrum Smart System Integration
- :: Forschungsgebiete und -inhalte

034 - 061
Kernkompetenzen



- :: Substrate Integration Technologies
- :: Wafer Level Integration Technologies
- :: Materials, Reliability & Sustainable Development
- :: System Design

062 - 071
Veranstaltungen



- :: Veranstaltungsübersicht 2008
- :: Messeaktivitäten 2008
- :: Kommende Veranstaltungen 2009

072 - 92
Facts & Figures



- :: Das Fraunhofer 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



Institutleiter Prof. Herbert Reichl

Dem Jahr 2009 blicken wir mit Spannung, aber auch mit Selbstvertrauen entgegen. Ganz spurlos wird die Finanzkrise am Fraunhofer IZM sicherlich nicht vorbeigehen. Aber die Auswirkungen werden hoffentlich geringer sein als manche Pressemeldungen erwarten lassen. Durch seine breite technologische Aufstellung und vor allem dank der Tatsache, dass moderne Systemintegrationstechnologien in immer mehr Anwendungen und damit in immer mehr Branchen zum Einsatz kommen, können zu erwartende Rückgänge in einigen Branchen zumindest zum Teil ausgeglichen werden.

Zudem sind wir der festen Überzeugung, dass in der Entwicklung neuer Produkte und Verfahren ein Schlüssel zur Überwindung wirtschaftlicher Krisen liegt. Und hier kann das Fraunhofer IZM seinen Kunden und Partnern einiges bieten. Unsere Technologien begleiten die Elektronik auf ihrem Weg in immer neue Bereiche und Anwendungen. Wir bauen höchst miniaturisierte Systeme aus unterschiedlichsten Komponenten auf (Heterogeneous Integration) und integrieren Sensoren und Schnittstellen zur Informationsverarbeitung (More than Moore). Wir arbeiten mit daran, dass Elektronik in Umgebungen mit hohen Temperaturen oder starker mechanischer Belastung sicher und zuverlässig funktioniert.

Um den daraus resultierenden Anforderungen besser gerecht zu werden, haben wir unsere technologische Ausrichtung mit der Fokussierung auf die technologischen Ansätze „3D Wafer Level Integration“ und „Multi-functional Substrate Level Integration“ weiter geschärft. Unterstützt werden diese Arbeitsgebiete durch die Querschnittsbereiche „Materials, Reliability und Sustainable Development“ sowie „System Design“. Damit sind wir in der Lage, unseren Partnern umfassende technologische Systemlösungen aus einer Hand anzubieten.

Auf organisatorischer Ebene führte diese Fokussierung zur Zusammenlegung der beiden Abteilungen „Chip Interconnection Technologies“ und „Module Integration and Board Interconnection Technologies“. Mit Martin Schneider-Ramelow, der diese Abteilung zusammen mit Rolf Aschenbrenner leitet, konnte ein junger Wissenschaftler aus den eigenen Reihen gewonnen werden. Dem langjährigen Abteilungsleiter Professor Scheel, der uns aus Altersgründen verlässt, sei an dieser Stelle noch einmal herzlich für seine Arbeit gedankt. Mit Stolz können wir bei dieser Gelegenheit auch mitteilen, dass es dem Fraunhofer IZM wieder einmal vergönnt war, Keimzelle einer neuen Fraunhofer-Einrichtung zu sein. Die MEMS-Aktivitäten in Chemnitz haben sich unter Professor Geßner in der Vergangenheit erfolgreich entwickelt, sodass auch eine fokussierte und damit eigenständige Entwicklung den weiteren Erfolg in der Zukunft unterstützen soll.

Herausragende Forschung und Entwicklung bedürfen eines schnellen und kooperativen Zugangs zur universitären Grundlagenforschung. In Berlin konnte mit der Berufung von Prof. Bock, Leiter der Abteilung Polytroische Systeme, an den gleichnamigen Lehrstuhl an der Technischen Universität Berlin die Zusammenarbeit weiter vertieft werden. In München konnte die Universität der Bundeswehr gewonnen werden, gemeinsam das Entwicklungszentrum „Multi-Functional On-Top Technologies“ aufzubauen.

Den Erfolg dieser engen Anbindung an die universitäre Grundlagenforschung in Kombination mit der gezielten Anwendungsumsetzung belegen wieder einmal zahlreiche Preise und Best Paper Awards auf internationalen Konferenzen, mit denen unsere Mitarbeiter auch 2008 ausgezeichnet wurden.

Mit diesen Leistungen konnte das Fraunhofer IZM auch 2008 wieder Unternehmen aus der Halbleiterindustrie sowie Material-, Anlagen- und Systemhersteller überzeugen. Kleine wie große Unternehmen, Nischenanbieter wie Weltmarktführer wurden beim Design, der Technologieentwicklung und der Zuverlässigkeitsbewertung unterstützt. Für Ihr Vertrauen in unsere Leistungsfähigkeit bedanke ich mich ebenso wie bei den Ministerien von Bund und Ländern sowie den Projektträgern.

Grundvoraussetzung für diese erfolgreiche Forschung und Entwicklung ist der engagierte Einsatz der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter unseres Hauses. Auch ihnen gilt mein besonderer Dank.

Überzeugen Sie sich selbst. Auf den nachfolgenden Seiten finden Sie eine Auswahl unserer Forschungs- und Projektergebnisse des vergangenen Jahres.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen.
Ihr

Die Mutter-Gesellschaft: Fraunhofer

Das Fraunhofer IZM ist eines von 57 Fraunhofer-Instituten, die sich mit überwiegend natur- und ingenieurwissenschaftlichen Themen der angewandten Forschung verschrieben haben. Denn: Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

:: Zahlen und Fakten

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 57 Institute. 15.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,4 Milliarden Euro. Davon fallen 1,2 Milliarden Euro 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.

:: Forschen für die Praxis

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. 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 Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses. Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönli-

chen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studentinnen und Studenten eröffnen sich an Fraunhofer-Instituten wegen der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

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. Um ihren Kunden ein breites Dienstleistungsspektrum anbieten zu können, bündelt die Fraunhofer-Gesellschaft die Kompetenzen ihrer 57 Institute in den sieben Forschungsverbänden Informations- und Kommunikationstechnik, Mikroelektronik, Oberflächentechnik und Photonik, Werkstoffe und Bauteile, Produktion sowie Verteidigungs- und Sicherheitsforschung.

Das Fraunhofer IZM ist Mitglied des Fraunhofer-Verbundes Mikroelektronik und schließt dort die Lücke zwischen Wafer und Anwendung.



Die Schwester-Institute: Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik

Der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik (VμE) koordiniert seit 1996 die Aktivitäten der auf den Gebieten Mikroelektronik und Mikrointegration tätigen Fraunhofer-Institute: Das sind zehn Institute (und zwei Gastinstitute) mit 2340 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Das jährliche Budget beträgt 219 Millionen Euro. Die Aufgaben des Fraunhofer VμE 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:

- „More Moore“ und „Beyond CMOS“
- Smart System Integration
- Kommunikation und Unterhaltung
- Vernetzte Assistenzsysteme
- Mikrosysteme und Medizin
- Licht
- Mobilität
- Sicherheit
- Automatisierungstechnik

Innerhalb der Geschäftsfelder des Fraunhofer-Verbundes Mikroelektronik ist das Fraunhofer IZM Ihr Partner für Packaging und Smart System Integration. Die Geschäftsstelle des Fraunhofer-Verbundes Mikroelektronik ist das zentrale Koordinierungsbüro. In enger Zusammenarbeit mit den Instituten bildet sie das Bindeglied zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik.

Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute für

- Angewandte Festkörperphysik IAF
- Digitale Medientechnologie IDMT (Gast)
- Integrierte Schaltungen IIS

- Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB
- Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS
- Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI
- Offene Kommunikationssysteme FOKUS (Gast)
- Photonische Mikrosysteme IPMS
- Siliziumtechnologie ISIT
- Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM

und die Fraunhofer-Einrichtungen für

- Systeme der Kommunikationstechnik ESK
- Elektronische Nanosysteme ENAS

sowie das

- Fraunhofer-Center Nanoelektronische Technologien CNT

:: Verbundvorsitzender:

Prof. Dr.-Ing. Heinz Gerhäuser
 Telefon +49 (0) 91 31 / 7 76-1 01
 E-Mail: 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
 E-Mail: 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 / 6 88 37 59 -61 00
 E-Mail: Joachim.pelka@vue.fraunhofer.de
 Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik
 Anna-Louisa-Karsch-Str. 2, 10178 Berlin

:: Presse und Öffentlichkeitsarbeit:

Christian Lüdemann
 Telefon +49 (0) 30 / 6 88 37 59 -61 03
 E-Mail: christian.luedemann@vue.fraunhofer.de

:: Weitere Informationen:

www.vue.fraunhofer.de



Zuverlässig an Ihrer Seite: Fraunhofer IZM

:: 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 und nach kamen weitere Standorte hinzu. Zwei davon konnten sich im Rahmen des Fraunhofer IZM so erfolgreich entwickeln, dass sie mittlerweile als eigenständige Fraunhofer-Einrichtungen agieren. Heute ist das Fraunhofer IZM neben Berlin mit einem Institutsteil in München sowie in Oberpfaffenhofen und im Berliner Wissenschaftspark Adlershof vertreten.

An den vier Standorten forschen mittlerweile 173 feste Mitarbeiter sowie 120 Studenten, Praktikanten und Diplomanden.

:: Technologische Schwerpunkte

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

• Wafer Level Integration

Mit dieser Technologie lassen sich bei heterogenen Aufbauten die höchsten Integrationsdichten erreichen. Alle Prozessschritte werden auf Waferebene, jedoch nach Abschluss der eigentlichen Frontend-Prozesse durchgeführt. Ausgangspunkt dieses Ansatzes ist die Herstellung von Packages, bei denen die laterale Package-Größe mit den Chipabmessungen nahezu identisch ist. In einem zweiten Schritt erfolgt dann das Einbringen von weiteren aktiven und passiven Komponenten in eine Zwischenschicht auf dem Wafer. Mit der Siliziumdurchkontaktierung bietet das Wafer Level Packaging heute auch viel versprechende Ansätze zur 3D-Integration.

• Substrate Integration

Getrieben durch eine verstärkte Nachfrage nach leistungsfähigen und dennoch preiswerten Lösungen,

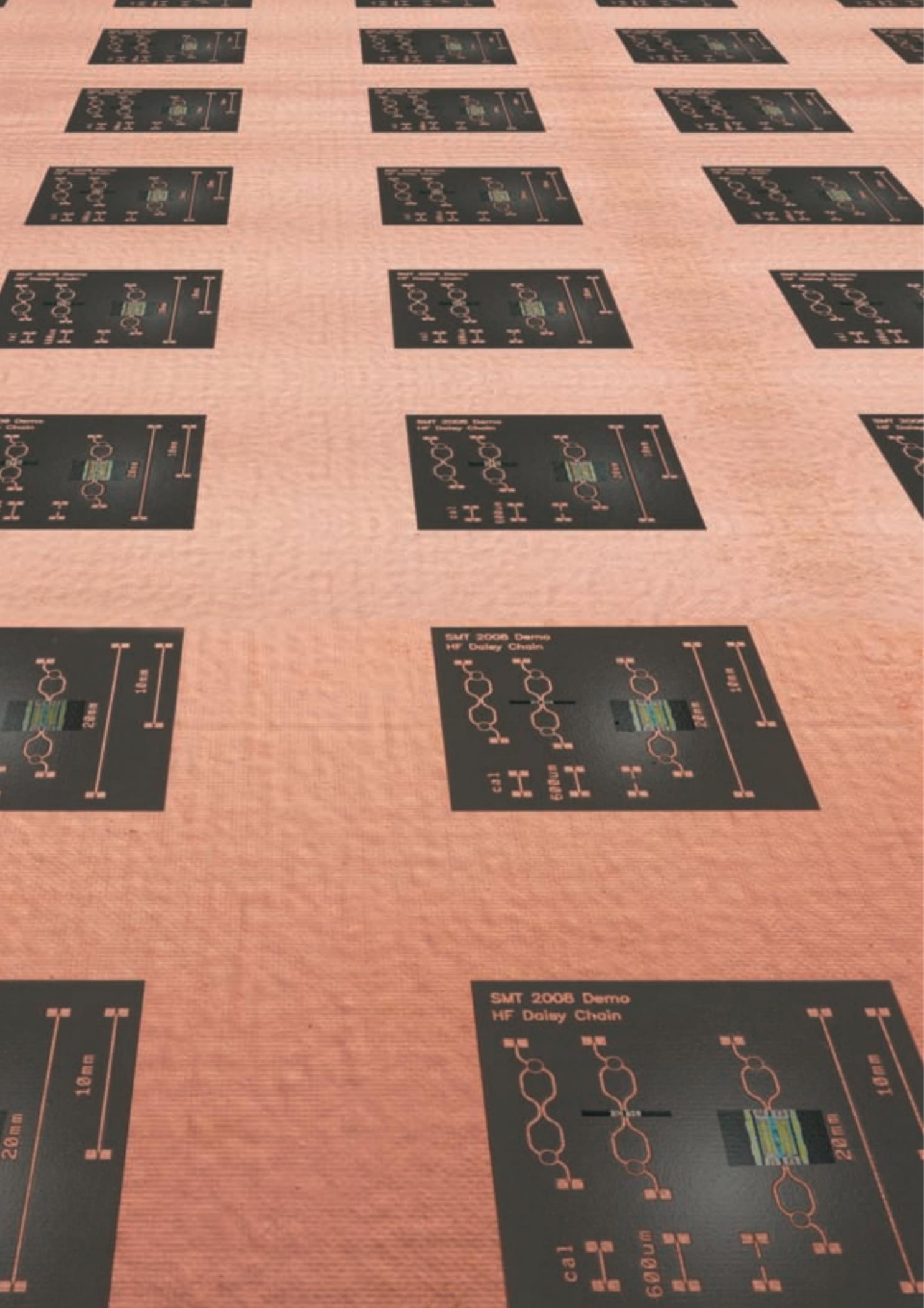
werden auf Basis etablierter Technologien erweiterte Funktionalitäten auch auf der Package- oder Modulebene integriert. Dabei stehen zwei Wege offen. Zum einen können mehrere Komponenten in einem Package (System in Package - SiP) integriert werden, zum anderen können mehrere Packages dreidimensional (Package on Package) gestapelt werden. Auch Mischformen werden realisiert. Zunehmend ist die Verwendung dieser Technologien auch auf Leiterplattenebene zu beobachten. So werden z.B. bei der Einbetttechnik digitale wie auch nicht-digitale Funktionen in Form ungehäuster Bauelemente in das Substrat integriert.

• Materials, Reliability & Sustainable Development

Mit zunehmender Miniaturisierung kommt der Auswahl der eingesetzten Materialkombinationen eine steigende Bedeutung zu. Auf der Grundlage von Modellen zum Materialverhalten im Mikrobereich und zur mechanischen Zuverlässigkeit von Komponenten werden Zuverlässigkeitsbewertungen von Materialien bis hin zu Systemen durchgeführt. Dabei kommen neben neuen Simulationsverfahren auch laseroptische, röntgenographische und werkstoffkundliche Untersuchungen einzeln und in Kombination zur Anwendung. Ähnlich den Zuverlässigkeitsuntersuchungen sollten auch Umwelt- und Nachhaltigkeitsfragen bereits in der Entwicklungsphase geklärt und etwa Fragen des Materialverbrauchs, des Energiebedarfs oder des Toxizitätspotenzials der eingesetzten Materialien rechtzeitig geklärt werden.

• System Design

Bei hoch integrierten Systemen kann das Design nicht mehr unabhängig von der Technologie und die Technologieentwicklung nicht mehr losgelöst vom elektrischen Verhalten erfolgen. Mit Codesign wird die Zusammenarbeit von Technologie und Design beschrieben. Im Mittelpunkt stehen hier Modellierungs-, Simulations- und Analysetechniken in Verbindung mit dem Einsatz von neuen elektrischen Messverfahren. Der Schwerpunkt der Aktivitäten liegt auf EMV- und HF-Aspekten (parasitäre Effekte).



Unsere Stärke: Zusammenarbeit mit der Industrie

:: Kostenreduktion - Ein Beispiel

Radarsensoren werden bereits heute in Serienfahrzeugen verbaut, etwa bei der adaptiven Geschwindigkeitsregelung (ACC). Mittlerweile kommen sie auch für aktive Sicherheitsfunktionen als Bremsassistent oder zur Kollisionswarnung zum Einsatz. Bislang profitierten jedoch nur Fahrer von Wagen der oberen Preisklasse davon, weil die Herstellkosten solcher radarbasierten, das Umfeld erfassenden Systeme für eine breite Markteinführung bis hin zur unteren Mittelklasse noch deutlich zu hoch sind.

Am Fraunhofer IZM wurde nun gemeinsam mit Industriepartnern ein Konzept entwickelt, das trotz gesteigerter technologischer Anforderungen an die Sensoren im Hinblick auf Zuverlässigkeit, Detektionseigenschaften und -sicherheit zu einer signifikanten Reduzierung der Herstellungskosten beiträgt.

Durch die in dem Projekt „Kostenoptimierter Radarsensor für aktive Fahrerassistenzsysteme – KRAFAS“ angestrebte Integration von 77 GHz Komponenten in ein Polymergehäuse mit hierauf prozessierter Umverdrahtung und integrierten Antennenelementen soll eine Kostenverringerung um bis zu 30% der bisherigen Kosten erreicht werden.

Die höheren Anforderungen aktiver Sicherheitssysteme an die Detektionsleistung der Sensorik sollen durch neue Frontend-Konzepte, z.B. durch die elektronische digitale Strahlformung (Digital Beamforming - DBF), erfüllt werden.

:: Packagingkonzept

Für das Hochfrequenzmodul wird daher ein neuer Herstellprozess entwickelt, bei dem mittels der Kombination zweier innovativer Einbetttechniken ein kostengünstiges System in Package entsteht.

Zunächst werden die aktiven und passiven Bauelemente oberflächenbündig mit freigestellter aktiver Seite auf einem speziellen Leadframe bestückt und mittels Transfer-Molding in ein Kunststoffgehäuse verpackt (Chip in Duromer). Auf diese Weise lassen sich die Bauelemente hochpräzise und schnell platzieren. Der anschließende Moldprozess sorgt für die dauerhafte, präzise Ausrichtung der Komponenten zueinander.

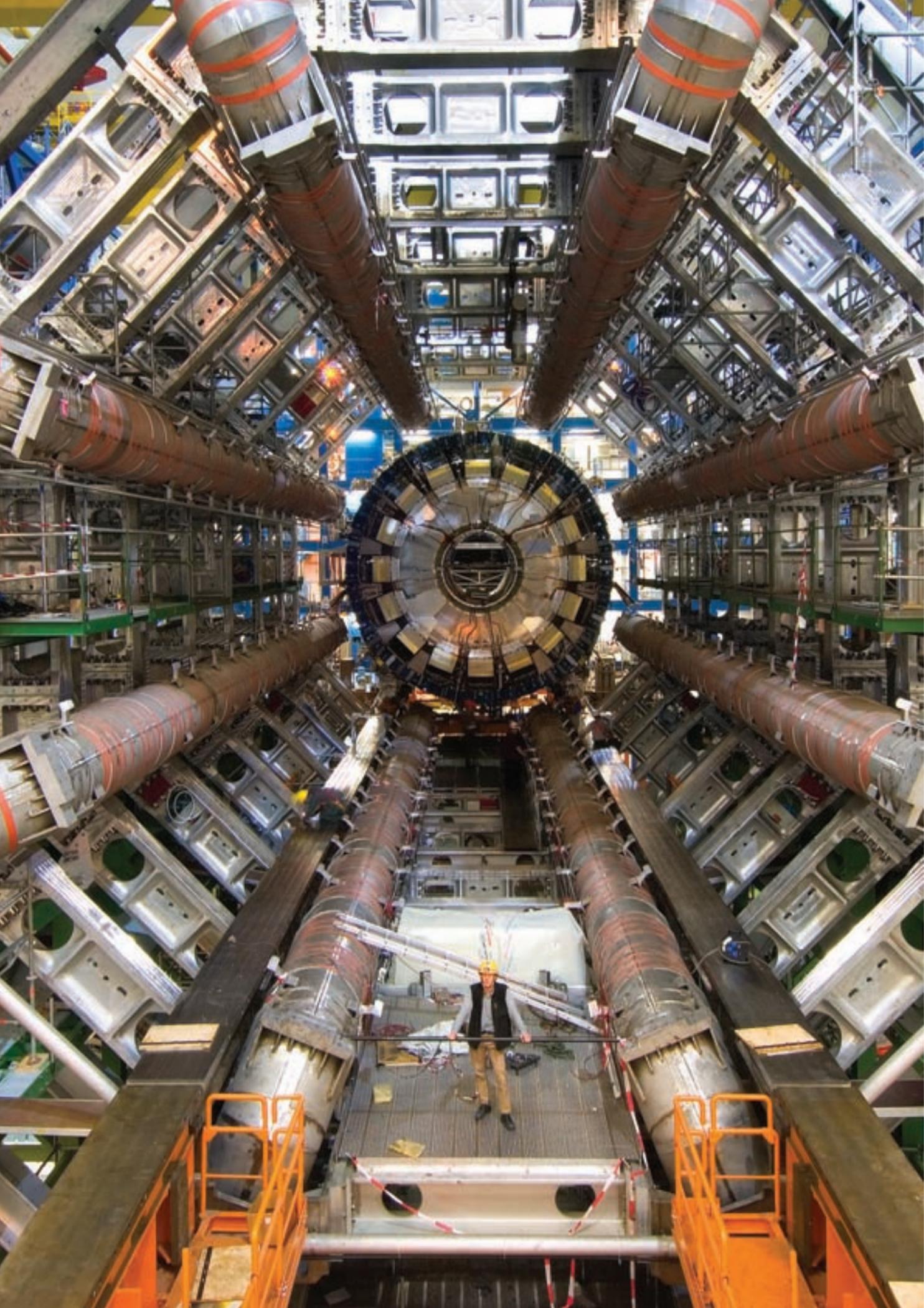
Diese Module werden dann in einem Standardbestückprozess auf die Leiterplatte aufgebracht, durch Laminieren eingebettet und hochfrequenztauglich kontaktiert (Chip in Polymer). Anschließend wird eine zweite Lage HF-tauglichen Leiterplattenmaterials auflaminiert und die entsprechenden Antennenstrukturen ausgebildet. Über μ -Vias werden die beiden Lagen elektrisch verbunden. Durch das Einbetten sind die verwendeten Materialien thermisch wesentlich besser aufeinander abgestimmt, was im System insgesamt zu weniger Ausfällen infolge mangelnder Zuverlässigkeit führt. Weil sich beim Einbetten die Impedanz der elektrischen Verbindungen anpassen lässt, verfügt das System in Package außerdem über hervorragende Hochfrequenz-Eigenschaften.

Das BMBF-Projekt wird von der Robert Bosch GmbH koordiniert. Beteiligt sind außerdem: W+G GmbH, CWM GmbH, Würth Elektronik KG, Universität Erlangen-Nürnberg und die Universität Stuttgart.

:: Ihr Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Karl-Friedrich Becker
 Telefon: +49 (0)30 / 4 64 03-2 42
 E-Mail: karl-friedrich.becker@izm.fraunhofer.de

Abb. links: Mold-Module eingebettet in eine Leiterplatte mit CIP-Technologie

Unsere Kompetenz: Vom Aufbaukonzept bis zur Produktion



Wenn im Genfer Teilchenbeschleuniger die ersten Versuche anlaufen, so ist ein wesentliches Element der Anlage dem Fraunhofer IZM zu verdanken. Dort werden Teilchenpakete von Wasserstoffkernen auf einem unterirdischen Ring zu extrem hohen Geschwindigkeiten in jeweils entgegengesetzter Richtung beschleunigt und zur Kollision gebracht. An den Kollisionspunkten im Beschleunigerring sind Detektoren installiert worden, die die beim Zusammenprall entstehenden Teilchen registrieren. Ein Forschungsziel der Anlage ist die Entdeckung des bisher nur theoretisch vorausgesagten Higgs-Bosons.

Um aber die bislang unentdeckten Teilchen nachweisen zu können, wurden am Fraunhofer IZM spezielle Detektor-Module aufgebaut, die mit insgesamt 80 Millionen Pixel nahezu 2 m² der Innenwand am Kollisionsort auskleiden. Diese quasi größte Kamera der Welt detektiert die Flugbahnen der durch die Kollision entstandenen elektrisch geladenen Teilchen.

Weil alle 25 Nanosekunden erneut Teilchenpakete im Detektor aufeinander stoßen, müssen alle Pixel mit einer Frequenz von 40 MHz einzeln abgefragt werden, was eine entsprechende Verkürzung der Signalwege notwendig macht. Um minimale Abstände zwischen Detektor und Ausleseelektronik zu realisieren und

gleichzeitig die Zuverlässigkeit zu erhöhen, wird die Verbindung zwischen Sensormodul und Auswerteelektronik vom Fraunhofer IZM in Flip Chip-Technik ausgeführt, wobei hier technologisch an die Grenzen des Machbaren gegangen werden musste. Auf einem 6*2 cm² großen Sensormodul werden 16 Auswerte-ICs gelötet, deren Dicke die eines Blatt Papiers nur geringfügig (150 µm) übersteigt. Jeder IC enthält knapp 3.000 Bumps in einem minimalen Abstand von nur 50 µm - das ist weniger als der Durchmesser eines Haars.

Vor Beginn der Produktionsphase steht eine Vielzahl an Zuverlässigkeitsuntersuchungen, damit die Funktion während der langjährigen Versuche im Beschleuniger gewährleistet ist. Beispielsweise wurden die Detektor-Module 1/4 Jahr lang Temperaturen zwischen 80 und 150 °C und 1000-fachem extremem Temperaturwechsel (von -55 bis 125 °C) ausgesetzt – ohne Beeinträchtigung der einzelnen Kontakte. Die Experten am Fraunhofer IZM haben diese zuverlässige Aufbau- und Verbindungstechnik der Pixel-Detektoren nicht nur entwickelt, sondern die Module auch in hoher Stückzahl gefertigt und mit einer Ausbeute von über 98 Prozent ausgeliefert. Über 18.000 einzelne Chips und damit mehr als 1.100 Pixel-Module sind es nach Abschluss der Produktionsphase, wofür die Forscher mit dem ATLAS-Supplier-Award ausgezeichnet wurden.

:: Ihr Ansprechpartner: Dipl.-Phys. Oswin Ehrmann
Telefon: +49 (0)30 / 4 64 03-1 24
E-Mail: oswin.ehrmann@izm.fraunhofer.de

Unser Service: Von der Materialcharakterisierung bis zur Zuverlässigkeitsanalyse

Das Fraunhofer IZM entwickelt und forscht nicht nur für Sie. Über unsere Serviceleistungen stehen Ihnen auch unsere Maschinen und Anlagen zur Verfügung. Mit unseren Laboren:

- Trainingszentrum für Verbindungstechnologien (ZVE)
- EMV- und HF-Labor
- Flip Chip-Linie
- Die- und Drahtbondzentrum
- Rolle-zu-Rolle-Anwendungszentrum
- Mikromechatronikzentrum
- Prozessentwicklung und Qualifikation für die Verpackung von Elektronik
- Qualifikations- und Prüfbereich für elektronische Baugruppen (QPZ)
- Electronics Condition Monitoring Labor
- Labor für thermomechanische Zuverlässigkeit

decken wir von der Materialcharakterisierung über die Unterstützung bei Fertigungsfragen bis hin zur Hilfe bei Qualitäts- und Zuverlässigkeitsproblemen die gesamte Wertschöpfungs- und damit häufig auch die gesamte Problemkette bei der Herstellung von Elektronik ab.

Drei unserer herausragenden Labore im Bereich Zuverlässigkeit sind:

:: Trainingszentrum für Verbindungstechnologien (ZVE)

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

:: Ihr Ansprechpartner: Dr. Ralph Stömmmer
Tel.: +49 (0)81 53 / 4 03-21
E-Mail: ralph.stoemmer@izm.fraunhofer.de

:: Qualifikations- und Prüfbereich für elektronische Baugruppen (QPZ)

Im Mittelpunkt des Qualifikations- und Testzentrums steht die anwendungsspezifische Qualifikation von neuen Lotlegierungen und Packaging-Lösungen für elektronische Baugruppen auf den unterschiedlichsten Substraten.

Alle Tests werden nach DIN EN, IEC, IPC und MIL-Standards durchgeführt. Baugruppeninspektionen und Fehleranalysen nach den Prüfungen beinhalten die Untersuchung von Gefügeveränderungen, des Wachstums der intermetallischen Phasen sowie der Rissausbreitung mittels Metallografie, REM/EDX-Analyse oder Focused Ion Beam (FIB)-Präparation.

:: Ihr Ansprechpartner: Dr.-Ing. Klaus Halser
Tel: +49 (0)30 / 4 64 03-2 75
E-Mail: klaus.halser@izm.fraunhofer.de

:: Electronics Condition Monitoring Labor (ECM)

Das ECM setzt den Fokus auf Funktionstests elektronischer Systeme bei Umgebungsbeanspruchungen, die über reine thermo-mechanische Belastungen hinaus gehen. Kombinierte Testverfahren, etwa Vibration in Kombination mit Feuchte und/oder Temperatur kommen beim ECM zum Einsatz. Eine genaue Zustandbestimmung der Baugruppe während der Tests findet zum einen durch die Messung degradationsabhängiger Parameter und zum anderen über die Erfassung der Beanspruchungen statt.

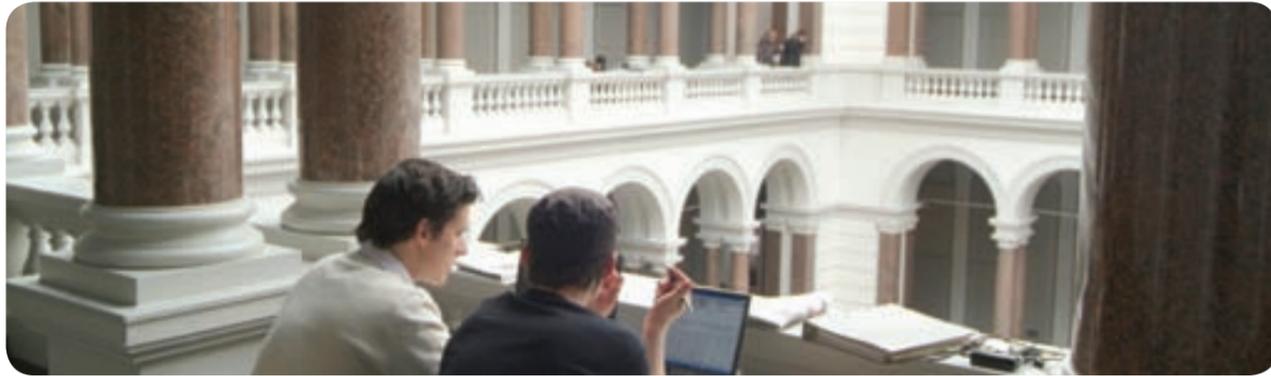
Die so erhaltenen Daten werden mit Ausfallmodellen verglichen und für den Entwurf und Test von Monitorstrukturen und zum Aufbau von Zustandsindikatoren herangezogen.

:: Ihr Ansprechpartner: Dr.-Ing. Olaf Bochow-Neß
Tel: +49 (0)30 / 4 64 03-2 18
E-Mail: olaf.bochow-ness@izm.fraunhofer.de



Abb. links: Testaufbau am EMV-Messplatz in der Absorberkammer

Zusammenarbeit mit Universitäten



:: Kooperation mit der TU Berlin

Mit der Technischen Universität Berlin besteht seit der Gründung des Fraunhofer IZM eine enge und fruchtbare Zusammenarbeit. Keimzelle dieser erfolgreichen Kooperation ist der Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik der TU Berlin. Dieser entstand 1987 auf Initiative der TU Berlin hin, unterstützt vom damaligen Bundesministerium für Forschung und Technologie sowie dem Berliner Senat.

Unter der Leitung von Professor Herbert Reichl entstand so eine der weltweit ersten wissenschaftlichen Einrichtungen auf dem Gebiet der Aufbau- und Verbindungstechnik. Mit der Gründung des Fraunhofer IZM steht Professor Herbert Reichl beiden Forschungseinrichtungen vor und sorgt so für einen regen wissenschaftlichen Austausch.

Beide Partner verfolgen mit der Smart System Integration das gleiche Ziel: Komponenten, die in unterschiedlichsten Technologien gefertigt sein können, auf oder in einem Trägersubstrat zu integrieren. Höhere Flexibilität, größere Ausbeuten und niedrigere Kosten bei hohen Integrationsdichten sind die Vorteile.

Bei der Verfolgung dieses gemeinsamen Ziels übernimmt der Forschungsschwerpunkt vermehrt den Part der Grundlagenforschung zur Aufbau- und Verbindungstechnik von Sensoren, Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik. Schwerpunkte der wissenschaftlichen Arbeit sind:

- Materialien und Prozesse für Integrationstechniken auf Wafer-, Chip- und Substratebene
- Polytronische Mikrosysteme

- Thermo-mechanische Zuverlässigkeits- und Materialcharakterisierung
- Nachhaltige Technologien
- Systemdesign und -modellierung

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

:: H-C3: Human Centric Communication Center

In der Forschung schafft die gemeinsame Nutzung von Geräten, Laboren und Infrastruktur für beide Seiten wertvolle Synergieeffekte. Das gemeinsame Auftreten in Forschungsprojekten verschafft beiden Partnern mehr Breite und Tiefe. Ein Beispiel hierfür ist das im Februar 2009 eröffnete „Human Centric Communication Center“, kurz „H-C3“.

Ziel dieser Initiative der Technischen Universität Berlin, an der über 50 Fachgebiete der TU sowie 11 außeruniversitäre Forschungsinstitute beteiligt sind, ist es, durch geeignete Hard- und Softwaretechniken Menschen einen intuitiven Zugang und Umgang mit der wachsenden Menge an Informationen zu ermöglichen. In fünf Forschungsgebieten, die neben technologischen auch ökonomische und soziologische Aspekte der menschlichen Kommunikation untersuchen, befassen sich das Fraunhofer IZM und der Forschungsschwerpunkt mit Design- und Integrationstechnologien zum Aufbau der benötigten Hardware sowie dem Energiemanagement in Netzwerken autarker Sensoren.



Prof. Karlheinz Bock

:: Professur für Polytronische Mikrosysteme an der TU Berlin für Karlheinz Bock vom Fraunhofer IZM

Mit der Berufung von Professor Dr.-Ing. Karlheinz Bock auf den Lehrstuhl für Polytronische Mikrosysteme konnte die Zusammenarbeit mit der TU Berlin inhaltlich wie personell vertieft werden. Im Vordergrund der Forschungsarbeiten auf diesem jungen Forschungsfeld stehen die Herstellung und Charakterisierung technologischer Oberflächen und Grenzschichten für polymere Bauelemente, insbesondere Kontaktverfahren zwischen Metallen, organischen Leitern und Halbleitern. Weitere Schwerpunkte sind die Mikro- und Nano-Strukturierung polymerer Werkstoffverbunde und Mehrlagentechnologien mit dem Ziel der multifunktionalen Integration.

:: Neues Technologiezentrum mit der Universität der Bundeswehr

Forscher des Fraunhofer IZM in München werden in den nächsten drei Jahren zusammen mit der Universität der Bundeswehr (UniBwM) ein Zentrum für multifunktionale On-Top-Technologien (MOTT) betreiben. Unter der Leitung von Prof. Dr. Ignaz Eisele werden anspruchsvolle Siliziumtechnologien und die kostenbewusste System-Heterointegration zusammengeführt.

Der Vorteil: Ein modularer Systemansatz erlaubt die Entwicklung eines Systems auf der Basis von Standard-Silizium-Wafern, auf denen dann nicht CMOS-kompatible Funktionalitäten wie etwa Höchsthfrequenzbauelemente, optische Bauelemente oder Sensoren und Aktuatoren modular aufgebaut werden können. Durch die Erfahrungen der Universität der Bundeswehr mit Standard-CMOS-Technologien und das Packaging-Know-how



Die Professoren Zöllner, Kutzler und Wolisz bei der Eröffnung des Human Centric Communication Clusters

für die Systemintegration am Fraunhofer IZM werden Synergieeffekte erzeugt, die dann neue, technologisch innovative Produkte ermöglichen.

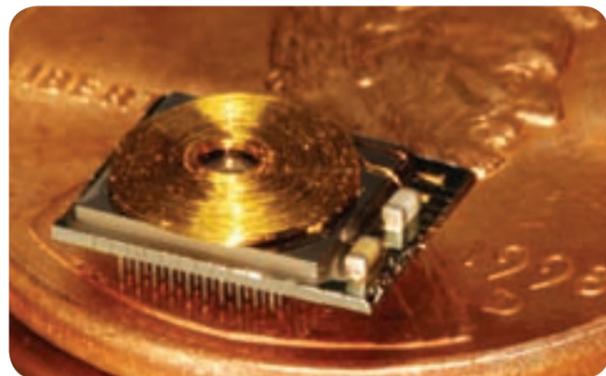
:: Zusammenarbeit mit der Universität Rostock

Mit der Universität Rostock kooperiert das Fraunhofer IZM erfolgreich im Bereich der Löttechnik für die Fertigung elektronischer Baugruppen. Hierbei stehen die Erforschung der wissenschaftlichen Zusammenhänge zwischen Benetzung, Porenbildung und Lötstellenqualität genauso im Fokus wie die grundlegende Erforschung von Herstellungsverfahren von elektronischen Baugruppen unter dem Einsatz der Mikrowellentechnik.

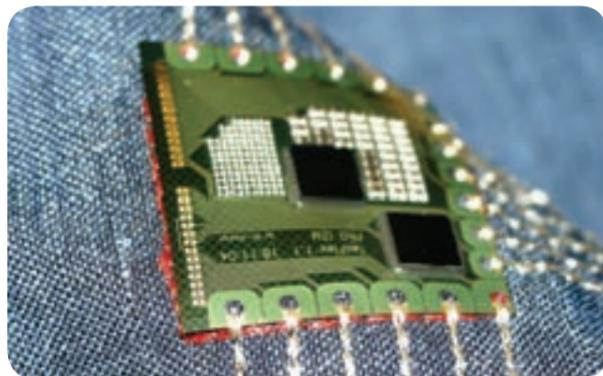
Universitäre Kooperationspartner des Fraunhofer IZM (Auswahl)

| |
|--|
| Tongji University Shanghai |
| Industrial Technology Research Institute Taiwan (ITRI) |
| Standard and Industrial Research Institute of Malaysia (SIRIM) |
| University of Tokyo |
| Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) |
| Georgia Institute of Technology |
| CEA Leti |
| Humboldt Universität zu Berlin |
| Technische Universität Dresden |
| Technische Universität Chemnitz |
| Technische Universität Bergakademie Freiberg |
| Universität Bonn |
| Universität Heidelberg |
| BTU Cottbus |

Internationale Forschungsk Kooperationen



Neuronales Interface - gemeinsam entwickelt durch Fraunhofer IZM und Universität Utah



Im Rahmen der Heterogeneous Technology Alliance HTA engagiert sich das Fraunhofer IZM im Bereich Wearable Electronics

:: 3DASSM – eine Kollaboration zwischen Industrie und Wissenschaft

Gemeinsam mit dem Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST, Daejeon, Südkorea) und dem Packaging Research Center (PRC) am Georgia Institute of Technology (Atlanta, GA) hat das Fraunhofer IZM das globale Industriekonsortium 3D All Silicon System Module (3DASSM) ins Leben gerufen.

Ziel ist es, Basistechnologien für derartige siliziumbasierte Systeme zu fördern, insbesondere in den Bereichen:

- Si-Interposer-Technologien mit extrem kostengünstigen Through Silicon Vias
- Fine Pitch-Verdrahtung
- Montage hochintegrierter Systeme für geringste Bauhöhen bei geringen Verarbeitungstemperaturen
- In Dünnschichttechnologie hergestellte passive Komponenten und
- hochzuverlässige Verbindungen zwischen Interposer und Leiterplatten

:: Kooperation mit der Universität Utah

Die Kooperation mit der Universität Utah wurde im Jahr 2005 initiiert. Basis waren zwei Projekte zum Thema "neurale Prothese", die mit den Kompetenzen des Fraunhofer IZM auf eine drahtlose Kommunikationsweise umgestellt werden sollen. Zur Unterstützung der Arbeiten in Utah wurden zwei Forscher des Fraunhofer IZM im Austausch nach Salt Lake City entsandt. 2008 wurde die Kooperation weiter vertieft. Das Fraunhofer IZM sponsort eine Forscherstelle an der Universität Utah zur Unter-

suchung von bioverträglichen Verkapselungstechniken. Neben den seit 2005 laufenden Forschungsprojekten mit Förderung durch die National Institutes of Health (NIH) sind auch Industriekooperationen intensiviert worden. So finden die Integrationstechniken des Fraunhofer IZM im Bereich der intelligenten Katheter wie auch in der Realisierung von Elektronikmodulen für die Verhaltensforschung ihre Anwendung.

Über den Schwerpunkt der Medizintechnik hinaus sind auch Entwicklungsarbeiten auf dem Gebiet miniaturisierter Kameraoptiken und optoelektronischer Komponenten initiiert worden.

:: Heterogeneous Technology Alliance (HTA)

Zusammen mit anderen Fraunhofer-Instituten und führenden europäischen Forschungseinrichtungen der Mikroelektronik (CEA-Leti aus Frankreich, CSEM aus der Schweiz und VTT aus Finnland) engagiert sich das Fraunhofer IZM in der Heterogeneous Technology Alliance (HTA). Die neue Allianz erlaubt es den Partnern, gemeinsam Themen weiterzuentwickeln, auf europäische Ausschreibungen zu reagieren und so den Vorsprung vor internationalen Wettbewerbern auszubauen.

Unter dem Namen „4-Labs“ bündelt die Allianz ihre Kompetenzen für gemeinsame Forschungsvorhaben für die Industrie, um so den Kunden Lösungen für innovative Produkte aus einer Hand anbieten zu können.

Weitere Informationen: www.hta-online.eu

Eigenständige Forschung und Entwicklung – Fraunhofer ENAS wird ins Leben gerufen



Gute Ideen und deren Umsetzung brauchen Freiraum, in dem sie sich entfalten können. Der Institutsteil Chemnitz des Fraunhofer IZM hat für seine MEMS- und Backend-Aktivitäten eine Vielzahl guter Ideen generiert und eine wirtschaftliche Stabilität gezeigt. Daher wurde der Institutsteil zum 1. Juli 2008 in eine selbstständige Fraunhofer-Einrichtung überführt.

Prof. Herbert Reichl, Leiter des Fraunhofer IZM, dankt in diesem Zusammenhang den Chemnitzer Kolleginnen und Kollegen für die langjährige, erfolgreiche Arbeit und gratuliert herzlich zur Selbstständigkeit als Fraunhofer-Einrichtung für Elektronische Nanosysteme ENAS. Geleitet wird die neue Einrichtung, wie schon zuvor der IZM-Institutsteil, von Prof. Thomas Geßner.

Die Chancen der Mikrosystemtechnik durch Anwendung von MEMS-Komponenten und neuartigen BEOL-Technologien sowie die in diesem Zusammenhang überzeugenden Marktaussichten führten 1998 zum Aufbau der Abteilung Micro Devices and Equipment des Fraunhofer IZM in Chemnitz. Seitdem hat sich dieser Bereich inhaltlich kontinuierlich weiterentwickelt (z. B. auch in Richtung Smart System Integration).

Ein wesentlicher Faktor für die äußerst erfolgreiche Arbeit ist auch die enge Kooperation mit der Technischen Universität Chemnitz, insbesondere mit dem Zentrum für Mikrotechnologien (ZfM), welches ebenfalls von Prof. Geßner geleitet wird. In Kooperation mit dem ZfM werden Themen der Mikro- und Nanoelektronik sowie

Mikro- und Nanotechnologien grundlagen- und anwendungsorientiert bearbeitet.

„Wir werden in der neuen Einrichtung unsere bestehenden Arbeitsgebiete Mikro- und Nanosysteme, Smart Systems Integration, Zuverlässigkeit von MEMS/NEMS und Back End of Line für die Mikro- und Nanoelektronik fortführen und insbesondere, wie der Name schon sagt, die Aspekte der Nanowelt berücksichtigen. Darüber hinaus werden wir bestehende Kooperationen aufrechterhalten und neue in Angriff nehmen“, umreißt Prof. Geßner die ENAS-Themenfelder.

Für die inhaltliche Weiterentwicklung in Richtung der Mikro- und Nanosysteme wird auch in Zukunft die enge Kooperation mit dem Fraunhofer IZM Berlin, insbesondere auf dem Gebiet der Nano-Aufbau- und Verbindungstechnik, weitergeführt. Die Kooperation wird von Zukunftsthemen (z. B. Carbon Nano Tubes, Nanokontaktierung, Systemzuverlässigkeit) bis hin zur technologischen Zusammenarbeit (z. B. MEMS-Packaging, Systemaufbau) reichen. Mit dem Fraunhofer IZM besteht darüber hinaus eine Kooperation im Bereich der 3D-Integration.

Das Fraunhofer IZM wünscht den Chemnitzer Kolleginnen und Kollegen weiter eine erfolgreiche Entwicklung.

Herbert Reichl, Klaus-Dieter Lang, Harald Pötter, Maik Hampicke

Moderne Packaging-Technologien - unverzichtbar für eine hochwertige Systemintegration

Das Electronic Packaging ist mit der zielgerichteten Erweiterung in Richtung Systemintegration auf dem Wege, sich zu einer fast alle Branchen unterstützenden Schlüsseltechnologie zu entwickeln. Systemintegration im Sinne des Fraunhofer IZM umfasst zwei aufeinander aufbauende Aufgabenbereiche. (1) Immer mehr Produkte werden mit nicht-digitalen Funktionen (etwa Sensoren oder Funkschnittstellen) aufgewertet. Damit ergibt sich die Herausforderung, verschiedenartige, meist in unterschiedlichen Technologien hergestellte Komponenten in einem Package zu einem (Sub)-System zusammenzufassen. Zum anderen verschmelzen diese Subsysteme immer häufiger mit dem aufnehmenden System und sind in der Folge hinsichtlich Bauraum, Umgebungsbedingungen und Kosten an dieses anzupassen. Obwohl die Anforderungen in den einzelnen Branchen höchst unterschiedlich sein können, lassen sich über alle Anwendungsfelder hinweg vier wesentliche Trends beobachten, die maßgeblich die weitere Entwicklung der Integrationstechnologien mitbestimmen werden.

:: Trend 1 – höhere Zuverlässigkeit

Drei Entwicklungen führen zu deutlich gestiegenen Anforderungen an die Zuverlässigkeit elektronischer Baugruppen und Systeme. (1) Je mehr der Elektronik funktionsbestimmende Aufgaben zukommen, umso deutlicher wird ein Ausfall vom Kunden wahrgenommen. (2) Die steigende Anzahl an elektronischen und mikrosystemtechnischen Komponenten in einem Produkt erhöht selbst bei konstanter Ausfallrate je Komponente die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls. (3) Die Belastung der Systeme nimmt zu, da die Elektronik mit immer rauerer Umgebungsbedingungen (Motor, Transportkisten, Fall auf Steinboden bei Handy etc.) konfrontiert wird. In der Folge werden seitens der Industrie maximale Fehlerraten bis herunter in den ppb-Bereich gefordert. Zusätzlich treten neben den klassischen Lebensdauertests neue Methoden wie etwa der Droptest oder kombinierte Lebensdauertests (Vibration, Temperatur und Feuchte) in den Vordergrund.

:: Trend 2 – Multifunktionalität

Die Integration von Sensoren und Aktoren ist Grundlage für viele Innovationen. Deutlich wird dies am Beispiel moderner Landmaschinen. (1) Die Sensorik hat hier die Aufgabe, den Prozess durch die Erfassung ernterelevanter Daten wie Ertragsmenge oder Feuchtegehalt wirtschaftlicher zu gestalten. Dabei bestimmen GPS-Empfänger die Position der Maschine auf dem Feld bis auf +/- 2 cm genau. (2) Die Rückführung dieser Informationen in den

Prozess ist dann Aufgabe der Aktorik. So können mit Hilfe der GPS-Daten Traktoren bei Spritz- und Düngearbeiten entsprechend genau gesteuert werden. Da der Eingriff häufig elektronisch getätigt wird, kommt der Integration von Leistungselektronik und dem Zusammengehen von Leistungselektronik und Signalverarbeitung eine bedeutende Rolle zu.

:: Trend 3 – Anpassung an einen vorgegebenen Formfaktor / 3D-Integration

Die Integration in vorgegebene Anwendungsumgebungen verlangt eine optimierte Anpassung an vorgegebene Formen. Dabei muss die Elektronik mit dem bestehenden Bauvolumen auskommen. (1) Miniaturisierungstechnologien oder stark gedünnte Komponenten bieten hier Lösungen an. (2) Dreidimensionale Systeme (3D-Integration) nutzen zusätzliche Freiheitsgrade und erweitern die Möglichkeiten für eine optimierte Kombination unterschiedlicher Technologien auch mit Potenzial für eine kostengünstigere Fertigung. Das Technologiespektrum reicht hier vom Stapeln von Gehäusen über das Stapeln von Chips oder das Einbetten von Komponenten in Zwischenlagen von Leiterplatten oder Substraten bis hin zur Silizium-3D-Integration. (3) Faltbare und / oder flexible Elektronik sowie kundenspezifisch geformte Packages ermöglichen einen anforderungsangepassten und gleichzeitig bauraumoptimierten Aufbau.

:: Trend 4 – Verringerung der Herstellungskosten

Das Image der low-cost-Elektronik wird sich beträchtlich wandeln, weg von der einfachen Anwendung hin zu technologisch, herstellungstechnisch und ökologisch optimierten Systemintegrationen für Produkte mit hohem Innovations- und Erlebniswert. Am Beispiel des stark wachsenden Segments der intelligenten „Consumer Electronics“ wird dieser Wandel deutlich: Auch diese Produkte bedürfen einer komplexen, aber preiswerten Elektronik bzw. Mikrosystemtechnik, um den Anforderungen der Verbraucher gerecht zu werden.

:: Integrationstechnologien: Zwei Ansätze bestimmen die Entwicklung

Um den Anforderungen seitens der Produktentwicklung und des Marktes gerecht zu werden, stehen mit dem Wafer Level Packaging und der Integration auf Modulebene zwei leistungsfähige Technologien unterschiedlicher Komplexität und unterschiedlicher Integrationsdichte zur Verfügung. Das intelligente Zusammenspiel dieser Technologiestränge, auch heterogene Systemintegration genannt, wird in Zukunft die Systemintegration prägen.



Markttrends bei der Systemintegration

:: Wafer Level Packaging

Bei dieser Technologie werden alle Prozessschritte auf Wafer Ebene, jedoch fast ausschließlich nach Abschluss der eigentlichen Frontend-Technologien durchgeführt. Ausgangspunkt dieses Ansatzes war die Herstellung von Chip Size Packages (CSP), bei denen die laterale Package-Größe mit den Chipabmessungen nahezu identisch ist. Die dafür notwendige Umverdrahtungsebene erlaubt das Einbringen von weiteren aktiven und passiven Komponenten. Zurzeit wird intensiv an 3D-Integrationstechnologien, am Einbetten von dünnen Komponenten und an Waferlevel-Moldinglösungen gearbeitet. Zukünftig werden zusätzliche funktionale Lagen eine größere Rolle spielen, bei denen zum Beispiel vorkonfigurierte Komponenten in Kavitäten oder Polymerlagen zur Realisierung von Subsystemen integriert werden.

:: Integrationstechnologien auf Modullevel

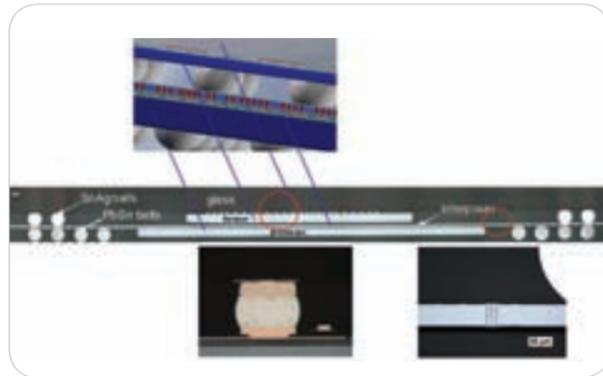
Getrieben durch eine verstärkte Nachfrage nach leistungsfähigen und dennoch preiswerten Lösungen werden auf Basis etablierter Technologien erweiterte Funktionalitäten auch auf der Package- oder Modulebene integriert werden (Heterointegration). Dabei können mehrere Komponenten in einem Standard-Package integriert oder es können funktionsorientierte Packages

explizit für die spezielle Anwendung bereitgestellt werden. Hintergrund dieses System in Package genannten Ansatzes (SiP) ist die Integration von einem oder mehreren ICs oder von Sensoren und weiteren passiven und aktiven Komponenten in einem gemeinsamen Package. Die anwendungsspezifischen Vorteile der SiP-Technologien ergeben sich vor allem bei der Anwendung von Sensor- und Mikrosystemen mit vorwiegend nicht-digitalen Parametern (zum Beispiel elektrisch-optisch oder elektrisch-mechanisch) und bei besonderen Anforderungen an Zuverlässigkeit, Bauraum oder Umgebungsbedingungen. Zusätzlich können über Einbettetechniken digitale wie auch nicht-digitale Funktionen in das Substrat integriert werden. Auch übernimmt das Gehäuse selbst neben Stabilitäts- und Schutzfunktionen immer mehr funktionale Aufgaben.

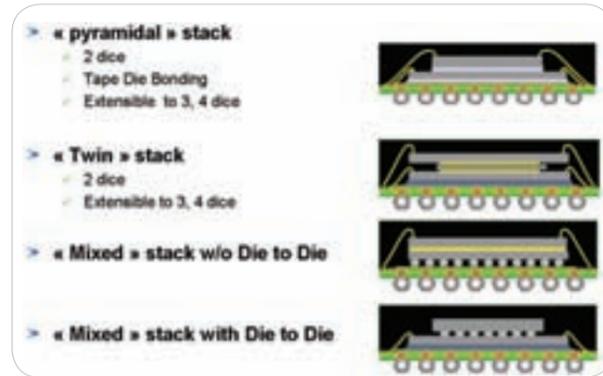
Letztendlich können nur durch eine heterogene Systemintegration auf Wafer-, Package- und Boardebene (3D-WLP, SiP, SoB) die Anforderungen zukünftiger elektronischer Systeme zuverlässig erfüllt werden. Die heterogene Systemintegration bietet dabei die Möglichkeit, die Vorteile von Halbleitertechnologien mit der hohen Flexibilität moderner Assembly- und Packagingverfahren zu nutzen.

M. Jürgen Wolf, Herbert Reichl

System in Package goes 3D



3D Imagesensor BMBF-Projekt KASS (Source Infineon/IZM)



Beispiele von 3D-Architekturen mit Drahtbond- und Flip-Chip-Technologie (Source: ITRS)

Die 3D-Systemintegration ist eine der bedeutendsten strategischen Schlüsseltechnologien im Microelectronic Packaging. Nur durch einen heterogenen 3D-Systemintegrationsansatz wird es möglich sein, den Anforderungen zukünftiger mikroelektronischer Systeme hinsichtlich Leistungsfähigkeit, Funktionalität und Miniaturisierung gerecht zu werden.

Die 3D-Systemintegration bietet die Möglichkeit, die Vorteile der Siliziumtechnologie mit einer hohen Flexibilität zur Herstellung von Systemen zu nutzen. Anwendungen werden vor allem in den Bereichen Transport und Mobilität, Sicherheit, Energie und Umwelt, Information und Kommunikation sowie Gesundheit gesehen. Produktbeispiele sind u. a. Imagesensoren, Fingerprint-Sensoren, drahtlose Sensorknoten, Memory Stacks, Health Monitoring Devices und Mikroprozessormodule.

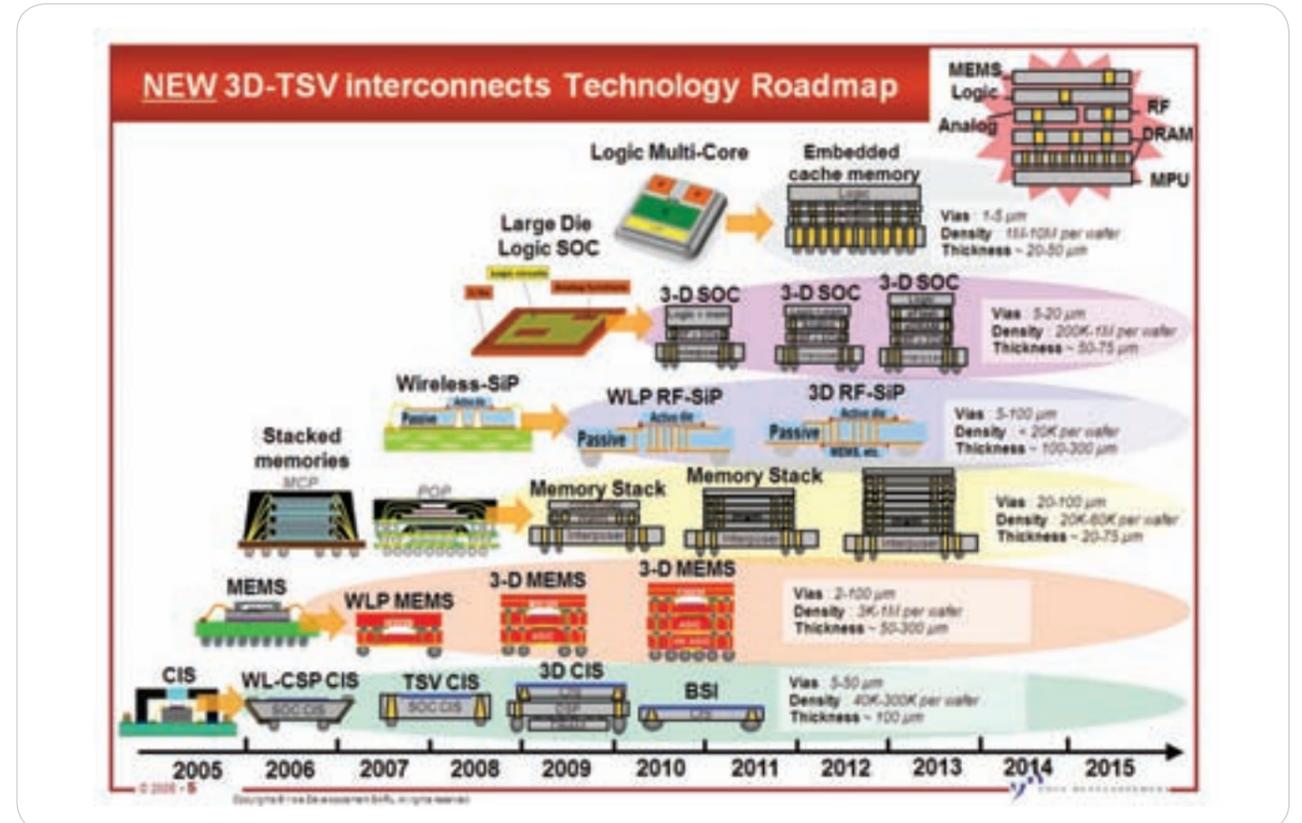
Eine Studie von Frost & Sullivan unterstreicht die Bedeutung des dreidimensionalen Packagings als einen der wichtigsten Lösungsansätze für die Elektronik- und Halbleiterindustrie: "A close look into the latest packaging solutions such as 3D packaging will show that packaging technologies have advanced to such an extent that they share a dominant role in maintaining advances in the semiconductor industry along the Moore curve" (Research Analyst K. Srinivasan, Frost & Sullivan).

Die technologischen Fortschritte, u.a. beim Waferdünnen und Molden, erlauben heute 3D-Aufbauten für Produkte mit hoher Ausbeute auf der Basis der Drahtbond- und Flip Chip-Technologie. Dieses Konzept wird bereits in zahlreichen Produkten eingesetzt. 3D-Silizium-Systemintegrationstechnologien auf der Basis von Wafer-Level-System-in-Package-Konzepten bieten den

Vorteil, „State-of-the-Art“-Devices in einem heterogenen Systemintegrationsansatz zu verwenden und gleichzeitig die Vorzüge hinsichtlich Formfaktor und elektrischer Performance durch kürzere Signallaufzeiten und niedrigeren Leistungsverbrauch voll nutzen zu können. Gleichzeitig ist sie in der Lage, auch höchstpolige Anschlüsse für 3D-Aufbauten zu realisieren. Dies ist ein besonderer Aspekt für Imagesensoren mit integrierter Signalverarbeitung sowie für die Realisierung von 3D-Multiprozessor-/Speichermodulen mit hoher Anschlusszahl und Leistungsdichte. Letzteres ist ein wichtiger Meilenstein für das zukünftige „Tera-scale Computing“. Dies sind die entscheidenden Gründe, warum weltweit die wissenschaftlichen und industriellen Entwicklungs- und Forschungsaktivitäten gerade auf dem Gebiet der 3D-Integration so stark im Blickpunkt stehen.

Auf internationaler institutioneller Forschungs- und Entwicklungsebene sind vor allem in Europa die Fraunhofer-Gesellschaft, das IMEC (Belgien) und LETI (Frankreich) sowie darüber hinaus das ASET und die Tohoku University (Japan), KAIST (Republik Korea), ITRI (Taiwan), IME (Singapur), RPI und GeorgiaTech (USA) zu erwähnen. Das Fraunhofer IZM nimmt hierbei einen der führenden Plätze ein und arbeitet zusammen mit Anlagen-, Material-, und Systemherstellern an einem Gesamtlösungsansatz.

Die wissenschaftlichen Arbeiten konzentrieren sich vor allem auf die Entwicklung von Stackingtechnologien auf der Basis einer Through-Silicon-Via-Technologie (TSV) mit hoher Dichte und Aspektverhältnissen, die Entwicklung von generischen Prozessabläufen für die Gesamtintegration inklusive des Handlings von gedünnten Wafern und Komponenten sowie die Komponentenmontage. Einen besonderen Schwerpunkt bildet auch die Design-/



3D-TSV Roadmap (Source: Yole)

Systemumgebung unter Einbindung der Technologie. Ziel ist ein Design-/ Technologie-Portfolio, das es gestattet, in Abhängigkeit von den Produkthanforderungen eine optimierte 3D-Aufbau- und Verbindungstechnik zu entwickeln, welche den Randbedingungen hinsichtlich funktionaler Leistungsfähigkeit, niedriger Herstellungskosten und effektiver Produktionsumsetzung genügt.

Die wichtigsten Herausforderungen für die Umsetzung zukünftiger 3D-Systeme umfassen u.a.:

- eine effiziente Design-Methodology unter Berücksichtigung der Systempartitionierung und standardisierter Interfaces
- die Verfügbarkeit eines integrierten Prozessflows inklusive Handling von gedünnten, großformatigen Wafern,
- die Verfügbarkeit einer kosteneffizienten TSV-Technologie
- Die-to-Wafer and Wafer-to-Wafer-Assemblierungstechniken

- Integrierte Testschnittstellen
- Zuverlässigkeitsaussagen und Lebensdauerabschätzungen auf der Basis von thermo-mechanischen Simulationsmodellen

Nur unter Einbeziehung all dieser Aspekte kann die 3D-Integration effizient umgesetzt werden und einen wichtigen Beitrag für die Entwicklung zukünftiger Mikrosysteme leisten.

Das Fraunhofer IZM hat in vom BMBF und von der EU geförderten Projekten die Through-Silicon Via-Technologie und das 3D-Komponentenstacking für Sensorknoten und Imagesensoren erfolgreich entwickelt und demonstriert.

Aufbauend auf diesen Ergebnissen wird das Fraunhofer IZM zukünftig verstärkt auf die anwendungsorientierte Entwicklung von 3D-Systemen fokussieren.

Thomas Schreier-Alt

Computermodelle und Sensoren bringen Licht ins Dunkel der Polymerverkapselung

Die Belastung elektronischer Bauteile während der Polymerverkapselung wird in der Prozess- und Produktentwicklung oftmals vernachlässigt. Doch auch scheinbar stressfreie Materialien wie Silikone und Epoxidharze entwickeln bei falscher Prozessführung beeindruckende Kräfte. Um solch unliebsame Überraschungen zu vermeiden, wird am Standort Oberpfaffenhofen der Verkapselungsprozess bereits vor Serienstart am Computer optimiert. Fließsimulationen erleichtern dabei die Materialauswahl und beantworten die Frage, mit welchen Verarbeitungsparametern sich ein System zuverlässig und kostengünstig verkapseln lässt.

:: Faser Bragg Gitter

- minimal invasive, optische Dehnmessstreifen

Auch bereits bestehende Produktionsprozesse lassen sich mit innovativer Sensorik analysieren: Dazu werden in eine Glasfaser mehrere Dehnungssensoren, die Bragg Gitter, eingeschrieben und mit dem Verkapselungsmaterial vergossen. Wie ein faseroptisches Nervensystem erfassen sie alle Dehnungen im Polymer, die auch auf das reale Elektronikbauteil einwirken:

- Reaktionsinduzierter Materialschrumpf
- Gelpunktbestimmung bei der Polymerisation: Erst hier entsteht eine kraftschlüssige Kopplung der Elektronik zum Polymer
- Temperaturbedingte Dehnungen
- Delamination des Polymers

Die Korrelation zu Laboruntersuchungen wie DSC-Analyse, Rheometer, TMA ist exzellent.

:: Der CMOS Stressmesschip

- ein mikroelektronischer Fahrtenschreiber

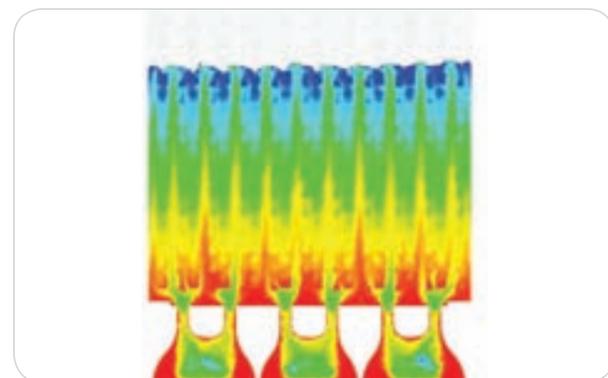
Das vom BMBF geförderte Projekt iForceSens hat die Leistungsfähigkeit einer weiteren Messmethodik zur Ermittlung von Bauteilspannungen und -belastungen durch prozess- oder anwendungsbedingte Einflüsse eindrucksvoll unter Beweis gestellt: Anstelle des zu untersuchenden Bauteils durchläuft der Stressmesschip alle Prozess- und Qualifizierungsschritte und zeichnet die Belastungen wie ein Fahrtenschreiber auf.

Auf Basis der etablierten CMOS-Technologie detektieren mehrere piezoresistive Strukturen die Spannungsverteilung auf dem Chip: Scherspannung, Temperatur, sowie die beiden Hauptspannungskomponenten in der Chipebene.

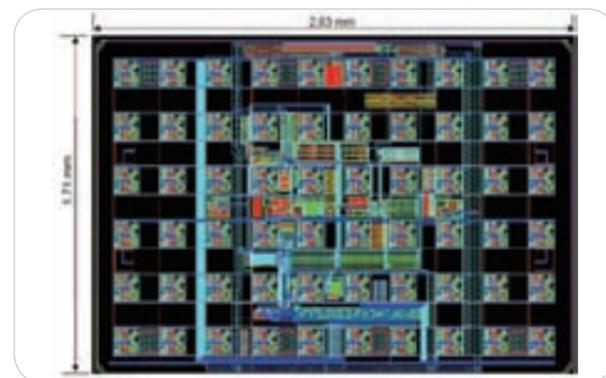
Insbesondere die hohe zeitliche sowie räumliche Auflösung ermöglicht ganz neue Einsichten in die Aufbau- und Verbindungstechnologien der Mikroelektronik:

- Stresseintrag beim Dünnen von Wafern und z.B. deren Einbettung in Leiterplatten
- Stresseintrag durch AVT-Prozesse, beispielsweise beim Aufkleben / Auflöten von Bauteilen
- Optimierung der Verkapselung hinsichtlich minimaler eingefrorener Spannungen und verringerter Substratverwölbung
- Zuverlässigkeitstests: Korrelation von Schadensbildern mit dem Stressverlauf ermöglicht ein „Structural Health Monitoring“

Für seine Arbeiten zum Thema Polymerverkapselungen wurde Dr. Thomas Schreier-Alt mit dem Fraunhofer IZM Forschungspreis 2008 geehrt.



Simulation der Polymerisation während des Overmoldings einer Leiterplatte mit QFN-Bauteilen



Sensor-Layout eines Stress-Messchips mit 6 x 10 Messzellen. Vier verschiedene Bauteilabmessungen stehen zur Verfügung

Hans Walter

Ermittlung von Kennwerten im Makro-Mikro-Nano-Bereich

In der Mikrosystemtechnik wird heute eine Vielzahl von innovativen Werkstoffen mit neuartigen Eigenschaftsprofilen eingesetzt. Die genaue Kenntnis des Werkstoffverhaltens ist für die Bestimmung der Zuverlässigkeit von entscheidender Bedeutung.

Da die entsprechenden Werkstoffkennwerte in der Regel herstellerseitig nicht in der für die thermo-mechanische Simulation und Optimierung der Zuverlässigkeit geforderten Genauigkeit vorliegen, müssen diese unter dem Einfluss der jeweiligen Umgebungsbedingungen ermittelt werden.

Die Beschreibung der Bauteil- bzw. Werkstoffeigenschaften erfolgt durch die Anwendung entsprechender Werkstoffgesetze bzw. theoretischer Werkstoffmodelle, durch Kenngrößen und Kennwerte. Hierfür sind Normprüfkörper der klassischen Werkstoffprüfung zur Beschreibung der Werkstoffeigenschaften im Mikro- und Nanomaßstab ungeeignet, da diese das reale Festigkeits- und Verformungsverhalten von Mikrokomponenten nur ungenau wiedergeben können. Zudem sind diese sehr materialintensiv und deshalb für die Entwicklung neuer, optimierter Werkstoffsysteme nur bedingt handhabbar.

Aus den genannten Gründen werden für die Bestimmung von Kennwerten im Mikro- und Nanomaßstab speziell entwickelte, kleine Prüfkörper und entsprechende Messmethoden benötigt bzw. gefordert.

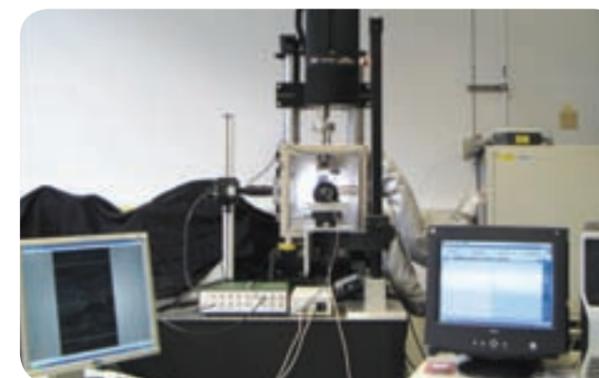
Neu entwickelte Bildkorrelationsverfahren untersuchen temperaturabhängige lokale in-plane-Verschiebungen

auf unterschiedlichen Oberflächen von miniaturisierten Prüfkörpern. Aus den dadurch ermittelten Längs- und Querdehnungen wurde beispielsweise die Querkontraktionszahl für eine Vielzahl an marktgängigen Polymeren temperaturabhängig ermittelt.

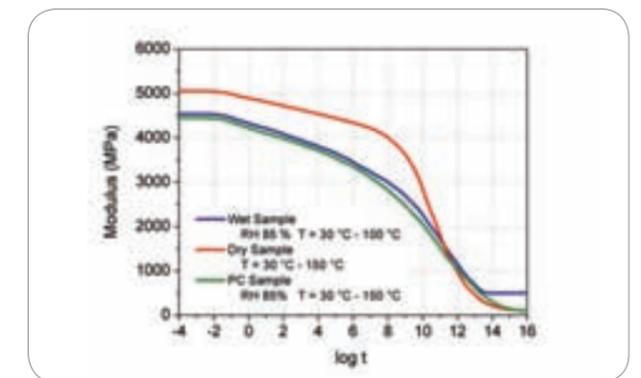
Grundvoraussetzung für die Anwendbarkeit bruchmechanischer Kenngrößen zur Zähigkeitsbewertung realer Strukturen ist die Geometrieunabhängigkeit der auch an miniaturisierten Prüfkörpern ermittelten Kennwerte. Eine Aufgabe der verwendeten Bruchkriterien ist es dabei, eine von der Belastung und der Riss- und Bauteilgeometrie abhängige charakteristische Werkstoffkenngröße einem entsprechendem Werkstoffkennwert gegenüberzustellen. An Lotwerkstoffen ist das zeit- und temperaturabhängige Werkstoffverhalten bedeutend für die Lebensdauerabschätzung durch Methoden der FE-Simulation. Mit Hilfe modifizierter Mini-Lap-Scherproben ist es möglich, das primäre und sekundäre Kriechverhalten unter zyklischer Belastung zu analysieren.

Viele Polymersysteme zeigen ein ausgeprägtes zeit- und temperaturabhängiges Werkstoffverhalten, so dass die Bestimmung dieser viskoelastischen Werkstoffkennwerte gegenwärtig Stand der Technik ist. Weiterhin wurden hierzu Methoden entwickelt, die an entsprechenden Prüfkörpern das feuchtesensitive Werkstoffverhalten charakterisieren. Der Einfluss der Feuchteumgebung auf das Werkstoffverhalten zeigt, dass die Feuchtediffusion eine Verschiebung der Glasübergangstemperatur und eine Abnahme der Modulwerte bewirkt und das viskoelastische Werkstoffverhalten deutlich verändert.

Für seine Arbeiten zur Ermittlung von Kennwerten im Makro-Mikro-Nano-Bereich wurde Dr. Hans Walter mit dem Fraunhofer IZM Forschungspreis 2008 geehrt.



Belastungsvorrichtung mit Bildanalyse-System (uniDAC-Edti-USB 2.0)



Einfluss der Feuchtigkeit auf das viskoelastische Werkstoffverhalten (Masterkurve)



KOOPERATION

IHRE VERBINDUNG ZU

028 :: DEN TECHNOLOGIEN DES FRAUNHOFER IZM

029 :: FRAUNHOFER IZM MARKETING

030 - 031 :: APPLIKATIONSZENTRUM SMART SYSTEM INTEGRATION

032 - 033 :: FORSCHUNGSGEBIETE UND -INHALTE

Ihre Verbindung zu den Technologien des Fraunhofer IZM



Drahtloses Sensornetzwerk



Auch hier wieder ein Publikumsrenner: Das eScrabble

Ganz gleich, ob Sie bereits im Bereich des Electronic Packaging zu Hause sind oder neu in die Technologie investieren wollen - wir unterstützen Sie bei Ihren Fragestellungen und begleiten Sie auf dem Weg. Sprechen Sie uns an!

:: Fraunhofer IZM Marketing – die Technologie kennen und in die Zukunft investieren

Sie sind im Electronic Packaging zu Hause und wollen wissen, mit welchen Technologien der Erfolg Ihres Unternehmens auch in Zukunft gesichert werden kann? Ihnen ist klar, welche Technologien Sie einsetzen wollen und Sie möchten von aktuellen Entwicklungen profitieren? Sie fühlen sich in der Technologie zu Hause und benötigen Unterstützung in der Entwicklung, Fehlersuche oder Optimierung Ihrer Produkte? In all diesen Fällen ist das Marketing des Fraunhofer IZM der richtige Ansprechpartner für Ihr Unternehmen.

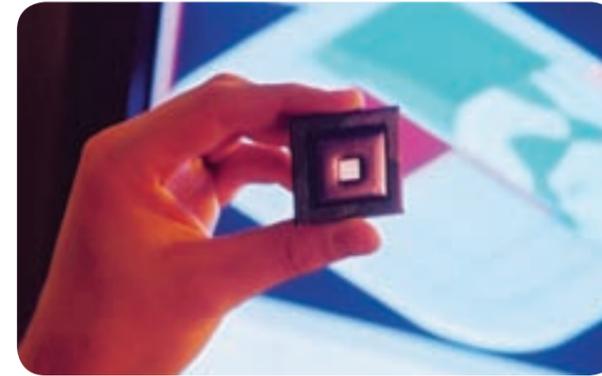
Wir leiten Sie an die entsprechende Fachabteilung weiter, nennen Ihnen Ansprechpartner oder organisieren Fachgespräche und Workshops mit unseren Experten. Dabei können Sie insbesondere von unserem umfangreichen Dienstleistungsangebot in der Aufbau- und Verbindungstechnik und der Vielzahl der am Fraunhofer IZM ständig weiterentwickelten Technologien profitieren.

:: Applikationszentrum Smart System Integration – Vorsprung sichern durch Einsatz neuer Technologien

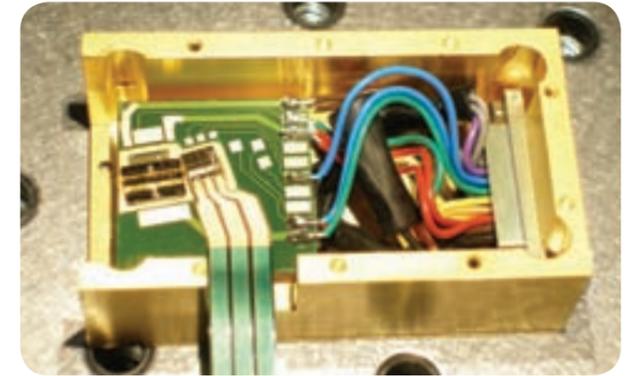
Sie wollen Ihre Produkte aufwerten, haben aber bislang nicht in elektronische Technologien investiert oder nutzen diese bislang nur im geringen Maße? Trotzdem wollen Sie von den Vorteilen moderner Aufbau- und Verbindungstechniken und der Mikrosystemtechnik profitieren und an unserem Know-how sowie dem Angebot des Technologietransfers partizipieren?

Dann führt Ihr Weg in das Applikationszentrum Smart System Integration, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt wird. Hier greifen wir Ihre Ideen auf und finden aus dem Technologieangebot des Fraunhofer IZM die passende Lösung für Ihre Produktumgebung. Hier beraten wir Sie, zeigen die technische Machbarkeit und konzipieren und entwickeln Lösungen, die auf Ihre Produkte zugeschnitten sind.

Fraunhofer IZM Marketing



Thermo-mechanische Simulation mikroelektronischer Komponenten



Aufbau eines grünen Lasers mit 20 mW

Sie benötigen Unterstützung bei der Entwicklung Ihrer Produkte und Prozesse und suchen den passenden Ansprechpartner? Sie haben Interesse an einem firmenspezifischen Technologieworkshop oder wollen von unserem Technologietransfer profitieren und an einem Workshop in einem speziellen Technologiefeld teilnehmen?

Unser Marketing-Team ist für Sie der erste Ansprechpartner. Wir stehen jederzeit zur Verfügung, leiten Sie an die entsprechenden Fachabteilungen weiter und beraten Sie gerne, wenn Sie unsere Dienstleistungen nutzen wollen. Unser Dienstleistungsangebot umfasst:

:: Firmenspezifische Technologieworkshops

Sie können unsere Angebote nutzen, um Ihre Technologien auf den Prüfstand zu stellen oder zu erfahren, welche Technologien auch in Zukunft für Ihr Unternehmen relevant sein könnten.

Wir bieten Ihnen firmenspezifische Workshops an. Unsere Fachleute stellen Ihnen die gesamte Bandbreite der aktuellen technologischen Entwicklungen im Bereich des Electronic Packaging vor. Gemeinsam mit Ihnen ermitteln wir die Technologien, die für Ihr Unternehmen und ihre Produktpalette die richtigen sind.

:: Workshops zu speziellen Technologien

Sie möchten Ihre Produktpalette erweitern oder verbessern und benötigen Unterstützung bei der Auswahl der geeigneten Technologie? Dazu können Ihre Fachleute mit unseren Experten diskutieren, um sich mit den Technologien vertraut zu machen und Vor- und Nachteile vor dem Hintergrund Ihrer Anforderungen kennenzulernen.

:: Beratung bei technologiespezifischen Fragen

Sie haben aktuelle technologische Fragestellungen und benötigen Unterstützung bei der Lösung in Ihrem Unternehmen. Sprechen Sie uns an, wir bringen Sie mit unseren Experten zusammen.

:: Ihre Ansprechpartner



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



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

Applikationszentrum Smart System Integration Fraunhofer IZM mit starkem Anwendungsbezug



Extrem dünner Transponder für Sicherheitsdokumente



Funkplatine im Zuverlässigkeitstest



Funkplatine, auf Simmerring einer Getriebewelle montiert

Entwicklungskapazitäten für Produkte der Mikrosystemtechnik zur Verfügung zu stellen und Produktideen schneller in konkrete Anwendungen zu bringen, das sind die wesentlichen Ziele des Applikationszentrums am Fraunhofer IZM. Damit wollen wir sowohl etablierte Unternehmen in der MST ansprechen als auch Firmen, die neu in die Mikrosystemtechnik investieren wollen. Das Applikationszentrum entstand aus einer Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und wird von diesem gefördert.

:: Unternehmen, die neu in die Mikrosystemtechnik einsteigen wollen

Das Applikationszentrum spricht besonders Unternehmen an, die bislang nur wenig Mikrosystemtechnik in Ihren Produkten eingesetzt haben, aber zukünftig von den Technologien des Fraunhofer IZM profitieren wollen.

Dabei können Firmen nicht nur unsere Entwicklungsunterstützung nutzen. Mit Beratungen zur Technologieauswahl, Erstellung von Machbarkeitsstudien und einem konsequenten Technologietransfer bis hin zur Vermittlung von Fertigungskapazitäten wird die gesamte Breite an Dienstleistungen angeboten, die notwendig ist, um eine Idee zu einem Produkterfolg werden zu lassen.

:: Unternehmen, die in der Mikrosystemtechnik etabliert sind

Aber auch den Firmen, die sich im MST-Bereich bereits etabliert haben, vermittelt das Applikationszentrum weiterentwickelte Technologien des Fraunhofer IZM, damit ihre Produkte auch in Zukunft erfolgreich am Markt bestehen können. Großer Nachfrage erfreuen sich hierbei

unsere Technologieworkshops und unser Angebot zur Vermittlung von Laborkapazitäten.

:: 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.

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.

:: Innovationsscout

Mit dem am Zentrum eingerichteten Innovationsscout bekommen Sie einen Ansprechpartner, der Sie berät, erste technologische Fragen beantwortet, Sie an Experten in den Fachabteilungen vermittelt und Sie bei Bedarf auf dem Entwicklungsweg am Institut begleitet.

:: Unterstützung bei der Produktentwicklung

Sie haben eine Produktidee, die Sie verwirklichen wollen und können die Machbarkeit, Qualität, Entwicklungsdauer und Kosten noch nicht beurteilen? Mit unserem Entwicklungs- und Dienstleistungsangebot, das Sie stufenweise in Anspruch nehmen können, haben Sie ein geringes Risiko bei der Entwicklung.

Eine Unterstützung bei der Produktentwicklung kann folgendermaßen aussehen.

- Wir fertigen zunächst eine Kurzstudie an, um die generelle Machbarkeit der Idee zu beurteilen und liefern erste Konzeptvorschläge für die Umsetzung. Auf Wunsch werden auch Patentrecherchen, Marktbeobachtungen zu vergleichbaren Produkten und grobe Kostenermittlungen für die Herstellung angefertigt. Als Ergebnis erhalten Sie ein auf Ihre Anforderungen abgestimmtes Lastenheft.
- Im zweiten Schritt werden die realisierbaren Lösungsvorschläge aufgegriffen und durch Berechnungen, Simulationen und Tests mit konkreten Zahlen hinterlegt. Im Ergebnis erhalten Sie ein Pflichtenheft.
- Als nächsten Schritt bieten wir die Entwicklung eines Funktions- oder Technologiemusters zur erstmaligen Umsetzung Ihrer Idee an.
- Auf Wunsch erfolgt auch die Weiterentwicklung zu einem Prototypen (Hardware, Software, Technologie). Damit wird das Funktionsmuster in ein herstellungsnahes Produkt überführt. Dies erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen, das später die Fertigung des Produktes übernimmt.
- Gerne unterstützen wir Sie bei der Suche nach Fertigungskapazitäten, sofern dies gewünscht ist.

Das Angebot findet immer mehr Anklang. So wurden im Rahmen des Applikationszentrums erfolgreich mehrere technische Studien über den Einsatz von Mikrosystemtechnik in der Medizintechnik oder dem Maschinenbau durchgeführt.

Gemeinsam mit Unternehmen wurde auch die Realisierung von Projektideen umgesetzt. Ein Vorhaben beinhaltete die drahtlose Anbindung eines in einem Getriebe untergebrachten Sensors an ein externes Netzwerk.

Sprechen Sie uns an. Wir unterstützen Sie gerne bei der Realisierung Ihres Produktes.

:: Ihre Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Harald Pötter
E-Mail: harald.poetter@apz.izm.fraunhofer.de
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-7 42

Dr.-Ing. Stephan Guttowski
E-Mail: stephan.guttowski@apz.izm.fraunhofer.de
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-6 32

Forschungsgebiete und -inhalte

:: SUBSTRATE INTEGRATION TECHNOLOGIES

Systemintegration & Verbindungstechnologien

- Neue Lote, Kleber, Drähte und Bumps
- Stromlose Umverdrahtung, Montage und Verkapselung auf Waferebene
- Bumpingtechniken (stromloses Ni/(Pd)/Au, Schablonendruck, mechanisches Stud- oder Ball-Bumping)
- Abscheidung und Spezifizierung funktionaler Schichten (galvanisch, stromlos)
- SMD-, CSP- und BGA-Montage
- Flip Chip-Techniken (Löten, Kleben, Thermokompression- und Thermosonic-Bonden)
- Die-Attach (Löten und Kleben)
- Draht- und Bändchen-Bonden (US, TS, Dickdraht und Bändchen)
- Flip Chip-Underfilling und COB-Glob-Topping
- Transfer-Molding von Flip Chips, COB und Komponenten auf Leadframe
- Potting und Schutzlackierungen, Hotmelt-Verkapselung
- Integration passiver (Drucktechnik) und aktiver Komponenten (Chip in Polymer, Chip in Textile)
- Faserkopplung und optische Verbindung zu planaren Wellenleitern, Faserlinsen und Laserfügen
- Elektro-optisches Board und faseroptische Sensorsysteme
- Dünnglas- und Silizium-Photonik-Packaging
- Materialien und Technologien für Chip on Board, Leistungselektronik und Hochtemperaturanwendungen
- Niedertemperatur-Aufbau- und Verbindungstechnologien
- Zuverlässigkeitsuntersuchungen für Verbindungstechnologien, z. B. Elektromigration, Interdiffusion und Ermüdung
- Qualifizierung von PCB Packages, Analyse von Fertigungsfehlern und fehlerhaften Verbindungen
- Schulungszentrum Packaging & Drahtbonden

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)
- Heterointegration multifunktionaler Sensorsysteme für Ambient Assisted Living (AAL)
- Biosensor und Biochipsysteme
- Analyse und Test integrierter Systeme

Mikro-Mechatronische Systeme

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

:: WAFER LEVEL INTEGRATION TECHNOLOGIES

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

High Density Interconnect &

Wafer Level Packaging

- Chip Scale Packaging
- Wafer Level Bumping
- Dünnschicht-Mehrlagenssubstrate
- Hochfrequenz-Mehrlagenssubstrate
- 3D-Integration auf Waferebene
- Tragbare Stromversorgung

:: MATERIALS, RELIABILITY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Micro Materials Center

- Deformations, 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)

Environmental Engineering

- Umweltfreundliches Produktdesign
- Analyse und ökologische Bewertung
- Systemzuverlässigkeit als Beitrag zur Nachhaltigkeit
- Condition Monitoring für Elektronik
- Ökologische und ökonomische Analyse von Technologien
- Nachhaltige Entwicklung von Elektronik

:: SYSTEM DESIGN

System Design & Integration

- Effiziente Entwurfsmethoden für Systeme basierend auf modernen Aufbau- und Verbindungstechnologien (SiP, MCM...)
- Entwurf & Realisierung hochminiaturisierter Mikrosysteme (weiterentwickelte RFID-Systeme, drahtlose Sensornetzwerke, Energiegewinnung aus der Umwelt ...)
- Physikalisches und mechanisches Co-Design von Packages- und heterogenen Mikro- & Leistungselektronikprodukten einschließlich deren 3D-Visualisierung
- Feldtheoriebasierte Methoden zur Modellierung und Analyse von elektromagnetischen Zuverlässigkeitsbelangen in der AVT
- Methoden zur Antennenentwicklung & Integration
- Modellierungsmethoden für mesoskopische und Nanostrukturen
- Entwurf & Charakterisierung von Filtern und passiven HF Frontend-Komponenten
- Aufbau- und Verbindungstechnologien in der Leistungselektronik – Entwurf, Integration & Charakterisierung
- Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) leistungselektronischer Systeme
- Anwendung und Optimierung von piezoelektrischen Komponenten und Systemen (piezoelektrische Transformatoren, Aktuatoren und Generatoren)

Mikromechanik, Aktorik & Fluidik

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



SUBSTRATE INTEGRATION TECHNOLOGIES

036 - 039 :: SYSTEMINTEGRATION & VERBINDUNGSTECHNOLOGIEN

LEITUNG: R. Aschenbrenner | rolf.aschenbrenner@izm.fraunhofer.de |
LEITUNG: Dr. M. Schneider-Ramelow | martin.schneider-ramelow@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 64 // +49 (0) 30 / 4 64 03-1 72

040 - 041 :: POLYTRONISCHE SYSTEME

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

042 - 043 :: PCB SOLDERING TRAINING/QUALIFICATION AND MICRO MECHATRONICS

LEITUNG: Dr. R. Stömmmer | ralph.stoemmer@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 81 53 / 4 03 - 21

Systemintegration & Verbindungstechnologien

KOMPETENZEN

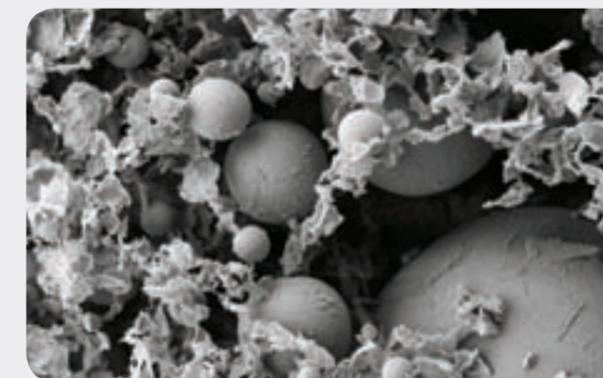
- Material- und Prozessentwicklung
- Montage- und Verkapselungslösungen
- Technologieservice und -transfer
- Qualitätssicherung und Schadensanalysen
- Muster- und Kleinserienfertigung
- Industrieorientierte Seminare
- Auditierte Schulung zur AVT (ESA, IPC)
- Entwicklung von Jetprozessen für hochviskose Medien, z.B. Die Attach und Glob Top
- Optische Kopplung zwischen nanophotonischen Wellenleitern auf Sol-Basis und optischen Faserarrays

HIGHLIGHTS

- Polyurethan-Substrate für dehnbare elektronische Systeme
- Dual-Chip SiP mit eingebetteten Komponenten
- Aufbau eines funktionalen 77 GHz-Radarmoduls durch Einbetttechnologien
- Verbesserte Prozesskontrolle durch die in-situ Integration der dielektrischen Analyse
- Einrichtung eines Wafer Level-Verkapselungslabors
- Technologieentwicklung zur Einzell-Zell-Handhabung und -Analyse auf Basis von Leiterplattenprozessen
- Erweiterung der in-situ Messkanäle bei der Zuverlässigkeitsprüfung auf 571



Textile Elektroden und Auswertelektronik für EMG-Weste



SiO₂ und Bentonit-Füllstoffe zur Verbesserung der Feuchtebarriereigenschaften von Verkapselungsmaterialien

KONTAKT

Leitung: R. Aschenbrenner
rolf.aschenbrenner@izm.fraunhofer.de
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 64

KONTAKT

Dr. M. Schneider-Ramelow
martin.schneider-ramelow@izm.fraunhofer.de
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 72

KURZBESCHREIBUNG

2008 fusionierten die Abteilungen Modulintegration und Board-Verbindungstechniken sowie Chip-Verbindungstechniken und führten die Bereiche Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Substratverbindungstechniken zur Abteilung Systemintegration und Verbindungstechnologien (SIIT) zusammen.

Die neue Abteilung beschäftigt rund 100 Mitarbeiter, die an der Entwicklung von Prozessen und Materialien für Verbindungstechniken auf Board-, Modul- und Package-Ebene sowie für die Integration elektrischer, optischer und leistungselektronischer Komponenten und Systeme arbeiten.

Hauptfokus ist die Verbindungs- und Verkapselungstechnik für das elektronische Packaging wie:

- Neue Lote, Kleber, Drähte und Bumps
- SMD-, CSP- und BGA- und Flip Chip-Montage
- Die-Attach (Löten/Kleben)
- Draht- und Bändchen-Bonden (US, TS, Dickdraht und Bändchen)
- Flip Chip-Underfilling und COB-Glob-Topping
- Injektionsverfahren von Flip Chips, COB und Komponenten auf Leitungsrahmen
- Isolierguss und Schutzschichten, hochschmelzende Verkapselung
- Einbetten von Chips
- Glasfaser- und flächige Wellenleiterverbindungen, Faserlinsen u. Laserschweißen
- Dünnglas- und Siliziumlaser-Packaging

TRENDS

Die Abteilung löst die Herausforderung des „Electronic Packaging“ durch die Kombination von Systementwicklung und Aufbautechnologien. Folgende Ziele werden verfolgt:

- Design- und Aufbautechnik für multifunktionale Verdrahtungsträger
- Heterogener Aufbau für System in Packages (SiPs) wie MEMS, ICs, Opto, HF, Passive, etc., auch als 3D-SiPs mit eingebetteten Komponenten und Power-ICs
- Evaluierung neuer Oberflächenschichten für kostengünstige AVT
- Hoch- und Niedertemperatur-Verbindungstechnologien
- Miniaturisierte Elektronik für moderne Diagnostik- und Therapieverfahren in der Medizintechnik
- Integration ultradünner Chips in faltbare Flexmodule, Multilayer- und Sicherheitskarten
- Alternative Löt- und Sintertechnologien für Power Module
- Multifunktionale Substrate und Packages auf Basis von Dünnglasfolien
- Technologien für optische Chip-zu-Chip-Kontakte
- LED-Module und Weißlichtkonversion

FORSCHUNGSERGEBNISSE

:: Integration gedünnter Chips

Die Integration dünner Chips in verschiedene Materialien wurde für verschiedene Anwendungsgebiete vorangetrieben.

Die Höhe geklebter und gelöteter Flip Chip-Kontakte musste dazu bis auf wenige Mikrometer reduziert werden. Funktionsfähige Chips von < 10 µm Restdicke wurden als Flip Chips in Polycarbonat-Sicherheitskarten integriert. Treiberchips von 50 µm Dicke mit 50 µm Pitch wurden in FR4 einlaminiert zur Realisierung passiver RFID-Module mit Display. Auch für den Aufbau kleinster gefalteter Module kommen die neuen Technologien zum Einsatz.

:: Integration in Textilien

Im Bereich der Integration von Elektronik in Textilien wurden die Prozesse und Materialien zur Herstellung textiler UHF-Transponder weiterentwickelt und optimiert, sodass die Module waschbar (bis 95 °C) sind.

Außerdem werden im Rahmen von Förderprojekten Technologien zur Herstellung leuchtender Textilien und Sensoren in Autositzen entwickelt.

:: Verkapselung

Im Bereich der Verkapselung lag ein Schwerpunkt im Präzisionsdosieren von nano- und mikro-funktionalisierten Materialien, hier vor allem auf der Dosierung von höherviskosen Materialien von 1 Pas bis > 300 Pas.

Die Erweiterung der analytischen Möglichkeiten in den Bereichen Reaktionskinetik, Rheologie und Feuchtediffusion bewirkten deutliche Fortschritte im Verständnis von Prozessen und Zuverlässigkeit. Durch Einbettprozesse wie Chip in Polymer und Chip in Duomer gelang es, ein hochintegriertes funktionales 77 GHz Radarmodul für Kfz-Anwendungen aufzubauen. Zur Evaluierung der Zuverlässigkeit von heterogenen Systemen wurde ein Rapid Prototyping-Prozess für SiPs auf Leiterplatten entwickelt. Im Rahmen eines deutschen öffentlich geförderten Projektes wurden Themen wie Wafer Level-Verkapselung und Thru Mold Vias (TMV) bearbeitet.

:: Bestückung

Im Bereich Platzierung/Assembly lag der Schwerpunkt auf der 3D-Integration von MEMS, Sensoren, SMDs und ICs. Weitergehende Forschungsarbeiten wurden auf dem Gebiet der berührunglosen Handhabung auf modifizierten Standardleiterplatten geleistet, hier durch Einsatz magnetischer Greifer und von Electrowetting-Prozessen [EWOD].

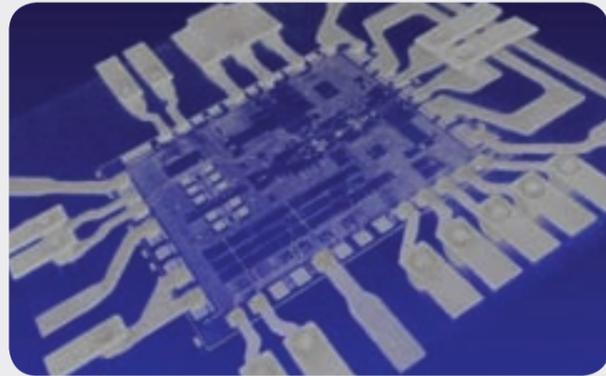
Systemintegration & Verbindungstechnologien

Leitung: R. Aschenbrenner
 rolf.aschenbrenner@izm.fraunhofer.de
 Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 64

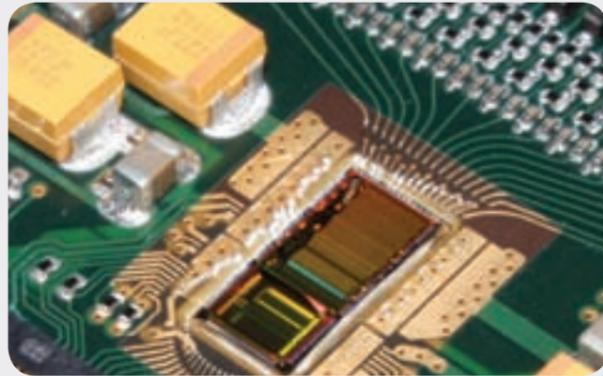
KONTAKT

Dr. M. Schneider-Ramelow
 martin.schneider-ramelow@izm.fraunhofer.de
 Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 72

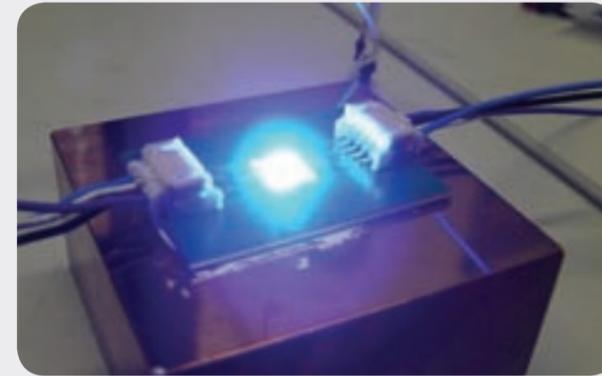
KONTAKT



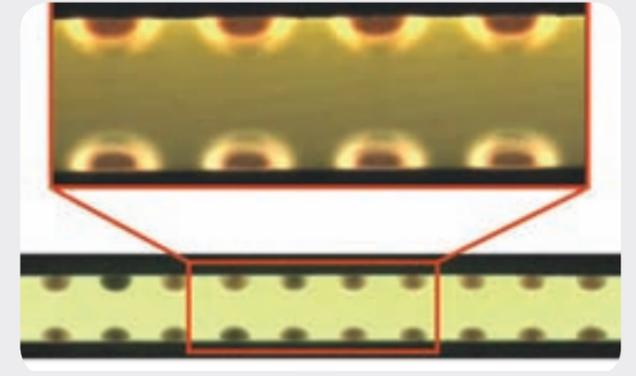
77 GHz Kfz-Radarmodul hergestellt in Einbetttechnologie



Drahtgebondeter ASIC (70 µm Bond Pad Pitch, AlSi1 Wedge/Wedge)



Zuverlässigkeitstests an einem neu entwickelten LED-Modul



Beidseitig optisch funktionalisiertes Dünnglas mit Wellenleiterdimensionen von ca. 53 µm x 110 µm und 250 µm lateralem und vertikalem Abstand

FORSCHUNGSERGEBNISSE

:: Dehnbare Systeme

In enger Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Berlin wurden im Rahmen des EU-Projekts STELLA Technologien entwickelt, die die Herstellung elektronischer Systeme auf dehnbaren Trägern ermöglicht. Anwendungsgebiete für dehnbare Elektronik sind insbesondere die Medizintechnik und die Integration elektronischer Funktionen in Textilien.

Als dehnbare Basismaterial für die elektronische Schaltung wird thermoplastisches Polyurethan verwendet. Auf dieses wird eine dünne Kupferfolie laminiert und anschließend fotolithographisch strukturiert. Längere Kupferbahnen zwischen den Komponenten werden dabei als Mäander ausgelegt. Damit können Leiterzüge einmalig auf bis zu 300% gedehnt werden, bevor sie brechen. Nach der Strukturierung des Leiterbildes auf der Polyurethanfolie wird Lötstopplack lokal aufgebracht, und die freiliegenden Leiterbahnen werden durch Laminieren einer weiteren Polyurethanfolie eingebettet. Das somit hergestellte dehnbare Substrat wird anschließend mit Komponenten bestückt und mit niedrigschmelzendem Zinn-Wismut-Lot elektrisch verbunden. Schließlich werden die bestückten Komponenten mit einer Polyurethan-Verkapselung versehen und damit mechanisch robust mit dem Substrat verbunden. Die dehnbaren Systeme lassen sich einfach weiterverarbeiten, indem sie beispielsweise durch Laminieretechnik mit textilen Trägern verbunden werden.

:: Interfacereaktionen beim Drahtbonds

Im erfolgreich abgeschlossenen AiF-Projekt „Mechanische Prüfverfahren für Mikroverbindungen elektronischer Schaltungen mit extrem verkleinerten Geometrien“ konnte nachgewiesen werden, dass die im Pulltest an Wedge/Wegde-gebondeten Dünndrähten angesetzten Qualitätskriterien auch bei Drahtdurchmessern < 25 µm weiterhin Gültigkeit haben.

Durch die - speziell bei dünneren Au-Drähten - gezielt durch Dotierungselemente erhöhten Drahtfestigkeiten ergeben sich allerdings veränderte Bruchbilder beim Au-Ball-Schertest. Der Bruch verläuft bei höherer Drahtfestigkeit in zunehmendem Maße durch die gegenüber dem Drahtmaterial weichere Al-Metallisierung, wie es auch schon von Cu-Ballbonds bekannt ist. Das führt dazu, dass die gängigen Richtlinien für Ball-Schertests (z.B. das DVS-Merkblatt 2811) überarbeitet werden müssen, was derzeit vom Fraunhofer IZM koordinierend in Angriff genommen wird. Untersuchungen zum Bonden mit Cu auf AlSi-Cu-Chipmetallisierung zeigen vielversprechende Ergebnisse in der Zuverlässigkeit bis 1.000 h bei 200 °C Temperaturlagerung.

Laufende Forschungsarbeiten zum Verständnis der Verbindungsbildung beim Cu-Drahtbonds werden 2009 weitergeführt.

FORSCHUNGSERGEBNISSE

:: 3D Wafer Level Montage

Die Montage von Chips auf einem Wafer erschließt neue Methoden und Technologien für die Systemintegration.

Hier haben sich drei Varianten herauskristallisiert:

- Flip Chip-Montage
- Permanenter Die-Bond für Dünnschicht-Umverdrahtung
- Rekonfigurieren auf Handlingswafer für Wafer-zu-Wafer-Bonds

Die Technologien wurden in verschiedenen Projekten, für Pitches bis 40 µm, mit mehr als 3.000 Chips pro Wafer, für ICs, MEMS und optoelektronische Komponenten demonstriert.

:: LED-Module und Weißlicht-Konversion

Die Leistungsgrenzen bei LEDs für die allgemeine Beleuchtung, Scheinwerfer oder Displays ist durch die Entwärmung begrenzt. Es werden daher Technologien für dünne, hochtemperaturfeste Verbindungen mit geringem thermischen Widerstand entwickelt: AuSn-Löten, Sintern und TC-Bonds. Für Weißlicht-LEDs werden homogene Polymerfilme mit Wellenlängenkonvertern hergestellt und in Gehäuse integriert.

:: Hochtemperatur-Verbindungstechnik

In der Hochtemperatur- und der Leistungselektronik werden neue Verbindungstechniken angewandt, um den thermischen Widerstand zu senken und die Zuverlässigkeit zu erhöhen: AuSn-Lot bei GaN und SiC, Sintern, Diffusionslöten und Amalgame.

:: Wellenleiter in Dünnglas

Entwickelt wurde ein doppellagiges Laminat in nur einer Folie aus Dünnglas. Aufgrund seines dielektrischen Verlustfaktors von $\tan \delta \approx 6 \cdot 10^{-3}$ und einer Dielektrizitätszahl von $\epsilon_r \approx 7$ ist es bestens für Hochfrequenzanwendungen geeignet.

Wegen ihres Na-Gehaltes sind in diesem Glas optische Multimode-Wellenleiter mit Gradientenbrechungsindex durch Metallionenaustausch aus der Salzsäure herstellbar. Arrays aus 2x12 Wellenleitern mit einer Dämpfung von < 0,1 dB/cm @ 850 nm wurden realisiert und mit FR4-Basismaterial verpresst. Die gemessene numerische Apertur der Wellenleiter beträgt NA = 0,2.

:: Neue optische Koppellemente

Neue optische Koppellemente für elektro-optische Leiterplatten, Sensoren und zur Kopplung von Silicon Photonics Chips sind entwickelt worden.

Die speziellen Koppellemente auf Basis von Dünnglas mit integrierten Wellenleiterarrays wurden grundlegend entwickelt und mit weiteren Funktionalitäten ergänzt, sodass ein vollständiges Technologiekonzept des Glas-Packagings möglich ist.

Polytronische Systeme

KOMPETENZEN

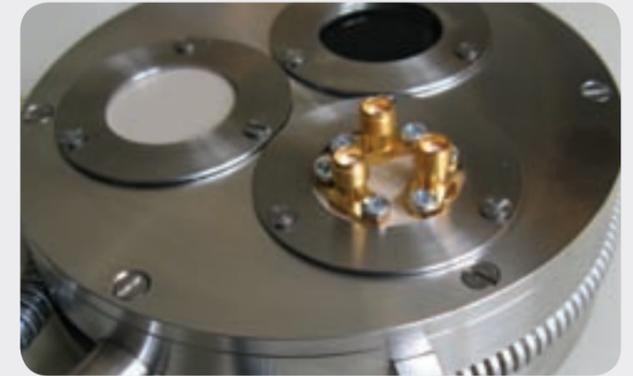
- Polymerelektronik und -mikrosysteme
- Ultra-dünne Siliziumchips
- RzR- oder Fast-Sheet-Prozesse für flexible Elektronik
- Multifunktionale Biosensorsysteme für Gesundheits-, Umwelt- und Prozessüberwachung
- Analyse und Test integrierter Schaltungen

HIGHLIGHTS

- Heterointegrationstechniken für Polymerfolienelektronik (Sensorarmband)
- Hydrogel-Wellenleiter Biosensor für Calcium und Glucose
- Mobiler elektrostatischer Carrier für dünne Wafer
- Gold-Nanorasen für kalte Verbindungstechnik
- "Capacitive coupled TLP"



Sensorarmband zur Patientenüberwachung



Miniaturisierte Klimakammer

KURZBESCHREIBUNG

Die Abteilung Polytronische Systeme entwickelt Komponenten und Heterointegrationstechnologien für „Large Area Electronics“, insbesondere für Anwendungsfelder wie „Ubiquitäre Systeme“, z. B. die Kombination von Elektronik mit anderen Komponenten wie Sensoren und Batterien oder mit Mikrosystemen wie Plastik-MEMS, Lab-on-Chip, zu einem System. Die Entwicklung von Sensoren und Analog- und Digitalelektronik auf Basis von organischen Halbleitern, die mittels kostengünstiger Rolle-zu-Rolle- oder Fast-Sheet-Prozessen gefertigt werden, ermöglicht die Integration von Elektronik auf flexiblen Plastikfolien, aber auch allen anderen Substratmaterialien.

Hochspezialisierte Herstellungsprozesse für dünne Siliziumsubstrate bis hin zu flexiblem Silizium mit 10-30 µm Stärke werden als integrierte Prozesse von Dünnungs-, Handhabungs- und Vereinzlungsprozessen entwickelt und unterstützen den Ansatz der Heterosystemintegration. Nanotechnologien, wie Nanokontakte (Nanorasen), Oberflächenprogrammierung und die Selbstorganisation zum Chip Assembly, werden erforscht.

Einzigartig ist hierbei das 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 (Ambient Assisted Living, AAL) 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 RFID-Technologie führen bereits heute zu neuen Anwendungen in der Logistik, sowie der Prozess- und Medizintechnik.

Technologien zur Beschichtung, Strukturierung und Mikrobearbeitung werden für großflächige elektronische Systeme zur Herstellung von Mehrlagensystemen eingesetzt, in die mittels Heterointegration funktionale Schichten, z. B. in Form polymerbasierter Sensorfolien oder integrierter polymerelektronischer Schaltungen auf Folien, eingebracht werden. Von hohem Interesse sind in solchen Anwendungen auch auf flexiblen Substraten integrierte gedünnte klassische Komponenten wie ultra-dünne Siliziumchips, Sensoren oder MEMS.

Das "Rolle-zu-Rolle"-Anwendungszentrum zielt auf die Fortentwicklung dieser Technologien bis hin zu kostengünstigen Mikrosystemen, z. B. für den Einmalgebrauch, die angesichts des rapiden technischen Fortschritts im Bereich Life Sciences von hohem Interesse sind. Für die Gesundheits-, Umwelt- oder Prozessüberwachung steht die kundenspezifische Entwicklung voll integrierter, hochfunktioneller polymerbasierter (Bio-)Sensorsysteme zur Verfügung.

FORSCHUNGSERGEBNISSE

:: Smart Plastics

Ein Schlüssel für die Zukunft von flexiblen elektronischen Systemen sind Technologien zur Verbindung von verschiedenen polymeren Schichtkomponenten, wie Polymerelektronik, Solarzellen, gedruckten Batterien, Displays und Sensoren, zu einem flexiblen System.

Die notwendigen Heterointegrationstechniken auf Polymerfolie wurden im Fraunhofer Smart Plastic Projekt an einem autarken Signage-System demonstriert, in dem organische Photovoltaik, flexible Batterien, Energiemanagement, Displayelemente und ein Sensorinterface auf einem Plastikfoliensubstrat integriert wurden.

:: Handhabung dünner Wafer

Techniken zur Handhabung und Prozessierung von Silizium-Wafern mit einer Dicke unter 100 µm sind eine grundlegende Voraussetzung für eine Vielzahl von Halbleiterprodukten. Das patentierte Konzept der mobilen elektrostatischen Träger ("E-Carrier", EP 1305821B1) ermöglicht das sichere Prozessieren sehr dünner Wafer.

Die Funktionsfähigkeit von E-Carriern aus Silizium-Wafern mit Durchkontaktierungen von der Vorder- zur Rückseite für das Laden und Entladen der Träger wurde nachgewiesen. Dünne Wafer können nach einmaligem Aufladen reversibel auf dem Träger fixiert werden.

:: Nanorasen

Eine vollständig neue Verbindungstechnik stellt ein Kontaktierverfahren mittels Gold-Nanorasen dar. Damit lassen sich wesentlich höhere Integrationsdichten als z.B. mit Flip-Chip-Techniken erreichen.

Dieser Nanorasen wird durch nanoskalige Lithographie und Through-Mask-Electroplating auf Bondpads erzeugt. Beim Verbinden der beiden Flächen unter Druck kommt es schon bei Raumtemperatur zu Kaltverschweißen. Der Widerstand einer 25 µm x 25 µm Einzelverbindung beträgt etwa 1 mOhm. Daisy Chains mit 360 Gliedern bestätigten die hohe Zuverlässigkeit und die sehr guten elektrischen Eigenschaften.

:: Analyse und Test von Integrierten Systemen ATIS

Die Gruppe ATIS hat im Bereich ESD erstmalig auch an 90 nm CMOS Bausteinen gezeigt, dass das patentierte Capacitive Coupled Transmission Line Pulsing (CC-TLP)-Verfahren mit höchster Präzision und Reproduzierbarkeit Ausfälle nach dem Charged Device Model erzeugt und so sehr teure Fehlentscheidungen vermeiden hilft.

Eine nur 168 cm³ große Miniaturklimakammer erlaubt transiente Untersuchungen an kleinen Aufbauten der Hochfrequenztechnik oder Polymerelektronik.

PCB Soldering Training / Qualification and Micro Mechatronics

Dr. Ralph Stömmmer
 ralph.stoemmer@izm.fraunhofer.de
 Fon: +49 (0) 81 53 / 4 03-21

KONTAKT

Dr. F. Ansorge
 frank.ansorge@mmz.izm.fraunhofer.de
 Fon: +49 (0) 81 53 / 9 09 7-5 00

KONTAKT

KOMPETENZEN

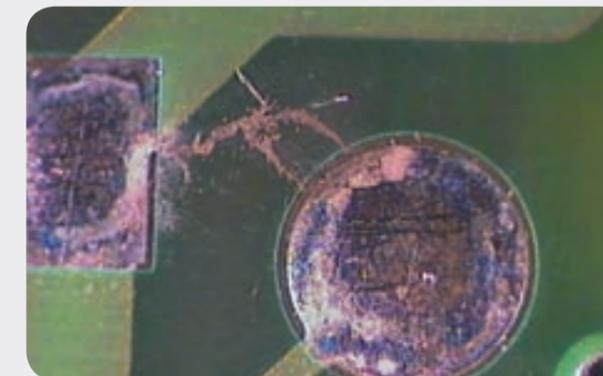
- Prozesssimulation für Aufbau-, Verbindungs- und Verkapselungstechnologien
- Funktionale Rapid-Technologien
- Konstruktion, Aufbau und Bewertung mikro-mechatronischer Packages
- Qualitätsuntersuchungen und Zuverlässigkeitstest für Lötverbindungen mittels Temperaturwechsel-, Klima-, und Vibrationstests
- Zerstörungsfreie und zerstörende Analytik an Baugruppen und Mikrosystemen (Röntgenanalytik, Metallographie sowie Rasterelektronenmikroskopie zur Ursachenanalyse bei Ausfällen und Funktionsstörungen)
- Schulungen nach IPC- und ESA-Normen

HIGHLIGHTS

- Prozess-Simulation bei der Verkapselung von Mikro-Systemen mit unterstützender Messtechnik
- Verkapselungstechnologie für mechatronische Module
- Generative Verfahren der Mikro-Elektronik
- Schadensanalyse von komplexen Systemen
- Bewertung der Zuverlässigkeit unter Extrembedingungen



"Integrated Electronics": Generativ hergestelltes Sensorgehäuse



Lötstopplack ist kein Schutz bei Betauung

KURZBESCHREIBUNG

:: Das IZM am Standort Oberpfaffenhofen

Das Mikro-Mechatronik-Zentrum und das Zentrum für Verbindungstechnik in der Elektronik erarbeiten am Standort Oberpfaffenhofen des Fraunhofer IZM (Oberpfaffenhofen) durch die langjährige industriennahe Praxiserfahrung besonders effiziente Technologie- und Systemlösungen. Diese können durch Schulungen und Seminare an Unternehmen transferiert werden.

:: Mikro-Mechatronik-Zentrum

Das Mikro-Mechatronik-Zentrum entwickelt Technologien für mechatronische Systeme, die mechanische, optische, elektrische, chemische und Software-Funktionalitäten 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, um den Marktbedarf kleiner und mittlerer Unternehmen sowie großer Firmen zu unterstützen.

:: Trainingszentrum für Verbindungstechnologien (ZVE)

Das ZVE bietet ein industrieorientiertes Schulungs- und Weiterbildungsprogramm zu den Bereichen Prozess, Fertigung und Produktprüfung an. Weitere Schwerpunkte sind die Qualifizierung von Prozessen, Mikrosystemen und Baugruppen sowie die Schadensanalytik.

Das ZVE legt einen besonderen Schwerpunkt auf den Bereich Dienstleistungen. Mittels Röntgenanalytik, Metallographie und Rasterelektronenmikroskopie werden die Ursachen für Ausfälle und Funktionsstörungen bei elektronischen Baugruppen analysiert und Abhilfemaßnahmen zur Schadensvermeidung erarbeitet. Zur Ermittlung der Zuverlässigkeit von Lötverbindungen werden Temperaturwechsel-, Klima-, und Vibrationstests durchgeführt. Durch SIR- und Betauungstests ist die Bestimmung der Ausfallwahrscheinlichkeit von Baugruppen durch Flussmittelrückstände unter Feuchteeinwirkung möglich.

Lötbarkeitsprüfungen nach DIN EN- bzw. J-STD-Standards dienen zur Vermeidung von Lötfehlern.

FORSCHUNGSERGEBNISSE

:: Generative Verfahren in der Mikro-Elektronik

Im Rahmen der Tätigkeiten der Allianz Rapid-Prototyping der Fraunhofer Gesellschaft werden in Oberpfaffenhofen verschiedene generative Verfahren erprobt und im Sinne einer mechatronischen Package-Integration weiterentwickelt. Im Vordergrund stehen die Einbettung von Halbleitern und Komponenten in generativ hergestellte Gehäuse und deren elektrische Kontaktierung. Besonderes Augenmerk wird auf formlose Herstellung von Gehäusen, z. B. im Bereich Medizintechnik, gelegt. Mit der Zusatztechnologie „Integrated Electronics“ können diese Gehäuse „intelligent“ und mit integrierter Sensorik ausgestattet werden. Mechatronische Ansätze lassen ebenfalls „Integrated Assembly“ zu. Damit können konventionelle Fertigungsabläufe der Aufbau-, Verbindungs- und Verkapselungstechnologie vereinfacht werden.

:: Zuverlässigkeit von Baugruppen bei Extrembedingungen

Besonderes Augenmerk wird auf die Qualifikation von Baugruppen gelegt, welche z. B. thermischen, mechanischen oder klimatischen Beanspruchungen ausgesetzt sind. Neben der Bestimmung von spezifischen Schadensmechanismen, werden auch die erforderlichen Voraussetzungen für einen Schutz der Baugruppen ermittelt. Dazu kann in Experiment und Simulation die Wirkung von Schutzlacken, Gussmassen und Verkapselungen analysiert werden. Die Auswirkung von Flussmittelrückständen auf die Qualität von Lötstellen rundet die Tätigkeiten ab.

:: Projekt: ForPhoton

Im Verbundprojekt ForPhoton wurde eine Strahlumlenkeinheit entwickelt und es wurden erste Funktionsmuster realisiert. Der mittels generativen Verfahren hergestellte Gehäusekörper der Einheit ist prinzipiell für eine integrierte Kontaktierung und Montage geeignet. Im Arbeitspaket "Montage hybrider optischer Mikrosysteme in einer flexiblen Montageanlage" wurde ein Mikrospiegel hochpräzise in die Trägerstruktur eingebaut. Eine speziell entwickelte Vergusstechnik schützt das Ensemble vor Umgebungseinflüssen.

Das Vorhaben wird durch die Bayerische Forschungsstiftung gefördert. Projektpartner sind das iwb, die Unternehmen Amitronics und STM.

:: Projekt: Entwicklung eines neuen Prüfverfahrens zur Klassifizierung von Flussmitteln

An elektronischen Baugruppen, die einem Selektivlötprozess ausgesetzt waren, treten zunehmend Ausfälle auf, die durch Flussmittelrückstände in Verbindung mit Feuchtigkeit verursacht werden, obwohl die verwendeten Flussmittel bei der Klassifizierung den SIR-Test bestanden hatten. In dem Vorhaben werden neue/modifizierte Prüfverfahren entwickelt, die reproduzierbare Aussagen über die Wirkungsweise der Flussmittelrückstände unter Feuchteeinwirkung zulassen. Bei Nachweis der Eignung soll dieses Verfahren den derzeit genormten SIR-Test ersetzen. Das Vorhaben wird durch den AIF/DVS gefördert.



WAFER LEVEL INTEGRATION TECHNOLOGIES

046 - 047 **:: SILIZIUMTECHNOLOGIE
UND VERTIKALE SYSTEMINTEGRATION**
LEITUNG: Dr. P. Ramm | peter.ramm@izm-m.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 89 / 5 47 59-5 39

048 - 049 **:: 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

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

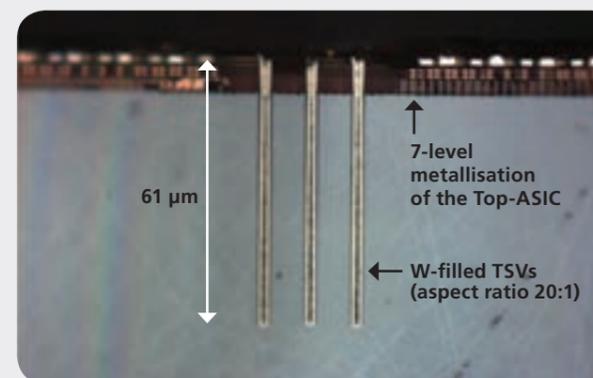
KONTAKT

KOMPETENZEN

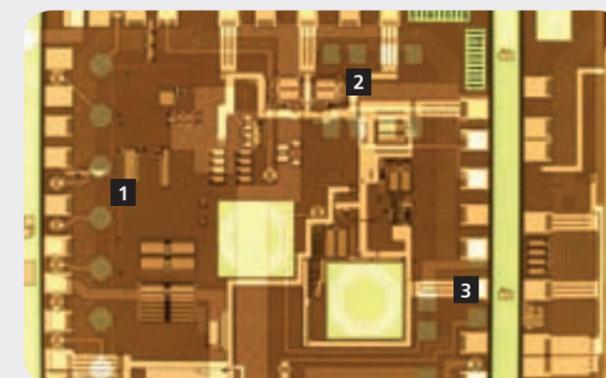
- Wafer-Technologie
- Funktionale Schichten
- Prozess & Design Integration
- Innovative Si- und SiGe-Technologien
- Vertikale Systemintegration
- Kundenspezifische Lösungen
- Entwicklung von Teststrukturen und Gesamtprozessen
- FuE Technologielinie: 200 mm CMOS-Prozesstechnik

HIGHLIGHTS

- 3D-Integration heterogener Systeme (3D-IC/MEMS-Stapel) auf der Basis von post-BeOL TSV-Technologien
- Herstellung CMOS-kompatibler elektrostatischer Trägerwafer (200mm) für Chip-to-Wafer Handling: e-Chuck
- Herstellung 3D integrierter Produkt-Chips mittels Through Silicon Via-Technologie
- Wiley's "Handbook of 3D Integration" (August 2008), herausgegeben von Phil Garrou, Chris Bower und Peter Ramm



Querschnitt eines ASIC-Chip mit Wolfram-gefüllten TSVs zur Bildung eines 3D integrierten ASIC/MEMS-Stapels



Aufsicht auf das Top-ASIC eines 3D-IC-Stapels, vorbereitet für das Assembly weiterer Komponenten: Pads für Sensor (1), BAR (2) und Wirebonds (3)

KURZBESCHREIBUNG

Aufgabengebiete der Abteilung sind die Prozessintegration neuer Materialien und Verfahren der siliziumbasierten 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 fertigprozessierte 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. Umgebungszintelligenz (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.

FORSCHUNGSERGEBNISSE

Das seit mehr als zwei Jahrzehnten in der Münchner Abteilung aufgebaute Know-how zur 3D-Integration von fertig prozessierten ICs konnte durch Entwicklungsarbeiten zur 3D-Integration heterogener Systeme, bestehend aus Sensor-Komponenten und ASIC-Chips modernster Technologien, weiter ausgebaut und vertieft werden. Dabei wurden sowohl die Through-Silicon Via (TSV) als auch die Solid-Liquid-InterDiffusion (SLID)-Technologie hinsichtlich Prozessstabilität und Zuverlässigkeit optimiert.

Im Rahmen des von der EU geförderten e-CUBES®-Projektes wurde ein „post Backend-of-Line Via first“-Ansatz für die 3D-Integration eines ASIC-MEMS-Stapels, bestehend aus zwei ASICs und einem Drucksensor, realisiert. Innerhalb vordefinierter freier Flächen des Top-ASICs wurden W-gefüllte TSV-Strukturen mit einem Aspektverhältnis von 20:1 platziert. Zur Ätzung sämtlicher Intermetall-Dielektrika einer 7-Lagen-Metallisierung (Dicke ca. 8 µm) wurde eine spezifische RIE-Ätzsequenz und für die Siliziumätzung (ca. 50 µm) ein optimierter DRIE-Prozess eingesetzt. Die Isolation der Seitenwände und die Metallisierung der TSVs (Abb. links) erfolgten mit Hilfe von hochkonformen CVD-Prozessen. Der elektrische Anschluss der TSVs an die frontseitigen Pads sowie die Pads für den späteren Aufbau weiterer Komponenten des ASIC-/MEMS-Stapels wurden mit Hilfe einer AlSiCu-Metallisierung realisiert (Abb. rechts). Zur Dünnung und Rückseitenprozessierung wurde der ASIC-Wafer mittels

Polymerklebung temporär auf einen Handlingwafer fixiert. Nach erfolgter Rückdünnung auf ca. 50 µm Rest-Siliziumdicke und Aufbringen eines Niedertemperatur-Oxides wurden die W-gefüllten TSVs geöffnet und mittels AlSiCu-Rückseitenverdrahtung elektrisch kontaktiert. Nach Abscheiden eines weiteren Isolationsoxides wurden die Chips für den Stapelprozess vorbereitet (Via-Ätzen, Cu-UBM). Die Prozessführung erfolgte unter Berücksichtigung der Ergebnisse begleitender thermisch-mechanischer Simulationen. Mit Hilfe von in das ASIC integrierter Prozesskontrollmodule konnte die elektrische Funktionalität der TSVs nachgewiesen werden. Der typische DC-Widerstand eines TSVs (3 x 10 µm², Tiefe 60 µm) betrug 0,45 Ohm. Mittels Chip-to-Wafer Placement wurden die prozessierten und gedünnten Top-ASICs auf einen entsprechend vorbereiteten Bottom-ASIC Wafer platziert. Die elektrische und mechanische Verbindung erfolgte durch SnAg Microbump-Technologie. Somit konnte ein stabiler 3D-IC-Stack realisiert werden, auf den weitere MEMS und passive Komponenten aufgebaut wurden. Für die Optimierung der Chip-to-Wafer-Platzierung wurden CMOS-kompatible mobile elektrostatische Trägerwafer* („mobile e-Chuck“) weiter entwickelt. Designs für präzises Chip-to-Wafer Handling konnte in entsprechend strukturierte e-Chuck-Wafer umgesetzt werden. Erste mobile 200 mm e-Chucks zum temporären Halten von Produktchips wurden erfolgreich in Industrieprojekten getestet.

*) R. Wieland, D. Bollmann, "Bipolarer Trägerwafer ...", DE 10 2005 056 364

High Density Interconnect & Wafer Level Packaging

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

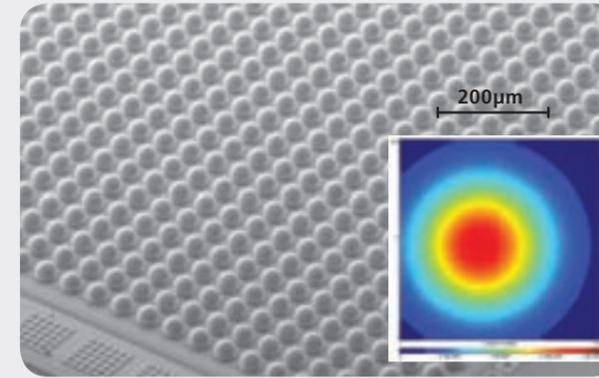
KONTAKT

KOMPETENZEN

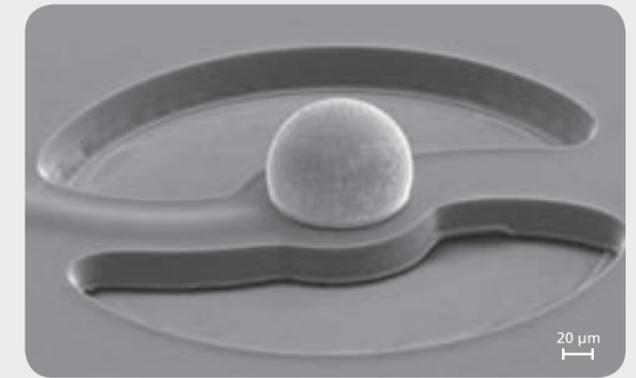
- **Wafer Level CSP**
Cu-Umverdrahtung, Polymer-Dielektrika, Package-Vereinzelung, Zuverlässigkeitsuntersuchungen
- **Wafer Bumping**
Galvanische Abformung in Photoresist, Bumpmetalle Cu, Ni, Au; Lotlegierungen PdSn, AuSn; bleifreie Lotlegierungen, optische Inspektion
- **Dünnschicht Multilayer**
Kundenspezifische Layoutanpassung, Mehrlagenverdrahtung, Chip-First, Flip Chip
- **Mikroenergiesysteme**
Wafer Level-Batterie, Mikrobrennstoffzellen, hermetische Verkapselung

HIGHLIGHTS

- Handling und Prozessieren von dünnen Wafern mit verschiedenen Supportsystemen
- Silizium-Interposer mit kupfergefüllten Durchkontaktierungen
- Neuer Polymere für Mehrlagenverdrahtungen
- Wafer Level Packaging für Sensoren



Auslesechip mit 25µm Mikrobumps. Inset: Bump im Test mit einer radioaktiven Quelle (Courtesy of ACSR Prague)



Elastisch verankerter Bump

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 Mikroelektroniksystemen 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 100 mm bis 200 mm. Die Formaterweiterung auf 300 mm-Wafer wird im Verbund mit etablierten Geräteherstellern schrittweise vollzogen. Die angewandte Technologie kann transferiert und auf kundenspezifische Geräte übertragen werden. In zahlreichen FuE-Vorhaben werden weiterführende Fähigkeiten und know-how entwickelt, die in Form von Entwicklungsarbeiten an KMUs weitergegeben werden können.

TRENDS

- Umverdrahtung zur Waferrückseite
- Durchkontaktierung in Silizium durch kupfergefüllte Vias
- Silizium-Interposer
- Fine Pitch-Umverdrahtung und Spulen
- Chip on Chip Devices
- Dünnschicht-Integration
- Handling von dünnen Wafern mittels Supportsystemen
- 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 cm²)
- Integration von Folienbatterien in Wafer Level und auf Folien
- Spannungswandler mit integrierten magnetischen Komponenten
- Aufbau von Ultra Fine Pitch-Pixeldetektoren
- Technologie für elastisch verankerte Bumps
- Beratungs- und Applikationszentren mit der Industrie

FORSCHUNGSERGEBNISSE

:: Ultrafine-Pitch-Bumping für Röntgendetektoren
Hybride Pixeldetektoren erfahren eine breite Anwendung in der Teilchen- und Strahlungsdiagnostik. Sie bestehen aus einem an die Detektion physikalisch optimal angepassten Sensor und einem oder mehreren elektronischen Auslesechips, die in Flip Chip-Technologie miteinander verbunden werden. Jeder Sensorpixel wird über einem Mikrobump direkt mit einer Zelle der Ausleselektronik verbunden. Die minimale Verbindungslänge ermöglicht kurze Signalwege und damit höchste Auslesetaktaten. Eine hohe örtliche Auflösung der Detektoren erfordert Mikrobumps in einem sehr engen Anschlussraster.

Derzeitig am Fraunhofer IZM gefertigte Detektormodule für die Röntgendiagnostik besitzen eine Pixelgröße von nur 55x55 µm². Der elektronische Auslesechip, auf dem die SnAg-Mikrobumps galvanisch abgeschieden werden, besitzt 256x256 dieser nur 25 µm kleinen elektrischen Verbindungselemente zwischen Sensor und Ausleseelektronik. Das sind genau 65.536 Bumps auf einem Chip und mehr als 6 Millionen Bumps auf einem 200 mm Chipwafer. Auf dem Sensor wird wiederum eine von den Lotbumps benetzbare Metallisierung im gleichen Raster galvanisch abgeschieden. Diese geringen Abstände zwischen den benachbarten Pixeln erfordern eine ebenso hohe Genauigkeit beim Flip Chip Assembly des Auslesechips auf den Sensor. Am Fraunhofer IZM werden Einzel- und Multichipmodule für verschiedenste Anwendungen gefertigt. Die Stückzahlen reichen von Multichip-Prototypen mit mehreren Auslesechips auf einem Sensor-

substrat für wissenschaftliche Anwendungen bis zur Kleinserienfertigung von Einzelchipmodulen für den industriellen Einsatz in Materialanalysegeräten.

:: Elastisch verankerte Bumps

Wafer Level Packaging (WLP) für CSPs ermöglicht die direkte IC-Montage auf der Leiterplatte ohne Zwischenträger. Die derzeitige Umstellung auf 300 mm-Wafer begünstigt die WLP-Technologie, da die Kosten pro Chip Size Package (CSP) mit steigender Wafergröße sinken. Jedoch ist die Zuverlässigkeit der montierten Chips besonders kritisch, da in der Regel kein Underfiller verwendet wird. Die häufigste Fehlerursache der auf Leiterplatten montierten Chips ist Lotermüdung auf Grund unterschiedlicher thermischer Ausdehnungskoeffizienten.

Am Fraunhofer IZM wurden flexible Lotverbindungen, sogenannte elastisch verankerte Bumps, entwickelt. Das Konzept dieser Bumps basiert auf der am Institut entwickelten Dünnschichtumverdrahtungstechnologie. Bei der Herstellung der elastisch verankerten Bumps sind lediglich drei zusätzliche Prozessschritte notwendig. Die Bumps befinden sich auf einer Polymerbrücke, um eine hohe Flexibilität in x-, y- und z-Richtung zu gewährleisten. Der elektrische Kontakt wird durch die Kupferumverdrahtung innerhalb der Polymerbrücke realisiert. Da die Polymerbrücke einen großen Teil der mechanischen Beanspruchung, die bei Temperaturwechseln auftreten, übernimmt, sinkt die Gefahr einer Lotermüdung.

CORE COMPETENCIES
*MATERIALS, RELIABILITY & SUSTAINABLE DEVELOPMENT



MATERIALS, RELIABILITY & SUSTAINABLE DEVELOPMENT

052 - 053 **:: MICRO MATERIALS CENTER**
LEITUNG: Prof. Dr. B. Michel | bernd.michel@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-2 00

054 - 055 **:: ENVIRONMENTAL ENGINEERING**
LEITUNG: Dr. N. Nissen | nils.nissen@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 32

Micro Materials Center

Leitung: Prof. Dr. B. Michel
 bernd.michel@izm.fraunhofer.de
 Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-2 00

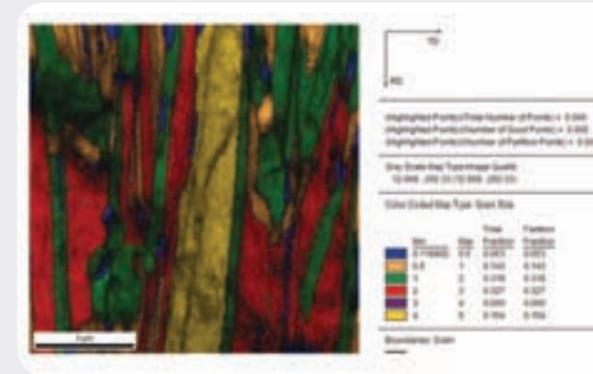
KONTAKT

KOMPETENZEN

- Komplexe Zuverlässigkeitsanalyse
- Langzeitzuverlässigkeit
- Rissvermeidungsstrategien
- Sicherheit und Zuverlässigkeit
- Thermomechanische Simulation
- Mechanik von Packagingaufbauten

HIGHLIGHTS

- Realisierung eines Messsystems für kombinierte Belastungen und Zustandsüberwachung
- IR-Thermografie in der Fehleranalytik
- Mechanische Bewertung und Analyse dünner Schichten bis in den nm-Bereich
- Bewertung des Feuchteinflusses für die thermo-mechanische Zuverlässigkeit von Polymerwerkstoffen



Korngrößenverteilung einer anisotropen Kupferfolie ermittelt mit EBSD



Lokale Eigenspannungsanalyse im FIB mit FIBDAC

KURZBESCHREIBUNG

Am MMCB erfolgen Untersuchungen zur Zuverlässigkeit von Packagingaufbauten und von Komponenten und Bauteilen der Mikroelektronik

Kompetenzen sind:

- Verformungsanalysen makro-mikro-nano mit modernsten Messtechniken
- Lebensdaueranalysen
- Rissvermeidung in Bauteilen und Systemen
- Simulation (thermisch, mechanisch, elektrisch, Diffusion, Schwingungen, auch gekoppelt)
- Kopplung von Experiment und Simulation
- Zuverlässigkeitsanalyse von Automobilelektronik
- Lock-in-Thermografie
- Key-Lab – komplexe Zuverlässigkeitsanalyse in der Mikro- und Nano-Elektronik
- Zuverlässigkeit im Sicherheitsbereich
- Akustomikroskopie
- NanoRaman
- EBSD
- Werkstoffmechanik im Mikro- und Nanobereich
- Werkstoffmechanik von Packagingaufbauten von mikro bis nano
- Eigenspannungen in Mikro-Material-Verbunden

TRENDS

- Dynamisches Werkstoffverhalten in Zuverlässigkeitsanalysen stärker einbeziehen
- Kopplung von Simulation und Experiment verbessern
- Langzeitlebensdauerkonzepte verbessern
- Health Monitoring stärker integrieren
- Physics of Failure-Konzepte stärker in die Zuverlässigkeits- und Lebensdauerprognose einbeziehen
- Kombinierte Messtechniken stärker zum Einsatz bringen

Neue Anwendungsrichtungen verstärken:

- Zuverlässigkeit von Clean Technologies
- Leistungselektronik und Leistungsmechatronik
- Zuverlässigkeit von Solarenergietechniken
- Zuverlässigkeit energiesparender Fahrzeuge
- Zuverlässigkeit im BioMed-Bereich
- Nano Packaging
- Nano BioPackaging
- Microsecurity und Nanosecurity verbinden mit Zuverlässigkeit im Mikro-Nano-Bereich

FORSCHUNGSERGEBNISSE

Im Rahmen der Forschungsarbeiten der Jugendforschungsgruppe TeSiMat des vom BMBF geförderten Innoprofile-Projektes „Bewertungs- und Testsystem zur Sicherung der Zuverlässigkeit von Materialverbunden der Mikro- und Nanoelektronik“ konnte ein im Europäischen Raum einmaliges Spitzenlabor auf dem Gebiet der komplexen Zuverlässigkeitsanalyse für Mikro- und Nanomaterialien der Elektronik aufgebaut werden.

Das neue System ermöglicht die Untersuchung von Werkstoffverbunden, Komponenten und Modulen der Mikrosystemtechnik unter kombinierter Belastung (Temperatur, Feuchte, Vibration, elektrische Beschaltung). So können beschleunigte Tests realisiert und untersucht werden, indem der Belastungs- und Schadensverlauf während der Prüfung verfolgt wird. Zur Verfügung stehen hier elektrische, thermische und optische Verfahren, die je nach Anwendungsfall modular eingesetzt werden können. Die Proben können vor und nach der Belastung mit modernsten Analyseverfahren untersucht werden, um den zugrunde liegenden Schadensmechanismus aufzuzeigen.

Hervorzuheben ist hier insbesondere Analysetechnik, die es ermöglicht, Raman-Spektren mit größtmöglicher Ortsauflösung zu ermitteln (Tip Enhanced Raman Spectroscopy). Diese Spektren können z.B. eingesetzt werden, um mechanische Spannungszustände zu quantifizieren. Gerade an Grenzflächen können diese zu Rissen führen.

Daher wurde für dünne Schichten ein System installiert, das die Haftfestigkeit dünner Schichten bewerten kann (Modified Edge Lift Off Technique - MELT).

Das System wurde im September 2008 eröffnet und ergänzt entscheidend die laufenden Aktivitäten der Gruppe, die große Erfolge in folgenden Gebieten aufweisen kann:

- Zustandsüberwachung von Die-Attach-Verbindungen
- Einsatz der Infrarot-Thermografie in der Fehleranalytik und Qualitätssicherung
- Ermüdungsfestigkeit von Drahtbonds
- Mechanische Charakterisierung von dünnen Schichten
- Einfluss von Feuchte auf mechanische Eigenschaften von Polymeren
- Molecular Modelling
- Experimentelle und simulative Bewertung von Grenzflächenrissen
- Strukturuntersuchungen mittels EBSD und Röntgenspektroskopie

Die Ergebnisse wurden in enger Kooperation zwischen dem Fraunhofer IZM und regionalen Firmen erzielt, um Methoden für die Bewertung und Sicherung der Zuverlässigkeit bereitzustellen und um insbesondere Nachwuchskräfte auf diesem wettbewerbsrelevanten Gebiet zu schulen. Hierdurch wird ein entscheidender Beitrag geleistet, die kooperierenden Unternehmen der Region durch Forschung zu stärken.

Environmental Engineering

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

KONTAKT

KOMPETENZEN

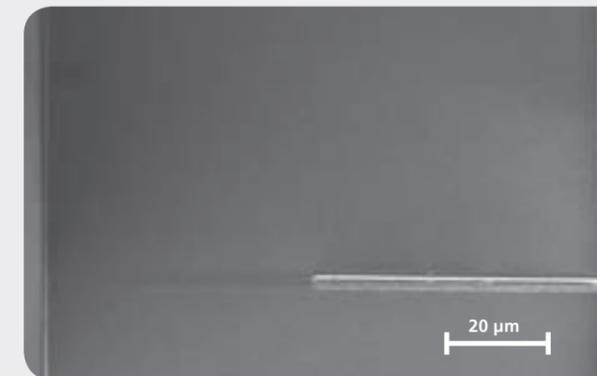
- Nachhaltigkeitsstrategien für die Elektronikbranche
- Umweltgerechter Produktentwurf - Analytik, Bewertung und Designstrategien
- Ökologisch-ökonomische Prozessoptimierung
- Systemzuverlässigkeit als Beitrag zu nachhaltigen Produkten
- Condition Monitoring für elektronische Baugruppen
- Industrie-Arbeitskreise: „Zuverlässige bleifreie Systeme“, „Richtlinien-konformes Design WEEE/RoHS/EuP“
- Aus- und Weiterbildung für Studium und Beruf

HIGHLIGHTS

- Durchführung der internationalen Konferenz „Electronics Goes Green 2008+“ mit großer Beteiligung der Industrie
- Abschluss des Projektes „Nachhaltigkeit durch den Einsatz von Gebrauchtteilen in der Kfz-Elektronik - ReECar“
- Abschluss der Projekte BioPro und BioFun zur Herstellung und Anwendung von Biokunststoffen (Fokus PHB) in der Elektronik
- Abschluss des Projektes „Innovations- und Technikanalyse für Autonome verteilte Mikrosysteme - ITA_AVM“
- Energieeffizienzstudien für die EU und BMWi



Ein funktionsfähiger Projektdemonstrator zeigt die Nutzungsmöglichkeiten nachwachsender Rohstoffe („Biokunststoffe“) in der Elektronik



Mittels FIB (Focused Ion Beam) modifizierte Leiterbahn zur messtechnischen Analyse und Detektion von Rissfortschritten

KURZBESCHREIBUNG

Der Fokus unserer Arbeiten liegt in der Gestaltung elektronischer Produkte und Technologien für eine nachhaltige Entwicklung. Dabei werden ökologische, ökonomische und soziale Auswirkungen in der frühen Phase der Produkt- und Prozessentwicklung analysiert, bewertet und optimiert. Für eine Verbesserung der Ressourceneffizienz wird an der Erhöhung der Zuverlässigkeit elektronischer Systeme gearbeitet.

Mit dem Aufbau neuer experimenteller Möglichkeiten im Labor, z.B. kombinierten Belastungstests sowie der Entwicklung von Systemen zur Zustandsüberwachung, kann die technische Lebensdauer elektronischer Systeme getestet, analysiert und gegebenenfalls verlängert werden.

Die Einsparung von Ressourcen durch Erhöhung der Energieeffizienz, das Vermeiden von Ressourcenverlusten in der Entsorgung und die weitere Reduktion potenziell schädlicher Stoffe in der Elektronik sind typische Ansatzpunkte unserer Untersuchungen, mit denen wir vor allem KMU bei ihren Aktivitäten für eine nachhaltige Entwicklung unterstützen. Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe in elektronischen Aufbauten und nicht nur als Verpackungs- oder Gehäusewerkstoff, dient der Erarbeitung langfristiger Perspektiven.

In zahlreichen Studien für die EU-Kommission werden die zukünftigen Schwerpunkte beim ÖkoDesign unter Einbezug der Industrie mitentwickelt.

TRENDS

Die Energieeffizienz vor dem Hintergrund der CO₂-Reduktionsziele wird weiterhin ein wichtiges Thema im Umweltbereich bleiben. Das zeigt u. a. eine Trendanalyse für Energieeinsparungen durch den Einsatz von IKT, die für die Europäische Kommission erarbeitet wurde. Auch für das deutsche Wirtschaftsministerium wurde eine Energieeffizienzstudie erstellt: Die Ergebnisse zeigen, dass Umweltfragen schon lange nicht mehr auf Umweltressorts beschränkt sind.

Wissenschaftlich betrachtet stellt die Konzentration auf Energie und CO₂ eine Auswahl von Leitindikatoren aus der Fülle von Umweltbewertungskategorien dar. Das ist aus pragmatischer Sicht, für zielgerichtete Kommunikationszwecke und im Sinne des geringeren Datenbedarfs für die Untersuchung von Elektronik auch sinnvoll. Es ist gleichwohl darauf zu achten, dass nicht die ganze Forschung auf Energieeffizienz ausgerichtet wird.

Viele Umweltwirkungen von Elektronik, wie der Einsatz giftiger Prozesschemikalien oder problematischer Materialien im Produkt selbst, werden durch Energiebilanzen und CO₂-Reduktion weder erkannt noch verbessert. Modulare Tool-Ansätze, die neben den Leitindikatoren bei Bedarf auch die Bandbreite möglicher Auswirkungen abdecken, sind daher weiter gefragt. Die technisch/technologische Umsetzung der Effizienzsteigerungen unter ökonomisch und sozial akzeptablen Bedingungen ist weiterhin eine Aufgabe der Zukunft.

FORSCHUNGSERGEBNISSE

:: Nachhaltigkeit in der Ersatzteilversorgung
 Im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Zuverlässigkeit stellt der Einsatz von geeignet qualifizierten Gebrauchtteilen eine vielversprechende Option im Ersatzteilmanagement dar. Im Projekt „ReECar – Nachhaltigkeit durch den Einsatz von Gebrauchtteilen in der Kfz-Elektronik“ wurden die Ersatzteilversorgungsoptionen Abwärtskompatibilität, Nachfertigung, Langzeitlagerung und Wiederverwendung in Bezug auf die Nachhaltigkeit untersucht. Der erarbeitete Entscheidungsfinder unterstützt ein nachhaltiges Ersatzteilmanagement.

Neben der Untersuchung der Zuverlässigkeit gebrauchter elektronischer Baugruppen wurden Zustandsindikatoren zur Zustandsbestimmung von Elektronik weiterentwickelt. Zustandsindikatoren stellen dabei ein vom Fraunhofer IZM verfolgtes Konzept zur intrinsischen Diagnose von im Produktleben erfahrenen Beanspruchungen dar. Produktanforderungen zur Verbesserung der Wiederverwendbarkeit, Langzeitlagerfähigkeit und Nachfertigkeit von elektronischen Baugruppen wurden erarbeitet, um ein effizientes Ersatzteilmanagement bereits in der Produktentwicklung zu unterstützen.

:: Systemzuverlässigkeit für nachhaltige Produkte
 Die Vermeidung von Ausfällen sowie die planbare Wartung und Verfügbarkeit steigern den Nutzen eines Systems und sind aus Sicht der Nachhaltigkeit unabdingbar. Neben der Optimierung von Wartungsprozessen ist die

zustandsbasierte Wartung eine technologische Voraussetzung.

Dazu ist die Generierung und Interpretation von Informationen über das Feldverhalten und den Zustand der elektronischen Systeme notwendig.

Zur Unterstützung dieser Forschungs- und Entwicklungsarbeiten wurde das Electronics Condition Monitoring Labor (ECMLab) aufgebaut.

- Die Ausstattung des ECMLabs umfasst u. a.:
- Messgeräte zur Zustandserfassung und Online-Ausfallbestimmung von elektronischen Systemen
 - Teststand zur Schwachstellenanalyse (HALT HASS-Kammer)
 - Teststand für kombinierte Lebensdauertests (Vibration, Temperatur (-wechsel) und Feuchte)

Das ECMLab bildet die Grundlage für neue Forschungsaktivitäten und Dienstleistungen zu:

- Funktionstest elektronischer Systeme bei erweiterten Umgebungsbeanspruchungen
- Zustandsbestimmung durch Messung degradationsabhängiger Parameter
- Zustandsbestimmung über Erfassung von Beanspruchungen, Datenanalyse und Ausfallmodelle



Dr. S. Guttowski

Dr. M. Richter

SYSTEM DESIGN

058 - 059 **:: SYSTEM DESIGN & INTEGRATION**
LEITUNG: Dr. S. Guttowski | stephan.guttowski@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-6 32

060 - 061 **:: MIKROMECHANIK, AKTORIK UND FLUIDIK**
LEITUNG: Dr. M. Richter | martin.richter@izm-m.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 89 / 5 47 59-4 55

System Design & Integration

Leitung: Dr. S. Guttowski
 stephan.guttowski@izm.fraunhofer.de
 Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-6 32

KONTAKT

KOMPETENZEN

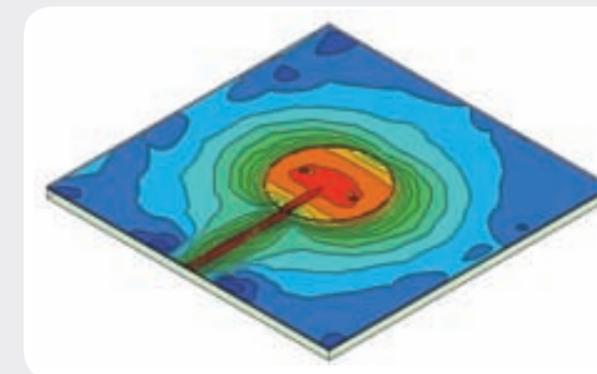
- Technologieorientierte Entwicklung heterogener Systeme der Mikro- und Leistungselektronik von der Machbarkeitsstudie und Kostenabschätzung über die Technologiebewertung, Packageentwicklung und -konstruktion bis zur Realisierung und Charakterisierung von Prototypen
- HF- & EMV-gerechte Entwicklung und Charakterisierung von Technologien und Systemen
- Antennenentwicklung und -charakterisierung
- Dienstleistungen im technologieorientierten Produkt- und Kommunikationsdesign

HIGHLIGHTS

- Implementierung eines ersten Prototypen von SiP Expert zur integrierten Entwurfsoptimierung für Systems-in-Package (SiP)
- Prozessbegleitende Prüfung der Beschaffenheit von Fleisch entlang der gesamten Lieferkette auf Basis mikrosystemtechnischer Detektorvarianten
- Demonstrator eines mobilen Pulsoxymeters mit integrierter Temperatur- und GPS-Positionserfassung
- Realisierung und Erprobung von Hybridkomponenten für Formel-1-Fahrzeuge in erster Vorversion
- 24-GHz-Antennen in planaren Technologiedemonstratoren
- Test-IC, der eine Vielzahl von Regelungs- und Steuerfunktionen für Piezo-Wandler zulässt



Multisensorsystem mit RFID-Schnittstelle, Kommunikation über GSM



Simulation der Stromdichteverteilung auf der Massefläche einer Patch-Antenne bei 24 GHz

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.

Seit 2008 bietet die Abteilung SDI Dienstleistungen im technologieorientierten Produkt- und Kommunikationsdesign an. Technische Entwicklungen, Innovationen und deren Anwendungen können so optimal aufeinander abgestimmt und auf den Nutzer zugeschnitten werden.

TRENDS

Die Entwurfsautomatisierung für vertikal integrierte heterogene Systeme ist eine der Herausforderungen in der EDA. Im Rahmen des sog. Integrierten Entwurfsansatzes werden technologische, thermische, HF- und Kostenaspekte in einer frühen Phase des physikalischen Entwurfs – bereits während der automatischen Platzierung der Komponenten – berücksichtigt.

Zunehmend wichtig werden in Zukunft die besonderen Fragestellungen, die sich beim elektrischen Entwurf von miniaturisierten drahtlosen Mixed Signal-Systemen ergeben. Der Fokus liegt hier auf dem Entwurf von Signal & Power Distribution Networks und dem Entwurf von Mikroantennen unter Berücksichtigung der technologischen Möglichkeiten. Ferner werden die elektrischen Eigenschaften von feinsten bis hin zu nanoskaligen Strukturen untersucht.

Für den Bereich Leistungselektronik werden in den kommenden Jahren Fragestellungen 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. Neben den Packagingtechnologien müssen hierfür Methoden des mechanischen und elektromagnetischen Co-Designs erarbeitet werden.

FORSCHUNGSERGEBNISSE

Die Abteilung System Design & Integration bündelt die technologieorientierte Systemkompetenz innerhalb des Fraunhofer IZM.

Auf dem Gebiet der autonomen Mikrosysteme, einem der Tätigkeitsschwerpunkte der Abteilung, konnten im vergangenen Jahr wichtige Fortschritte im Bereich der Systeme zur Überwachung von logistischen Abläufen erzielt werden. Hier wurden z. B. in einem Projekt zur Ermittlung der Beschaffenheit von Fleisch erste Demonstratoren entwickelt.

Im Bereich der Entwurfsautomatisierung wurden Werkzeuge realisiert, die das Layout von 3D-Systems-in-Package deutlich beschleunigen. Darüber hinaus stehen nun dem Chipdesigner Benutzeroberflächen zur Verfügung, um besonders störungempfindliche Schaltkreise zu entwerfen. Im Rahmen des kostengetriebenen Mikrosystementwurfs wurden erste Modelle für Systemkomponenten, Fertigungsprozesse und Entwicklungsaufwände erarbeitet, damit der Produktentwickler Verbesserungsmaßnahmen im Hinblick auf die Systemkosten leichter bewerten kann.

Für Systeme mit sehr hohen Signalfrequenzen wurde der M3-Ansatz weiterentwickelt. So wurde eine neue Wellenleiterstruktur mit integrierten Leitungen zur gleichzeitigen Übertragung von TEM und TE Modes entwickelt. Zur Entkopplung hochfrequenter Störungen auf Schaltungsträgern wurde eine neue planare Funktionsstruktur entwickelt, die mehrere Vorteile gegenüber konventionellen Methoden (wie EBG) bietet. Ferner wurde ein

Substratlagenaufbau entwickelt, der einen kontrollierbaren Rückstrompfad für vertikale Interconnects sichert. Dadurch werden elektromagnetische Zuverlässigkeitsprobleme in der AVT sehr stark minimiert.

Die abteilungsübergreifenden Arbeiten an neuartigen Aufbau- und Verbindungstechnologien für Leistungshalbleiter wurden weiter ausgebaut. Neben der Forschung an Aufbautechnologien für doppelseitig gekühlte Halbleiter wurde die Umsetzung von Teilen der Vorarbeiten an einer Hybridkomponente für die Formel 1 erprobt.

Im Bereich der Ansteuerung von Piezoaktoren wurden neue Schaltungstopologien und Regelkonzepte erforscht und erfolgreich umgesetzt. Bei der elektromagnetischen Verträglichkeit in der Leistungselektronik konnten Grundlagenforschungen zu Störmechanismen in Elektromotoren erfolgreich in die Praxis transferiert werden.

Im vergangenen Jahr wurden die Aktivitäten im Bereich der hochzuverlässigen leistungselektronischen Systeme um die Kompetenz der piezoelektrischen Wandler erweitert. Hier wurde ein komplettes Entwurfssystem zur kundenspezifischen Entwicklung von Netzteilen mit piezoelektrischen Transformatoren komplettiert. Weiterhin wurde ein spezieller Test-IC fertig gestellt, der eine Vielzahl von Regelungs- und Steuerfunktion solcher Piezo-Wandler zulässt. Dem Entwurfssystem steht neben dem neuartigen IC auch eine umfangreiche Parameter-Rückerkennungssoftware zur Seite, durch welche vorhandene Piezo-Trafos einer genauen Simulation unterzogen werden können.

Mikromechanik, Aktorik und Fluidik

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

KONTAKT

KOMPETENZEN

Entwicklung von

- Mikropumpen
- Mikrodosiersystemen
- Mikromischern
- Mikroventilen
- Mikroreaktoren
- Strömungssensoren

Mikrofluidiktorik für das

- Tissue Engineering

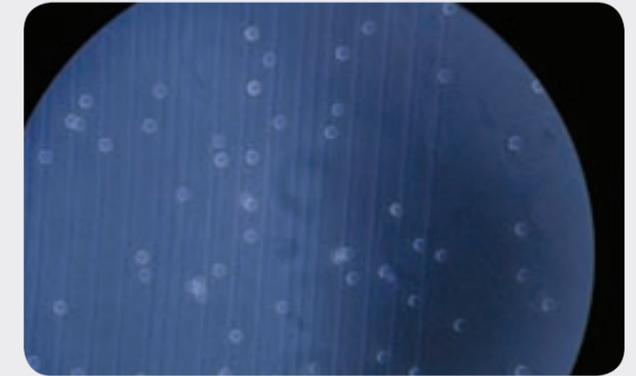
HIGHLIGHT

Mikromembranpumpen mit passiven Rückschlagventilen zeigen bei Überdruck am Einlass „free flow“. Ein mit $2,7 \times 3,5 \text{ mm}^2$ winziges (und damit kostengünstiges) Klappenventil aus Silizium mit definiertem Öffnungsdruck, z. B. zwischen Reservoir und Dosierpumpe einer DEFC Brennstoffzelle eingesetzt, unterbindet diesen unerwünschten Durchfluss durch die Pumpe.

Eine einseitig eingespannte Ventilklappe aus einkristallinem Silizium auf einen Port Chip gefügt, verschließt dessen Ventilöffnung. Ein Stempel drückt elastische, mit der Ventilklappe verbundene Federn bei der Montage in ein Gehäuse in eine darunter liegende Vertiefung, sodass das Ventil bis zu einem definierten Schwelldruck verschlossen bleibt.



Mikroventilchip aus Silizium



Mit Megaschall abgelöste Zellen in der Zellkammer

KURZBESCHREIBUNG

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

11 Experten (davon 8 Ingenieure oder Physiker) und 20 Studenten der Abteilung führen das Design, die Simulation und den Test der mikrofluidischen Komponenten durch. Die Abteilung hat auf diesem Gebiet mehr als 15 Jahre Erfahrung, was die Umsetzung optimaler Lösungen bei den einzelnen Anwendungen sicherstellt.

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

TRENDS

Gegenwärtig konzentriert sich die Abteilung auf folgende Schwerpunkte:

Eine Kapazität für die industrielle Fertigung von Mikropumpen wird in Kooperation mit den Unternehmen Tronics, Grenoble (Siliziumpumpen) und Paritec GmbH (Hochleistungspumpen) aufgebaut. Dabei werden Anwendungen auf den Gebieten der Labortechnik, Medizintechnik 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. Zielrichtung ist es hier, durch sehr kostengünstige Herstellungsverfahren auch Consumer-Anwendungsgebiete zu erschließen. Beispiele sind Mikropumpen für Kühlsysteme.

Gegenwärtig baut die Abteilung eine neue Arbeitsgruppe auf, die sich mit Mikrofluidiktorik für das Tissue Engineering beschäftigt, beispielsweise mit dem schonenden Ablösen von Zellen durch Megaschall, dem Aufschluss von Bakterien.

FORSCHUNGSERGEBNISSE

:: Mikroventil mit Einsatzschwelldruck

Mikrobrennstoffzellen werden zukünftig für die effiziente Energieversorgung von portablen, elektronischen Geräten Einsatz finden. Zur Versorgung mit Brennstoff werden Mikrofluidaktoren, u. a. Mikromembranpumpen, benötigt. Diese weisen jedoch „free flow“ auf, d. h. im ausgeschalteten Zustand fließt unerwünscht Brennstoff in die Zelle, wenn im Reservoir ein Überdruck herrscht.

Das vorliegende Mikroventil löst diese Problematik einfach und kostengünstig.

:: Konzept und Design

Das Konzept des Mikroventils besteht in einer einseitig eingespannten Ventilklappe aus einkristallinem Silizium, die im vorderen Teil in der Klappendicke verstärkt ist. Dieser Klappenchip wird auf Waferlevel auf einen zweiten Chip gefügt, der eine Ventilöffnung beinhaltet, die von der Klappe verschlossen wird. Die Klappe ist weiter mit einer (oder zwei, je nach Design) langen, elastischen Feder verbunden, die mäanderförmig gefaltet ist und ebenfalls im Klappenchip realisiert wird. Diese Feder hat einen definierten Abstand zum unteren Chip. Wenn nun das Ventil in das Gehäuse montiert wird, in dem die fluidischen Anschlüsse realisiert sind, dann wird die Feder durch das Gehäuse in einem definierten Druckpunkt gegen den Gegenchip gedrückt, sodass die Ventilklappe mit einer bestimmten Kraft geschlossen wird. Erst beim Anlegen eines Schwelldrucks öffnet das Ventil.

:: Herstellung

Mehrere Varianten des Ventils wurden entworfen und mit einem 4-Maskenprozess hergestellt. Beim Wafer mit den Ventilöffnungen kommen dabei zwei KOH-Ätzprozesse zum Einsatz, während der Klappenwafer mit zwei Trockenätzschritten geformt wird. Der Waferverbund wird mit Silicon Fusion Bond geformt. Der Ventilchip hat mit weniger als 10 mm^2 eine sehr kleine Baugröße, daher können ca. 1.000 Ventile sehr kostengünstig auf einem Waferstack realisiert werden.

:: Fluidische Charakterisierung

Die Ventile wurden fluidisch mit Luft getestet. Dabei zeigt sich, dass die Ventile unterhalb eines Einsatzschwelldruckes von etwa 40 hPa eine Leckrate von kleiner als $50 \mu\text{l}/\text{min}$ aufweisen. Ab diesem Schwelldruck öffnen die Ventile zuverlässig. Durch Variation der Federgeometrie und des Andruckpunktes können auch andere Einsatzschwelldrücke einfach realisiert werden.

:: Ausblick

Mit diesem Bauelement steht nun eine kostengünstige Lösung für das „free flow“-Problem zur Verfügung. Darüber hinaus kann dieses Ventil in Wasserstoffbrennstoffzellen zum Einsatz kommen.

Gefördert wurde diese Forschungsarbeit durch das Vorhaben „PemGen“ (Förderkennzeichen 16SV3312, Projektträger VDI/VDE-IT).



VERANSTALTUNGEN

064 - 068 :: VERANSTALTUNGSÜBERSICHT 2008

069 :: MESSEAKTIVITÄTEN 2008

070 - 071 :: KOMMENDE VERANSTALTUNGEN 2009

Veranstaltungen 2008



Podiumveranstaltung auf der Electronics Goes Green 2008

:: Electronics Goes Green 2008+

Mit über 500 Teilnehmern ein großer Erfolg!

Im September 2008 veranstaltete das Fraunhofer IZM unter dem Motto „Merging Technology and Sustainable Development“ in Berlin zum dritten Mal die Konferenz Electronics Goes Green, weltweit die größte Fachtagung zum Thema Umwelt in der Elektronik.

Auf der Tagung trafen insgesamt über 500 Politiker, Umweltexperten und Techniker aus 26 Nationen zusammen, darunter Vertreter der bedeutenden Elektronikfirmen. Weltweit führende Experten aus den Bereichen Technologieentwicklung und Umwelt tauschten sich darüber aus, wie in Zeiten der fortschreitenden wirtschaftlichen Globalisierung die technologische Entwicklung und Herstellung von Produkten möglichst umweltgerecht gestaltet werden kann.

Gerade die Produkte der IKT-Branche werden in naher Zukunft auf dem Weltmarkt einen größeren Stellenwert haben. Produktion, Nutzung und Entsorgung dieser Produkte haben einen erheblichen Einfluss auf Umwelt und Klima, aber gezielte Innovationen können auch zu einer Entlastung oder zumindest zu einer Verbesserung der Ökoeffizienz führen. Das Wort „Energieeffizienz“ spielt bei all dem eine Schlüsselrolle.

Die Präsentation von mehr als 150 Vorträgen seitens der Vertreter aus Politik, Wirtschaft und Forschung zeigt einmal mehr die Bedeutung der EGG 2008+ für das Thema „Umwelt in der Elektronik“. Es besteht kein Zweifel daran, dass diese internationale Fachtagung gerade mit Blick auf die Förderung und Entwicklung „grüner Elektronik“ wichtige kreative Impulse setzt.



Wissenschaftssenator Zöllner lässt sich von Institutsleiter Herbert Reichl das Security Lab erläutern

:: Wissenschaftliche Exzellenz made in Berlin Senator Zöllner zu Besuch am Fraunhofer IZM

Es ist kein Geheimnis: die wissenschaftliche Exzellenz Berlins wird wesentlich durch das Ausbildungsangebot und eine starke internationale Vernetzung bestimmt. Um sich von der Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft zu überzeugen, traf sich im April Wissenschaftssenator Jürgen Zöllner mit den Leitern der Berliner Fraunhofer-Institute.

Internationale wissenschaftliche Exzellenz hat in Berlin gewissermaßen Tradition. So konnte sich der Senator etwa von der erfolgreichen Kooperation zwischen der TU und dem Fraunhofer IZM überzeugen. Während die Uni durch die anwendungsnahen Problemstellungen der Fraunhofer-Forschung Einblicke in zukunftsorientierte Industrieprozesse erhält, profitiert man bei Fraunhofer von der universitären Grundlagenforschung.

Unter den vielen internationalen Kooperationen sind derzeit die Projekte mit der University of Utah besonders vielversprechend. Gemeinsam entwickeln die Partner ein Elektroden-Array, das als neuronale Schnittstelle Signale zwischen Gehirn und Prothese drahtlos übermitteln soll. Hierdurch können sich zukünftig künstliche Gliedmaßen mithilfe bloßer Gedankenkraft steuern lassen – eine Kooperation, die bei dem habilitierten Mediziner Zöllner auf besondere Beachtung stieß.

Und die Wirtschaftsunternehmen? Durch seine Einbindung in die regionale Forschungslandschaft ist das Fraunhofer IZM einerseits Technologietreiber für traditionsreiche Firmen und andererseits Sprungbrett für innovative Newcomer.



Begrüßung zur Eröffnung des Innovationsclusters Sichere Identität

:: Sicherheit durch Hightech - Das Fraunhofer Innovationscluster „Sichere Identität“

Rund 230 Gäste aus Forschung und Industrie kamen am 6. November 2008 in der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften in Berlin zusammen, um den offiziellen Startschuss für das Fraunhofer Innovationscluster „Sichere Identität“ zu erleben. Gemeinsam mit seinen Kooperationspartnern wird das Cluster die deutschlandweite Forschungs- und Industriekompetenz auf dem Gebiet „Sichere Identität“ widerspiegeln. Fünf Fraunhofer-Institute (FOKUS, HHI, IAP, IPK, IZM) der Region Berlin-Brandenburg kooperieren mit den vier ansässigen Universitäten (FU, HU, TU, Uni Potsdam) sowie mit zahlreichen Industriepartnern (z. B. Bundesdruckerei GmbH, BOSCH Security Systems, Daimler AG, T-Labs, Xetos AG) und dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, um eine eindeutige Identität für Personen, Produkte und geistiges Eigentum zu realisieren.

:: 600 Besucher am Fraunhofer IZM zur Langen Nacht der Wissenschaften

Das Fraunhofer IZM beteiligte sich in diesem Jahr zum vierten Mal an der Langen Nacht der Wissenschaften. Von 17 Uhr bis 1 Uhr nachts konnten sich die zahlreichen Besucher und Besucherinnen an insgesamt drei Stationen am Institut zeigen lassen, was sich hinter dem Begriff RFID (Radio Frequency Identification), einem Verfahren zur berührungslosen Identifizierung und Lokalisierung von Gegenständen, verbirgt. „Wie funktioniert das?“ und „Was passiert eigentlich mit unseren Daten?“ waren die wohl am häufigsten gestellten Fragen an diesem Abend. Florian Ohnimus und seine Kollegen wussten die Antworten – in praktischen Versuchen demonstrierten



Christine Kallmayer präsentiert das Security Lab zur Langen Nacht der Wissenschaften

sie, auf welchen Frequenzen und mit welcher Reichweite Daten übermittelt werden, wie unterschiedliche RFID-Systeme arbeiten und wo sie heute schon Anwendung finden. An der nächsten Station lud das von IZM-Wissenschaftlern entwickelte eScrabble zum Mitspielen ein. Das Besondere an diesem Spiel ist die drahtlose Vernetzung aller Spielelemente, also des Bretts, der Spielbänke und sämtlicher 102 Buchstabensteine. Auf einem Laptop sind ein Thesaurus sowie ein Algorithmus zur Ermittlung des „optimalen“ Worts hinterlegt. Besonders bei Kindern war das eScrabble ein echter Renner – viele spielten mit, um auszuprobieren, ob sie die vom System errechnete maximale Punktzahl erreichen würden.

Im Security Lab, das vom Fraunhofer IZM gemeinsam mit der Bundesdruckerei betrieben wird, demonstrierten IZM-Forscherin Christina Kallmayer und ihre Kollegen die einzelnen Fertigungsschritte zum Entstehen einer flexiblen Chipkarte an den entsprechenden Geräten. Viele Kinder nutzten die Gelegenheit, sich eine eigene Chipkarte zu basteln, die sie selbst gestalten durften.

:: Workshop Transfer-Molding mit Praxisteil

Wie verkapselt man Mikrosysteme hochzuverlässig? Diese Frage wurde den zwölf Teilnehmern aus Medizintechnik und Elektronikentwicklung nicht nur beantwortet, sondern in einem ganztägigen Workshop mit Praxisteil zum Transfermolding auch im Produktionsmaßstab vor Augen geführt. Nach einem theoretischen Überblick über die verwendeten Komponenten und Materialien, die Möglichkeiten zur Prozesssimulation und zur Analytik wurden im Praxisteil die Grundlagen der Maschinenteknik, der Prozessführung und der Packageanalyse näher gebracht. Schließlich wurde die Umsetzung der Pro-

Veranstaltungen 2008



Prof. Wolfgang Scheel (rechts) mit seiner langjährigen Sekretärin Brigitte Liske-Miels und seinem Nachfolger Dr. Martin Schneider-Ramelow

zesse am Beispiel der Technologieentwicklung zum Flip Chip-Molden dargestellt. Eine Übersicht über zukünftige Trends im Transfer Molding und alternative Verfahren zur Verkapselung beschlossen die Veranstaltung am 4. März.

:: Workshop Multifunktionales Board

Die Anforderungen an die Baugruppe steigen. Immer mehr und immer unterschiedlichere Funktionen müssen auf dem Board untergebracht werden. Gleichzeitig verlangen die Anwendungen nach hoher Zuverlässigkeit. Wie können Unternehmen auf diese Herausforderungen antworten? Der Workshop „Multifunktionales Board – Technologien für zukünftige Baugruppen“ Anfang 2008 gab über 30 Teilnehmern der mittelständischen Messtechnik, der Halbleiter- und Automobilzulieferer-Branche einen Überblick über momentane Trends in der Baugruppenintegration und die aktuellen und zukünftigen Einzeltechnologien.

Vermittelt wurde außerdem ein umfassender Einblick in die relevanten Baugruppenttechnologien, angefangen bei der Substratauswahl über geeignete Metallisierungssysteme und Kontaktierprozesse wie Kleben, Lötten und Drahtbonden bis hin zur Verkapselung bzw. zum Coating. Und schließlich: Welche Analyseverfahren stehen zur Qualitätssicherung zur Verfügung? Welche material- und belastungsbedingten Versagensmechanismen sind relevant? Abschließend wurden Hinweise gegeben, wie die Zuverlässigkeit in Experiment und Simulation vorherbestimmt werden kann.

:: Ehrenkolloquium im Zeichen der Leiterplatte

Das Thema multifunktionales Board wurde im Sommer des Jahres weiter mit der Diskussion zukünftiger Technologien vertieft. Am 24. Juni 2008 traf sich deshalb,



Die Gewinner des „Jugend forscht“-Wettbewerbs zu Besuch am Fraunhofer IZM

was in der deutschen Leiterplattentechnologie Rang und Namen hat in Berlin und diskutierte in einem eintägigen Kolloquium über das Zukunftspotenzial der Leiterplatte. Neben Integrationstechniken für opto-elektronische und hochfrequente Baugruppen diskutierte man u.a. über Lichtwellenleiter in Dünnglas in Kombination mit organischen oder weiteren Glaslagen, aber auch neue Lötverfahren wie etwa das Reaktions- und Reaktivlötten oder das Mikrowellenlötten. Im Bereich der Leistungselektronik erörterten die über 100 Experten Aspekte des Die-Lötens und Drahtbondens sowie deren Qualitäts- und Zuverlässigkeitskontrolle im Hinblick auf die Lebensdauerprognostik. Die Entwicklung von nanotechnologischen Niedrigtemperaturverbindungstechniken, etwa in Form eines metallischen Klettverschlusses, wurde ebenso dargestellt. Auf dem Höhepunkt der Veranstaltung wurde schließlich Prof. Dr. Wolfgang Scheel, der „Vater der Elektro-Optischen-Leiterplatte (EOCB) und des Multifunktionalen Boards“, in den wohlverdienten Ruhestand verabschiedet.

:: Jugend forscht am Fraunhofer IZM

Im September waren die 60 Gewinner des 43. „Jugend forscht“-Wettbewerbs zu Besuch am Fraunhofer IZM, um einen Blick hinter die Kulissen einer wissenschaftlichen Forschungseinrichtung zu werfen. Nach einer einführenden Vorlesung zum Thema Systemintegration durch den Institutsleiter Professor Reichl informierten sich die Teilnehmer in insgesamt acht Gruppen zu den unterschiedlichen Forschungsthemen des Instituts, wie drahtloser Kommunikation, biologischen Interfaces und umweltgerechter Elektronik. In praktischen Versuchen wurden u.a. das Verhalten von Zellen auf Gold-Nanostrukturen oder die Elektrolyse zur Wasserstoffherzeugung von Mikrobrennstoffzellen untersucht.



Jugendliche Forscher am Tag der Technik

:: Volle Fahrt voraus!

Das Fraunhofer IZM zu Gast auf dem „Matheschiff“
Am 6. Mai legte das von „Wissenschaft im Dialog“ realisierte Ausstellungsschiff „MS Wissenschaft“ Anker am Erzbergerufer in Bonn. Dort fand unter den interessierten Augen von Presse und Gästen eine feierliche Taufe durch die Initiatoren statt, um das „Matheschiff“ startklar für seine Reise in insgesamt 30 deutsche Städte zu machen. Das Projekt gehört zu den Veranstaltungshöhepunkten im „Jahr der Mathematik“.

Auf etwa 600 m² Ausstellungsfläche luden über 30 Exponate zum Mitmachen, Mitforschen und Ausprobieren ein. Auch die Fraunhofer-Institute waren mit vier eigenen Exponaten vertreten, so z. B. mit dem eScrabble des Fraunhofer IZM – dem ersten vollelektronischen Brettspiel. Exponate wie diese vermögen es, die vermeintlich abstrakte Wissenschaft der Mathematik greifbarer zu machen. So können beim eScrabble Menschen mit Lese- und Rechtschreibschwäche vom spielerischen Umgang mit der Schriftsprache profitieren.

:: Tag der Technik

Erstmals unter der Schirmherrschaft von Bundespräsident Horst Köhler öffneten Berliner Unternehmen und Institute zum „Tag der Technik“ ihre Tore, um Jugendliche für Technik und technische Berufe zu begeistern. Das Fraunhofer IZM veranstaltete aus diesem Anlass mit 20 Schülerinnen und Schülern aus Charlottenburg und Friedrichshain-Kreuzberg ein Laborpraktikum zum Thema RFIDs, bei dem die Schüler Einblicke in die Grundlagen und Möglichkeiten der RFID-Technologie erhielten. In anschaulichen Versuchen, u.a. mit dem am Institut entwickelten elektronischen Scrabble-Spiel, konnten die Schüler das Potenzial dieser Technologie selbst erkunden.



EURIPIDES-Forum: Yves Le Goff, Vicenc Aguilera, Dr. Ulrich Katenkamp, Jean-Luc Maté, Dr. Klaus-Dieter Lang (v.l.n.r.)

:: 2. EURIPIDES-Forum in Berlin

Knapp 150 Entwickler, Fertiger und Anwender aus dem Bereich der Mikrosystemtechnik trafen sich im Oktober zum 2. EURIPIDES Forum in Berlin, um sich über eine Vielzahl EUREKA EURIPIDES-Projekten in unterschiedlichen Anwendungsfeldern auszutauschen. EURIPIDES steht für European Cluster of Electronic Packaging and Integration of Microdevices and Smart Systems.

Als Mitglied des EURIPIDES Scientific Advisory Boards hatte Dr. Klaus-Dieter Lang vom Fraunhofer IZM die Veranstaltungsorganisatoren vor Ort unterstützt. Viele Firmen nutzten die Gelegenheit, mit sog. „Expressions of Interest“ Partner für bestimmte Projekte zu suchen, wobei die Palette von drahtloser Sensorik im Automobilbereich über MEMS für HF-Anwendungen bis zu Mikrobrennstoffzellen reichte.

„Wir sind sehr zufrieden mit der Veranstaltung“ sagte Yves Le Goff, Direktor des EURIPIDES-Büros in Paris. „Das Feedback der Teilnehmer aus Wissenschaft und Industrie ist sehr positiv, sowohl bezüglich der Qualität der Kooperationsprojekte als auch zu der Veranstaltung als Ganzes.“

:: Workshop Energieeffizienz in der IKT

Am 26.02.2009 fand ein vom Fraunhofer IZM gemeinsam mit dem Fraunhofer ISI organisierter Experten-Workshop zum Thema „Energiebedarf der IKT“ im Bundesministerium für Wirtschaft in Berlin statt. Etwa 50 Teilnehmer aus Industrie, Behörden und Forschung diskutierten eine von den Fraunhofer-Forschern erarbeitete Trendanalyse zur Entwicklung des Stromverbrauchs von IKT in ganz Deutschland, die einen Grundstein zur „Green-IT“-Strategie des Bundes bilden soll.

Veranstaltungen 2008



Prof. Eisaku Ohtsuru, Prof. Hajime Tomokage, Dr. Peter Ramm und Dr. Lorenz Granrath (v.l.n.r.) bei der Unterzeichnungszeremonie in Fukuoka, Japan

:: Kooperationsvertrag mit japanischen Partnern
Die Fukuoka Industry, Science & Technology Foundation und das Fraunhofer IZM wollen künftig in den Bereichen 3D und MEMS-Integration enger kooperieren. Die geplante Zusammenarbeit betrifft alle Gebiete der technologischen Entwicklung, insbesondere im Hinblick auf Industrietechnologie, Technologiestrategie, R&D Management sowie technische Information und Ausbildung.

Gegenstand der Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IZM München sind unter anderem die MEMS 3D-Integration und gemeinsame Zuverlässigkeitstests. Das "Memorandum of Understanding" wurde am 25. November 2009 in Fukuoka von Prof. Eisaku Ohtsuru (Geschäftsführer der FIST Foundation) und Dr. Peter Ramm (Fraunhofer IZM München) im Beisein von Vertretern beteiligter Unternehmen feierlich unterzeichnet.

:: Fraunhofer IZM-Forscher in Vietnam
Am 15. Dezember 2008 trafen Forscher des Fraunhofer IZM, u. a. der stellvertretende Institutsleiter Dr. Klaus-Dieter Lang, mit vietnamesischen Wissenschaftlern und Industrievertretern zusammen, um aktuelle Trends im Bereich der Aufbau- und Verbindungstechnik zu diskutieren. Im Mittelpunkt standen dabei neben dem Fraunhofer-Modell Technologien zur Systemintegration und zur Waferbearbeitung.

Das Treffen fand statt im Rahmen eines Workshop „System Integration and Packaging Technologies at Fraunhofer IZM“ am HCMC Institute of Physics in Ho Chi Minh City. Das Feedback der über 60 Teilnehmer auf die Veranstaltung war ausgesprochen positiv, besonders an der Organisation der Forschungsförderung in Deutschland herrschte großes Interesse.



Dr. Klaus-Dieter Lang in Vietnam

:: International Symposium on Photonic Packaging
Zum zweiten Mal fand am 13. November in München während der electronica-Fachmesse das International Symposium on Photonic Packaging statt.

Rund 50 internationale Teilnehmer aus Industrie und Forschung trafen sich hier, um über neue Entwicklungen im Bereich der optischen Technologien zu diskutieren. Organisiert wurde die Veranstaltung von Dr. Henning Schröder vom Fraunhofer IZM, der neueste Entwicklungen des Instituts vorstellte.

| Auswahl weiterer Veranstaltungen des Fraunhofer IZM 2008 | | |
|--|----------|--|
| Februar 2008 | München | Fraunhofer Talent School |
| | Berlin | Arbeitskreis Richtlinien-konformes Design für WEEE, RoHS und EuP |
| März 2008 | München | Reel-to-Reel Forum |
| April 2008 | Berlin | Girls' Day |
| Mai 2008 | Berlin | Workshop Technologie-Scouting |
| September 2008 | Berlin | Microsystems Summer School |
| | Berlin | Workshop Flip Chip-Montage |
| Oktober 2008 | München | Workshop Microdosing Systems |
| November 2008 | München | 2nd International Symposium on Photonic Packaging |
| | Dortmund | Workshop ReECar |
| | Berlin | Hochschulforum MST |
| Dezember 2008 | München | Forum be-flexible 2008 |

Messeaktivitäten 2008



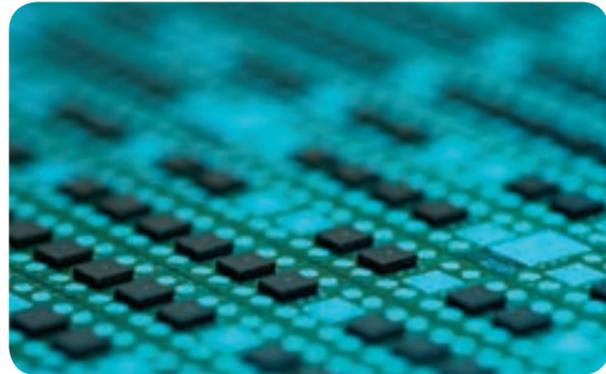
Für die Münchner IZM-Kollegen begann das Messejahr 2008 im April mit einem Heimspiel auf der Analytica, wo das Institut neue Entwicklungen aus den Bereichen Medizintechnik, Biotechnologie und Lebensmitteltechnik präsentierte. Ebenfalls im April fand die Hannover Messe statt. Für viel Aufsehen sorgte hier das von IZM-Forschern entwickelte eScrabble, das erste komplett vernetzte Brettspiel. Die gesamte Elektronik – von der Stromversorgung über den Prozessor bis hin zum Funk – ist durch ausgeklügelte Integrationstechnologien auf weniger als 3,5 Millimeter Höhe im Spielbrett untergebracht.

Am IZM-Stand auf der SMT in Nürnberg drehte sich in diesem Jahr alles um Einbetttechnologien, illustriert anhand eines 77 GHz-Radarsensors für aktive Fahrerassistenzsysteme. Im Rahmen des Verbundprojekts KRA-FAS entsteht hier durch Kombination zweier innovativer Einbetttechniken ein „System in Package“, das eine Kostenverringerung um bis zu 30% ermöglichen soll.

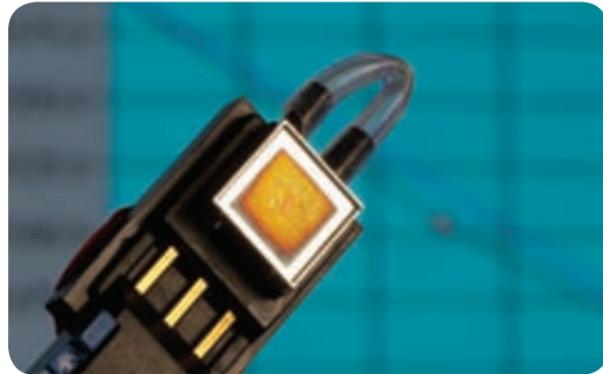
Den Abschluss des Messejahres 2008 bildete die SEMICON Europe in Stuttgart. Ein besonderes Highlight war hier ein komplett auf Waferebene montierter 3D Stack, der durch die Integration eines 20µm dünnen ICs in die Umverdrahtungsebene des Substrat-ICs und anschließender Flip Chip-Montage des dritten ICs drei funktionale Ebenen vereint.

| Auswahl der Messeaktivitäten des Fraunhofer IZM 2008 | | |
|--|-----------|----------------------------|
| April 2008 | München | Analytica |
| | Barcelona | Smart Systems Integration |
| | Hannover | Hannover Messe |
| Mai 2008 | Berlin | Microsystems Summer School |
| | Nürnberg | PCIM |
| Juni 2008 | Nürnberg | SMT |
| September 2008 | Berlin | IFA |
| | Berlin | Electronics Goes Green |
| Oktober 2008 | Berlin | SEMICON Europe |

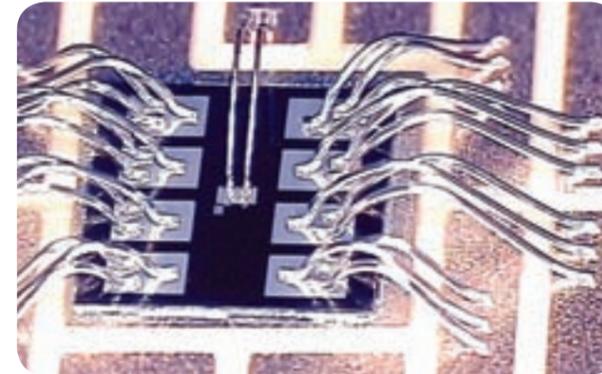
Kommende Veranstaltungen 2009



Chip-to-wafer-Technologie



Mikropumpe aus Silizium



Dickdrahtgebondeter Leistungshalbleiter (IGBT)



Flip Chip-Line

:: Regelmäßige Workshops am Applikationszentrum Smart System Integration

Auch im Jahr 2009 steht Ihnen wieder unser umfangreiches Workshopprogramm zur Verfügung. Aus erster Hand erhalten Sie das Know-How unserer Experten.

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

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

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

Weitere Informationen finden Sie auch unter <http://apz.izm.fraunhofer.de/cms/workshops.phtml>

:: **Ihr Ansprechpartner:** Harald Pötter
 Telefon: +49 (0)30 / 4 64 03-7 42
 E-Mail: harald.poetter@apz.izm.fraunhofer.de

:: [1] Mikrodosierseminar

Es wird ein Überblick über neueste Entwicklungen und zukünftige Anwendungen im Bereich Mikrofluidik sowie über Herausforderungen beim Technologietransfer in industriell gefertigte Produkte gegeben.

Inhalt:

- Hochleistungsmikropumpe für med. Anwendungen
- Simulation und Zuverlässigkeitsuntersuchungen
- Industrialisierung von Si-Mikropumpen
- Schlüsseltechnologien für die Miniaturisierung der nächsten Brennstoffzellengeneration

Diese Veranstaltung wendet sich an Praktiker, Manager, Entwickler und Konstrukteure.

:: [2] 3D-Integration für den Mittelstand

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

Inhalt:

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

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

:: [3] Konzepte und Technologien für die Leistungselektronik

Vom Design über die Aufbau- und Verbindungstechnik bis zu Zuverlässigkeitsbetrachtungen wird in diesem Workshop ein umfassendes Verständnis leistungselektronischer Themen vermittelt.

Inhalt:

- Entwurf und elektromagnetische Verträglichkeit
- Aufbau- und Verbindungstechnik
- Verkapselung
- Analytik
- Thermisches Management und Zuverlässigkeit

Diese Veranstaltung wendet sich an Entwickler und Produzenten von Leistungselektronik in allen Branchen.

:: [4] System-in-Package

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

Inhalt:

- SIP-Entwurf, Wafer Level Integration
- Substrate Level Integration
- Interconnects, Assembly and Packaging
- Zuverlässigkeit

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

:: [5] Flip Chip-Montage – Eine Großserientechnologie erreicht den Mittelstand

Im Workshop werden die unterschiedlichen Verfahren zur Montage von Flip Chips vorgestellt und erläutert. Im Praxisteil können in Kleingruppen praktische Erfahrungen an industrienahen Anlagen gesammelt werden.

Inhalt:

- Technologische Grundlagen
- Anlagen und Prozesskette
- Manuelle Montage durch Teilnehmer mit Fine-Placer, Reflowlöt, Underfilling
- Qualitätssicherung und Zuverlässigkeitsprüfung

Diese Veranstaltung wendet sich an technologieorientierte kleine und mittelständische Unternehmen.

:: [6] Lehrgänge zum Die- und Drahtbonden

Diskutiert werden Qualitäts- und Zuverlässigkeitsaspekte von Bondverbindungen, zudem werden praktische Bondversuche auf Testsubstraten durchgeführt.

Inhalt:

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

Diese Veranstaltung wendet sich an Praktiker, Manager, Entwickler und Konstrukteure.



FACTS & FIGURES

- 074 - 075 :: DAS FRAUNHOFER IZM IN FAKTEN UND ZAHLEN
- 076 - 077 :: AUSZEICHNUNGEN UND PREISE
- 078 - 079 :: AUSBILDUNG AM FRAUNHOFER IZM
- 080 :: VORLESUNGEN, EDITORIALS
- 081 :: DISSERTATIONEN, BEST PAPER AUSZEICHNUNGEN
- 082 :: KOOPERATIONEN MIT DER INDUSTRIE
- 083 :: MITGLIEDSCHAFTEN
- 084 - 087 :: VERÖFFENTLICHUNGEN
- 088 :: PATENTE UND ERFINDUNGEN
- 089 :: FRAUNHOFER IZM KURATORIUM
- 100 - 101 :: FRAUNHOFER IZM KONTAKTADRESSEN

Das Fraunhofer IZM in Fakten und Zahlen

Zum 1. Juli 2008 wurde der Chemnitzer Institutsteil des Fraunhofer IZM in die eigenständige Fraunhofer-Einrichtung für Elektronische Nanosysteme (ENAS) umgewandelt. Die Aussagen zur Entwicklung der Kennzahlen beziehen sich im Folgenden auf die Vorjahreswerte des Berliner und des Münchner Institutsteils.

:: Finanzielle Situation

Der Umsatz des Fraunhofer IZM konnte im Jahr 2008 um 11% auf eine Summe von 28,2 Millionen Euro gesteigert werden. Der Anteil der externen Erträge betrug 81% des Betriebshaushaltes. Insgesamt wurden 23 Millionen Euro extern eingeworben, was eine Steigerung von 6% gegenüber dem Vorjahr darstellt.

Aus deutschen und internationalen Industrieunternehmen sowie Wirtschaftsverbänden konnten die Aufträge ebenfalls um 11% gesteigert werden und erreichten eine Summe von knapp 10 Millionen Euro. Damit blieb der Anteil der Wirtschaftserträge bei ca. 34% stabil.

:: Geräteinvestitionen und Labore

Im Jahr 2008 konnten mehrere neu geschaffene Laborbereiche fertig gestellt werden.

Am Standort Wedding des IZM-Berlin wurde das „Electronics Condition Monitoring Labor“ eingerichtet, mit

Messgeräten zur Zustandserfassung und Online-Ausfallbestimmung von elektronischen Systemen, einem Teststand zur Schwachstellenanalyse und einem Teststand für kombinierte Lebensdauertests (Vibration, Temperatur (-wechsel) und Feuchte).

Die Arbeitsgebiete des ECM Labs umfassen Konzepte, Methoden und Lösungen zu

- Abschätzung der Restlebensdauer
- zustandsbasierter Wartung und Verfügbarkeit
- integrierten Zustandsindikatoren
- Absicherung von Zuverlässigkeit und Sicherheit
- Systemverhalten in der Nutzung

Durch den Aufbau des ECM-Labs erweitern sich die Möglichkeiten des Fraunhofer IZM

- Funktionstest elektronischer Systeme bei erweiterten Umgebungsbeanspruchungen
- Zustandsbestimmung durch Messung degradationsabhängiger Parameter
- Zustandsbestimmung über Erfassung von Beanspruchungen, Datenanalyse und Ausfallmodelle
- Entwurf und Test von Monitorstrukturen und Ausfallsensorik zum Aufbau von Zustandsindikatoren

Die dafür erforderlichen 1 Million Euro Investmittel für Equipment wurden aus dem Fonds für strategische

Investitionen der Fraunhofer-Gesellschaft und aus Eigenmitteln des Fraunhofer IZM bereitgestellt.

Das Labor für „Elektronik in Textil“

Textile elektronische Systeme gewinnen zunehmend an kommerzieller Bedeutung, und das industrielle Interesse ist stark angewachsen. Am Fraunhofer IZM wird schon seit dem Jahr 2000 an diesem Thema geforscht, und mittlerweile gehört es zu den weltweit führenden Institutionen auf diesem Gebiet. Im IZM TexLab werden jetzt erstmalig textile und elektronische Technologien in einem gemeinsamen Labor miteinander verschmolzen. Fast alle Fertigungsschritte können nun in einem Labor durchgeführt werden, wodurch eine höchst effiziente Forschungsarbeit möglich wird. Zum Maschinenpark des TexLab gehören unter anderem eine professionelle Industriestickmaschine, eine Normwaschmaschine und eine automatische Thermotransferpresse. Alle Geräte werden auch in der industriellen Fertigung eingesetzt, wodurch es besonders einfach wird, Lösungen für die Industrie zu entwickeln und diese dann in die Produktion zu überführen.

Wafer-Level Assembly-Linie

Die Installation einer neuen Wafer-Level Assembly-Linie im Wert von ca. 1 Million Euro wurde im Jahr 2008 begonnen.

Darüber hinaus konnten am Standort Berlin Adlershof im Rahmen des Micro-Material Center Berlin die räumlichen Bedingungen u.a. für das „Labor zur Bewertung der Zuverlässigkeit von Materialverbunden der Mikro- und Nanoelektronik“ wesentlich verbessert werden.

:: Personalentwicklung

Im Laufe des Jahres 2008 konnte der Personalbestand des Fraunhofer IZM geringfügig von 238 auf 242 Personen erhöht werden.

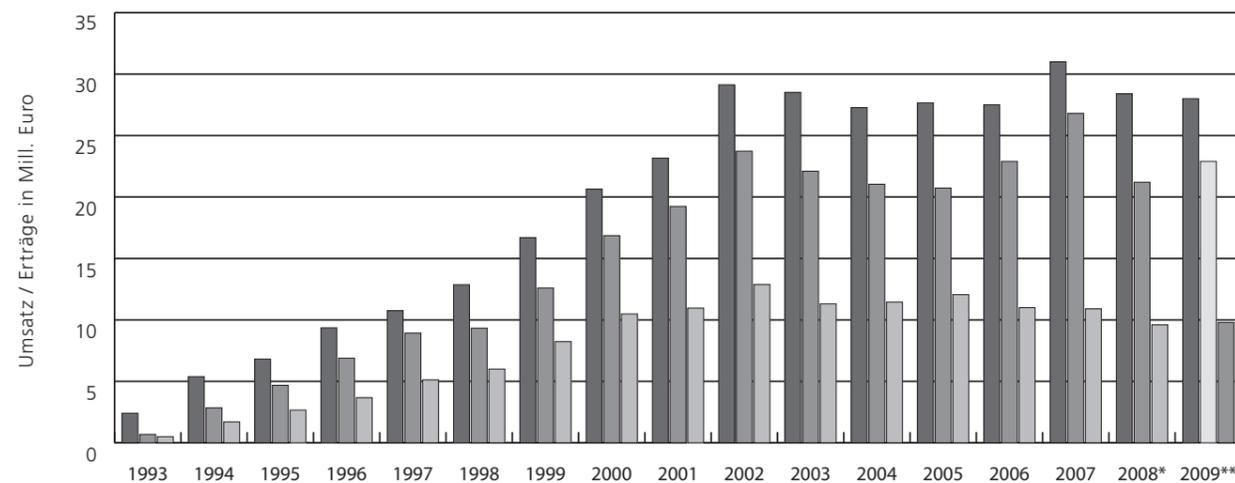
Zusätzlich bietet das Institut Studentinnen und Studenten die Möglichkeit ihr Studium mit praktischer wissenschaftlicher Arbeit in den Büros und Laboren des Fraunhofer IZM zu kombinieren. Durch 11 zusätzliche Verträge gegenüber dem Vorjahr konnten im Jahresdurchschnitt 147 Praktikanten, Diplomanden und studentische Hilfskräfte am Fraunhofer IZM betreut werden.

Das Fraunhofer IZM stellt sich weiterhin der Aufgabe, Ausbildungsplätze zur Verfügung zu stellen. Im Jahr 2008 wurden 10 Auszubildende als Mikrotechnologen, Fachinformatiker, Feinwerkmechaniker und Kauffrau für Bürokommunikation ausgebildet.

:: Kontakt



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



* 2008: Da der Chemnitzer Institutsteil in eine eigene Fraunhofer-Einrichtung überführt wurde, beziehen sich die Kennziffern nur noch auf die Institutsteile Berlin und München.

** 2009 erwartet

Auszeichnungen und Preise



Dr. Hans Walter und Dr. Thomas Schreier-Alt mit Institutsleiter Prof. Herbert Reichl

:: IZM-Forschungspreis 2008 für Dr. Thomas Schreier-Alt und Dr. Hans Walter

Zum neunten Mal wurde am 18. Dezember 2008 der Forschungspreis des Fraunhofer IZM verliehen. In diesem Jahr wurden die IZM-Kollegen Dr. Thomas Schreier-Alt und Dr. Hans Walter für ihre herausragenden Leistungen auf dem Gebiet des Electronic Packaging geehrt.

Thomas Schreier-Alt, der am IZM-Standort in Oberpfaffenhofen forscht, wurde für seine wegweisenden Arbeiten zur Simulation von Verkapselungsprozessen ausgezeichnet. Der promovierte Physiker optimiert das Packaging von mikroelektronischen und mechanischen Bauteilen mit numerischer Simulation und ermöglicht es so, die Hülle der Baugruppen schon vor Beginn des Produktionsprozesses möglichst zuverlässig zu gestalten.

Der zweite Preisträger 2008 ist Dr. Hans Walter, dessen Spezialgebiet das Aufspüren und die Analyse werkstoffbedingter Mängel mikroelektronischer Komponenten ist. Geehrt wurde Hans Walter für seine Experimente zur thermomechanischen Werkstoffcharakterisierung und die Analyse von Schadensfällen im Mikro-Nano-Bereich. Dafür wurden entsprechende Messmethoden und die dafür erforderlichen Prüfkörpergeometrien entwickelt bzw. angepasst. Solche Methoden finden zur Bewertung des zeit-, temperatur- bzw. feuchtigkeitssensitiven Werkstoffverhaltens in zahlreichen Projekten breite Anwendung.

Zum Festakt hatte das Fraunhofer IZM in das Berliner Maritim-Hotel geladen, wo die Auszeichnungen den Preisträgern vom Institutsleiter Prof. Herbert Reichl übergeben wurden.



Dr. Martin Richter, Tonio Haas und Martin Bucher (v.l.n.r.)

:: Auszeichnung für Mitarbeiter des Fraunhofer IZM beim „Münchener Businessplan Wettbewerb“

Wie schon im Vorjahr wurde beim diesjährigen „Münchener Businessplan Wettbewerb“ ein Team unter Leitung von Dr. Martin Richter vom Fraunhofer IZM München ausgezeichnet. Für den Businessplan zur Geschäftsidee „MEGACELL“ erhielten Richter und seine Kollegen Tonio Haas und Martin Bucher bei der Preisverleihung der „Idea Stage“ in der Kategorie „Forschungseinrichtungen und sonstige Hochschulen“ den ersten Preis.

Die geplante Fraunhofer-Ausgründung MEGACELL hat sich im Bereich der Bioverfahrenstechnik die Herstellung und den Vertrieb eines Gerätes zur zellschonenden, schnellen und kosteneffizienten Zellablösung von ihrem Trägersubstrat zum Ziel gesetzt. Die von der Jury ausgezeichnete Grundidee der Ablösemethode besteht darin, Zellen mechanisch und somit enzymfrei mittels hochfrequenten Ultraschalls abzulösen.

:: Florian Ohnimus erhält den Erwin-Stephan-Preis

Am 10. Oktober 2008 wurde IZM-Mitarbeiter Florian Ohnimus von der „Helene und Erwin Stephan-Stiftung“ der Technischen Universität Berlin mit dem Erwin-Stephan-Preis ausgezeichnet. Mit diesem Preis werden zweimal jährlich Studenten der TU Berlin geehrt, die ihr Studium besonders zügig und gut absolviert haben.

Das Preisgeld von € 4000 für jeden Preisträger soll Forschungs- und Studienaufenthalte im Ausland ermöglichen. Seine Diplomarbeit schrieb Ohnimus zum Thema: „A Comparative Study of Integrated Antennas for 60 GHz Applications“, gegenwärtig promoviert er zum Thema „Elektrischer Entwurf von integrierten Antennen für Kommunikations- und Radaranwendungen“.



Innovationspreisträger Dr. Baumann (Uni Rostock), Dr. Schulte-Mattler (Uni Regensburg), Dr. Fiedler und Prof. Töpfer vom Fraunhofer IZM (v.l.n.r.)

:: Prothesen mit Nervenimpulsen steuern - Innovationspreis für Nerv-Computer-Kopplung

Patienten, die wesentliche Teile einer Hand, eines Arms oder eines Beins verloren haben, sollen eines Tages ihre Prothese mit Nervensignalen besser steuern können. Eine bundesweite Forschergruppe unter Beteiligung der IZM-Forscher Dr. Stefan Fiedler und Prof. Michael Töpfer hat dazu ein viel versprechendes Projekt entwickelt, das mit dem Innovationspreis für Medizintechnik des Bundesforschungsministeriums ausgezeichnet wurde.

Beim Verlust einer Hand können Patienten schon heute ihre Prothesen mit elektrischen Signalen steuern, die aus ihren Unterarmmuskeln abgeleitet werden. Was aber, wenn auch diese Muskeln nicht mehr vorhanden sind, der Unterarm fehlt? Renommierete Forschergruppen versuchen dazu weltweit, ein „brain-computer-interface“ zu schaffen. Die Betroffenen sollen an eine Bewegung denken, Elektroden auf dem Kopf erfassen die Hirnströme und ein Computer versucht „den Gedanken zu lesen“. Er filtert die passenden Signale aus dem „Rauschen“ der Gehirnströme heraus und veranlasst die entsprechende Bewegung der Hand. Ein aufwändiges, fehleranfälliges und langsames Verfahren. Zwischen Gedanken und Bewegung vergehen etwa 10 Sekunden.

Künftig werden die noch vorhandenen Nerven als Impulsgeber für Bewegungen verwendet. Dabei wird versucht, die Nervenenden mit einer speziellen Folie zu umwickeln, ihre elektrischen Impulse abzuleiten und damit eine Prothese zu steuern. In der Folie befinden sich Leiterbahnen und ein Mikrochip. Die Nervenenden (Axone) bekommen elektrischen Kontakt mit den Leiterbahnen, und der Chip kann die entsprechenden Informationen nach außen senden. Dazu wird eine RFID-ähnliche



Additive Mikrostrukturen auf Glas der Fa. Lithoglas - Hightech aus Berlin

Technik verwendet. Dabei erhält der Chip von einer Induktionsspule von außen Energie und sendet seine Informationen an die Prothese.

In einem 2-jährigen Forschungsprojekt unter Leitung von Dr. Schulte-Mattler von der der Universität Regensburg sollen nun elementare Fragen zum „nerv-computer-interface“ geklärt werden. Partner neben dem Fraunhofer IZM sind der Forschungsschwerpunkt Mikroperipherik der TU Berlin (Dr. Thomas Löher) und die Universität Rostock, Lehrstuhl für Biophysik (Prof. Jan Gimsa).

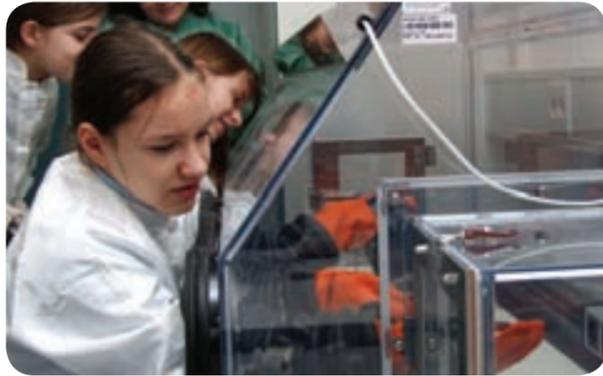
:: Berliner Forscher revolutionieren mit winzigsten Strukturen auf Glas die Mikroelektronik

Mit ihrer Entwicklung der sog. „additiven Mikrostrukturierung“ von Glas haben es Forscher der MSG Lithoglas AG zusammen mit Kollegen vom Fraunhofer IZM unter die letzten zehn beim Innovationspreis Berlin-Brandenburg geschafft.

Mit dem von den Berliner Forschern zur Serienreife gebrachten Verfahren kann die Produktion von Image- und Photosensoren, etwa für hochauflösende Kamerachips oder bei Photodioden für BluRay-Laufwerke, extrem vereinfacht und kostengünstiger gestaltet werden.

Den Anwendungen für diese Technologie sind nahezu keine Grenzen gesetzt. Dort, wo optische Informationen in der Mikroelektronik verarbeitet werden, kann sie kostengünstig und in großen Stückzahlen zum Einsatz kommen: für Mikrospiegel in Scannern und Displays, in Beschleunigungs- und Drucksensoren, als Lichtquellen wie Halbleiterlasern oder LEDs. Darüber hinaus gilt die Entwicklung aufgrund ihrer Bioverträglichkeit als spannendes Verfahren für die Medizintechnik.

Ausbildung am Fraunhofer IZM



Veranschaulichung von Nano-Materialien in einer Glove-Box



Teilnehmerinnen des diesjährigen Girls' Day mit ihren selbst montierten elektronischen Teelichtern



Untersuchung von Fluoreszenzmarkern



Unterricht zum Anfassen: Waferinspektion an einer Münchner Grundschule

Ziel des Fraunhofer IZM ist es, junge Menschen wieder vermehrt für technische Entwicklungen sowie für Berufe in Technik und Forschung zu interessieren. Ein wesentlicher Stellenwert wird dabei der dualen Berufsausbildung beigemessen. Am Institut wird ausgebildet, um der Verantwortung für die junge Generation gerecht zu werden, aber auch, um langfristig den eigenen Bedarf an hoch qualifiziertem Nachwuchs zu decken. Die duale Ausbildung im Fraunhofer IZM erfolgt deshalb in drei anerkannten Berufen in den Bereichen Technik und Verwaltung, wo den Jugendlichen fundierte Fertigkeiten und Fähigkeiten im Forschungsumfeld vermittelt werden.

Im Rahmen des Berliner Ausbildungsverbundes für Mikrotechnologen, an dem die Technische Universität Berlin, Berliner Forschungsinstitute sowie KMU beteiligt sind, absolvieren darüber hinaus kontinuierlich zwei externe Auszubildende ein mehrmonatiges Praktikum in unserem Institut. In der Abteilung Environmental Engineering schlossen zwei Jugendliche ihr freiwilliges ökologisches Jahr mit einem selbst konzipierten und umgesetzten Demonstrator zur Stromerzeugung am Fahrrad für MP3-Player oder GPS-Gerät ab. Daneben konnte im Fraunhofer IZM ein Jugendlicher sein Schülerpraktikum im Bereich optische Verbindungstechnologien absolvieren.

:: Schülerprojekt nano

Mitte Februar ermöglichte das Fraunhofer IZM Schülerinnen und Schülern eines Gymnasiums interessante Einblicke in das Thema „Nano“. Es wurde mit echtem Nanopulver experimentiert und gemeinsam diskutiert, was ein Handy mit der Mikrosystemtechnik zu tun hat, wie weit der Schritt von dort zur Nanotechnik ist und wie man Nanomaterialien handhabt. Anschließend wurde der sogenannte Nanoraser unter dem Rasterelektronen-

mikroskop sichtbar gemacht. Das Besondere an diesem Projekttag war, dass nicht die bloße Theorie zur Nano- bzw. Mikrosystemtechnik in den Mittelpunkt gestellt wurde, sondern vielmehr die praktische Anwendung.

:: Bewerbungstraining Diesterweg-Gymnasium

Wie bewerbe ich mich richtig? Dieser Frage wurde im Rahmen der seit einigen Jahren bestehenden Schulpartnerschaft mit dem Diesterweg-Gymnasium nachgegangen. Mehrere Abschlussklassen konnten sich bei einem am Fraunhofer IZM durchgeführten Bewerbungstraining anhand von Rollenspielen und Checklisten darüber informieren, worauf es bei der schriftlichen Bewerbung und beim Vorstellungsgespräch ankommt.

:: Girls' Day am Fraunhofer IZM Berlin

Wie bereits in den Vorjahren beteiligte sich das Fraunhofer IZM am bundesweiten Girls' Day. Vier Schülerinnen im Alter von 11 bis 14 Jahren erfuhren beispielsweise, was mittlerweile ein Handy wiegt und warum die Geräte nicht noch kleiner oder leichter werden. Neben der Analyse elektronischer Schaltungen gab es auch einen praktischen Teil. Hier konnten sich die Mädchen unter Anleitung ein elektronisches Teelicht basteln, das sie mit nach Hause nehmen durften. In einem anschließenden Ideen-Pool sammelten die Teilnehmerinnen ihre Vorschläge für den möglichen Einsatz von Elektronik in Kleidungsstücken. Wie z. B. könnte die Jacke eines Fahrradkuriers in der Zukunft aussehen?

:: Tag der Talente

Der Tag der Talente ist eine mehrtägige Veranstaltung zu Ehren der Bundessieger öffentlich geförderter Schüler- und Leistungswettbewerbe. Im Rahmen dezentral geleiteter Workshops lud das Fraunhofer IZM zum Thema

„Brennstoffzelle zur Stromerzeugung (Batterie-Labor)“ ein. Zehn Schüler konnten an diesem Tag verschiedene Brennstoffzellen und Brennstoffzellensysteme besichtigen. Sie hatten die Möglichkeit, an einem Demonstrationsobjekt sowohl die Elektrolyse zur Wasserstoffherzeugung als auch die eigentliche Brennstoffzellenfunktion zur Stromerzeugung selbst auszuprobieren.

Dabei wurden einfache Kennlinien aufgenommen und mit denen von Batterien verglichen. Außerdem wurden Vorteile und Nachteile von Brennstoffzellensystem gegenüber Batterien diskutiert.

:: MINToring

Für besonders wissbegierige Schüler mit Interesse im naturwissenschaftlichen Bereich bot das Fraunhofer IZM zusammen mit der TU Berlin im Rahmen der MINT-Initiative des BMBF ein Nachwuchs-Programm der besonderen Art: Nach der praktischen Zerlegung von Handys und einem Ideen-Workshop zum Mobilfunk der Zukunft konnten die Abiturienten Mikroelektronik für Handy & Co. selbst bestücken und erfahren, warum solche Geräte immer kleiner, leichter und trotzdem noch leistungsfähiger werden. In den TU-Laboren entwarf jeder Teilnehmer tags darauf seine eigene elektrische Schaltung für einen „elektronischen Würfel“ und erfuhr so, wie Mikroelektronik im Entwurf überhaupt erst entsteht.

:: Leuchtende Moleküle

Insgesamt 40 Oberstufen-Schülerinnen nutzten 2008 die Gelegenheit, Einblicke in Forschungsprojekte des Münchner Institutsteils des Fraunhofer IZM zu bekommen. Unter dem Titel „Leuchtende Moleküle“ wurden mehrere Workshops im Rahmen des laufenden EU-Projekts Paul Cézanne durchgeführt. Neben Versuchen zum Einsatz

von Fluoreszenzmarkern in der Bioanalytik wurden die Schülerinnen in den theoretischen Hintergrund zur Bestimmung des Blutzuckers mittels Fluoreszenzanalyse eingeführt. Neue Wege in der Nachwuchsmotivation schlug eine Veranstaltung ein, für die zwei BerufsorientierungspraktikantInnen ihr erworbenes Wissen an ein Publikum bestehend aus 30 Schülerinnen weitergaben.

Außerdem stellten zwei junge Frauen, eine Auszubildende zur Mikrotechnologin und eine bereits bei einer Partnerfirma des Fraunhofer IZM München beschäftigte Mikrotechnologin, ihren Beruf vor und beantworteten die Fragen der interessierten Schülerinnen.

:: Zu Besuch an einer Münchner Grundschule

Erstmals wurden auch GrundschülerInnen in die Nachwuchsaktivitäten des Fraunhofer IZM in München mit einbezogen: innerhalb des Heimat- und Sachunterrichtes wurde den Mädchen und Jungen einer 3. Klasse der Grundschule Westerheim begleitend zum Lehrstoff „Berufe“ das Berufsfeld Halbleitertechnologie von einer Mitarbeiterin des Instituts vorgestellt. Den 27 Kindern im Alter von acht bis neun Jahren wurden blanke und strukturierte Siliziumscheiben gezeigt und der Bezug zu den Mikrochips in elektronischen Bauteilen hergestellt. Die Platine eines Handys diente zur Veranschaulichung.

Die begeisterten Schülerinnen und Schüler zeigten großes Interesse und stellten viele Fragen bezüglich der erforderlichen Ausbildung, zum Fertigungsprozess von Mikrochips, nach praktischen Beispielen, aber auch der Forschungstätigkeit an Fraunhofer-Instituten. Auch die Klassenlehrerin war begeistert von der Neugierde und Aufgeschlossenheit der Kinder zum Thema Halbleitertechnologie.

Vorlesungen, Editorials

VORLESUNGEN

:: TU Berlin

Prof. H. Reichl

- Technologien der Heterosystemintegration
- Grundlagen der Elektrotechnik

Prof. H. Reichl / O. Bochow-Neß

- Zuverlässigkeit von Mikrosystemen

Prof. K. Bock

- Polytronische Mikrosysteme

Dr. S. Guttowski

- EMV in der Leistungselektronik und Antriebstechnik

Dr. I. Ndip

- Electromagnetic Reliability of Microsystems

Dr. N. Nissen

- Design umweltverträglicher elektronischer Produkte

Dr. M. Schneider-Ramelow

- Werkstoffe der Systemintegration

Prof. M. Töpfer

- Physikalisch-Chemische Grundlagen der MST

:: TU München

Dr. M. Richter

- Gastvorlesung: Theoretische Grundlagen der Mikrofluidik

:: BTU Cottbus

Dr. O. Deubzer (Gastprofessor)

- Corporate Environmental Protection

EDITORIALS

Handbook of 3D Integration
Wiley-VCH, Weinheim, 2008

P. Ramm (Co-editor)

Future Fab International

Mazik Media Inc., San Francisco

P. Ramm (member of Editorial Board)

Materials and Technologies for 3D Integration
MRS Symposium Proceedings Vol. 1112, Materials
Research Society, Warrendale (2009)

P. Ramm (Co-editor)

Micro- and Nanosystems

(Bantam Science Publishers Ltd.)

K. Bock (member of Editorial Board)

PLUS Journal (Eugen G. Leuze Verlag Saulgau)

K.-D. Lang (Head of Editorial Board)

ZEMI Microsystems Summer School Berlin 2008:

Systemintegration am Beispiel AVM

S. Schmitz

Electronics Goes Green 2008+
(IRB Verlag Stuttgart)

H. Reichl, N. Nissen (Editors)

Dissertationen, Best Paper-Auszeichnungen

DISSERTATIONEN

Baba, M.

Efficient Design, Integration and Optimization of Highly Miniaturized Filters for RF/Wireless Applications, Technische Universität Berlin, 2008

Geißler, U.

Verbindungsbildung und Gefügeentwicklung beim Ultraschall-Wedge/Wedge-Bonden von AlSi1-Draht, Technische Universität Berlin, 2008

Nittayarumphong, S.

Vereinfachte Methoden zur optimalen Regelung resonanter Leistungskonverter, Technische Universität Dresden, 2008

Polityko, D.

Physikalischer Entwurf für die vertikale SiP Integration, Technische Universität Berlin, 2008

Schinkel, M.

Entwurf und Simulation aktiver EMV-Filter für dreiphasige drehzahlveränderbare Antriebe, Technische Universität Berlin, 2008

Wagner, S.

Entwicklung von Mikro-Polymermembran-Brennstoffzellen unter Einsatz von Mikrostrukturierungstechnologien, Technische Universität Berlin, 2008

BEST PAPER AWARDS

Böttcher, L.; Manassis, D.; Ostmann, A.; Karaszkiwicz, S.; Reichl, H.
"Embedding of Chips for System in Package Realization – Technology and Applications"
Outstanding Paper Award der „3rd IMPACT and 10th EMAP Joint Conference“

Brunschwiler, T.; Rothuizen, H.; Kloter, U.; Wunderle, B.; Oppermann, H.; Reichl, H.; Michel, B.
„Forced convective interlayer cooling in vertically integrated packages“
Best Paper Award „iTherm 2008“ (Emerging Technologies Track)

Wunderle, B.; Kallmayer, C.; Walter, H.; Michel, B.; Reichl, H.
„Life time model for flip chip on flex using anisotropic conductive adhesives under moisture and temperature loading“
Best Paper Award, „iTherm 2008“ (Materials Track)

Manassis, M.; Patzelt, R.; Ostmann, A.; Aschenbrenner, R.; Reichl, H.; Axmann, A.; Laentzsch, C.; Klemann, G.
„Evaluation of innovative nano-coated stencils in ultra-fine-pitch flip chip bumping processes“
Best Paper Award „IMAPS 2008, Rhode Island“

Rainer Dudek, E. Kaulfersch, S. Rzepka, M. Röllig, Michel, B.
„FEA Based Reliability Prediction for Different Sn-Based Solders Subjected to Fast Shear and Fatigue Loadings“
NXP Semiconductors Best Paper Award
9th International Conference on Electronic Packaging Technology & High Density Packaging (ICEPT-HDP 2008)

Kooperationen mit der Industrie (Auswahl)

| Unternehmen | Ort |
|--|---|
| AEMtec GmbH | Berlin |
| AIM Infrarotmodule GmbH | Heilbronn |
| Airbus Deutschland GmbH | Hamburg, Laupheim |
| Aktiv Sensor GmbH | Berlin |
| AMD Saxony LLC & Co. KG | Dresden |
| Andus Electronic GmbH | Berlin |
| ASEM Mühlbauer | Dresden |
| Atmel Germany GmbH | Dresden, Heilbronn |
| Atotech Deutschland GmbH | Berlin |
| Brose Fahrzeugteile GmbH & Co KG | Coburg |
| Casio Computer Co. Ltd. | Tokyo (J) |
| Chemnitzer Werkstoffmechanik GmbH | Chemnitz |
| Continental Automotive Systems | Nürnberg, München, |
| Daimler AG | Stuttgart, München |
| Dell | Frankfurt/Main |
| Dilas Diodenlaser GmbH | Mainz |
| 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 |
| Endress & Hauser Conducta GmbH | Gerlingen |
| EPCOS AG | München, Berlin |
| ESYS GmbH | Berlin |
| Evonik Industries | Marl |
| First Sensor GmbH | Berlin |
| General Electric, Medizintechnik | USA |
| Genum Corporation | Burlington (CDN) |
| Global Light Industries GmbH | Kamp-Lintfurt |
| HARTING Mitronics AG | Biel (CH) |
| Häusermann GmbH | Gars am Kamp (A) |
| Hella KG aA Hueck & Co | Lippstadt |
| Hirschmann Laborgeräte GmbH & Co KG | Eberstadt |
| Hitachi PERL | Yokohama (J) |
| hmp Heidenhain Mikroprint GmbH | Berlin |
| Hymite Deutschland GmbH | Berlin |
| IBM Zurich Research Laboratory, Halbleiter | Zürich (CH) |
| IMC | Berlin |
| Infineon AG | München, Regensburg, Dresden |
| Intel | Feldkirchen, München |
| KSG Leiterplatten GmbH | Gornsdorf |
| Liebherr-International Deutschland GmbH | Lindau |

| Unternehmen | Ort |
|--|--|
| LTI Drives GmbH | Lahnau |
| Magna Donnelly | Winzendorf (A) |
| Mignos GmbH | Deckenpfronn |
| Mikrogen GmbH | Neuried |
| MPD Microelectronic Packaging Dresden GmbH | Dresden |
| Nanotest und Design GmbH | Berlin |
| Numerik Jena GmbH | Jena |
| NXP Semiconductors GmbH | Hamburg |
| OREE, Inc. | Tel Aviv (IL) |
| OSRAM Opto Semiconductors GmbH | Regensburg |
| Panasonic | Wiesbaden |
| Paritec GmbH | Weilheim |
| PerkinElmer Elcos GmbH | Pfaffenhofen |
| Qimonda AG | Dresden |
| Raumedic AG | Helmbrechts |
| Ricoh Company Ltd. | Yokohama (J) |
| RKT GmbH | Roding (A) |
| Robert Bosch GmbH | Stuttgart, Berlin, Reutlingen, Hildesheim |
| Rohde & Schwarz GmbH | München |
| SCD Semi Conductor Devices | Haifa (IL) |
| Schefenacker Vision Systems Germany GmbH | Schwaikheim |
| Scherer & Trier | Michelau |
| Schweizer Elektronik AG | Schramberg |
| Sensata Technologies Holland B.V. Almelo | Almelo |
| Sensitech Naomi | Mainz |
| SFC AG | Brunthal-Nord |
| Siemens AG | Amberg, Regensburg, Berlin, München |
| Silex | Järfälla (S) |
| Simons Vertrieb und Druck GmbH | Nottuln |
| Smart Fuel Cell AG | Brunthal |
| Sony | Tokyo (J) |
| ST Microelectronics | Agrate Brianza (I); Tours (F) |
| Süss Microtec GmbH | München |
| Swissbit Germany AG | Berlin |
| Tanaka Denshi Kogyo Co. Ltd. | Tokyo (J) |
| Texas Instruments | Freising |
| T-Mobile | Bonn |
| Tokyo Ohka Kogyo | Tokyo (JP) |
| 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 |
|---|---|--|
| Advanced Metallization Conference AMC | Dr. P. Ramm | Executive Committee |
| AMA Wissenschaftsrat, Fachverband Sensorik | Dr. V. Großer | Member |
| Arnold Sommerfeld Gesellschaft zu Leipzig | Prof. B. Michel | Scientific Committee |
| CATRENE - EAS Working Group on Energy Autonomous Systems | Dr. R. Hahn | Member |
| Deutsche Venture Capital Gesellschaft | Prof. H. Reichl | Advisory Board Member |
| Deutscher Verband für Schweißtechnik (DVS) | Dr. K.-D. Lang | Executive Board |
| Deutscher Verband für Schweißtechnik (DVS) Working Group „Bonden“ | Dr. S.-Ramelow | Vice Chairman |
| DVS/GMM Konferenz EBL | Dr. K.-D. Lang | Chairman |
| DVS/GMM Fachausschuss Mikroaktorik | Dr. M. Richter | Member |
| Electronics Goes Green 2008 Conference | Prof. H. Reichl | Conference Chairman |
| ENIAC- European Technology Platform Nanoelectronics, Domain Team Heterogenous Integration | Prof. H. Reichl | Domain Team Leader |
| ESD Association | Dr. H. Gieser H. Wolf | Technical Program Committee |
| EURIPIDES Scientific Advisory Board | Dr. K.-D. Lang, J. Wolf | Member |
| First Sensor GmbH | Prof. H. Reichl | Advisory Board Member |
| Ferdinand Braun Institut für Hochfrequenztechnik | Prof. H. Reichl | Scientific Board |
| International Microelectronics and Packaging Society (IMAPS) | Prof. H. Reichl | Fellow |
| International Microelectronics and Packaging Society Germany | R. Aschenbrenner | Board Member |
| International Microelectronics and Packaging Society (IMAPS) | Dr. I. Ndip | National Technical Committee Member |
| International Technology Roadmap Semiconductors (ITRS) (Technical Working Group Assembly and Packaging) | J. Wolf | Chairman Europe |
| JISSO European Council | J. Wolf | Member |
| KSG Leiterplatten GmbH | Prof. H. Reichl | Advisory Board Member |
| Materials Research Society (MRS) | Dr. P. Ramm | Symposium Organizer |
| MEDEA+, Scientific Committee | Prof. H. Reichl | Member |
| SEMI Award Committee | Dr. K.-D. Lang | 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 IEEE CPMT German Chapter | R. Aschenbrenner Dr. N. Nissen E. Jung Prof. M. Töpfer Dr. K.-D. Lang | Vice President Conferences Technical Chair Technical Chair Technical Chair Chair |
| VDI/VDE- Gesellschaft für Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik (GMM) Technical Committee Packaging and Interconnection Technologies | Dr. K.-D. Lang | Chairman |
| VDMA, Fachverband Mikrotechnik, Vorstand Modulare Mikrosysteme | Dr. V. Großer | Member |
| Wissenschaftlich-technischer Rat der Fraunhofer-Gesellschaft | D. Bollmann | Representative of Fraunhofer IZM |
| Zentrum für Mikrosystemtechnik Berlin | Dr. K.-D. Lang | Speaker of the Board |

Veröffentlichungen (Auswahl)

Ansorge, F.
Design, Assembly and Packaging von Mechatronischen Systemen
 Landshuter Symposium für Mikrosystemtechnik
 Landshut, Juni 2008

Bock, K.; Scherbaum, S.; Yacoub-George, E.; Landesberger, C.
Selective one-step plasma patterning process for fluidic self-assembly of silicon chips
 ECTC 2008, Lake Buena Vista, FL, USA, May 2008

Curran, B.; Ndip, I.; Guttowski, S.; Reichl, H.
Novel Multimodal High-Speed Structures Using Substrate Integrated Waveguides with Shielding Walls in Thin Film Technology
 2008 IEEE Conference on Electronics Design of Advanced Packaging and Systems (EDAPS 2008), December 10-12, 2008, Seoul, Korea, 2008

Eckert, T.; Bochow-Ness, O.; Middendorf, A.; Tetzner, K.; Reichl, H.
Condition Indicators for Reliability Monitoring of Microsystems
 Proceedings of the 2nd Electronics System Integration Technology Conference (ESTC 2008), September 1-5, 2008, Greenwich 2008

Fotheringham, G.; Maaß, U.; Ndip, I.; Guttowski, S.
Impact of Fabrication Tolerance on Embedded Filters
 Smart Systems Integration 2008, Barcelona 2008

Hahn, L.
Hydrogen Technology Mobile and Portable Applications
 Springer Berlin Heidelberg, 978-3-540-79027-3;

Hahn, R.
Status of Existing Technologies
 Chapter 11, pp. 381-409, Development of Portable Systems, Chapter 12, 409-438

Herz, M.; Wackerle, M.; Bucher, M.; Horsch, D.; Lass, J.; Lang, M. Richter, M.
A Novel High Performance Micropump for Medical Applications
 Actuator 2008, 11th International Conference on New Actuators, Bremen, Germany, June 2008, pp. 823- 826

Klink, G.; Strohhöfer, C.; Bock, K.
Reliability of Polymer Electronics on Plastic Film
 Proceedings of the Technologies for Polymer Electronics (TPE08), May 20–22, 2008, pp. 128-131, Rudolstadt 2008

Lang, K.-D.; Göhre, J.; Schneider-Ramelow, M.
Interface Investigations and Modeling of Heavy Wire Bonds on Power Semiconductors for End of Life Determination
 EPTC 2008, December 10-12, 2008, pp. 1164-1170, Singapore 2008

Linz, T.; Vieroth, R.; Dils, C.; Koch, M.; Braun, T.; Becker, K.-F.; Kallmayer, C.; Hong, S.
Embroidered Interconnections and Encapsulation for Electronics in Textiles for Wearable Electronics Applications
 Advances in Science and Technology, pp. 85-94, Schweiz 2008

Michel, B.; Winkler, T.
Microsecurity and Nanosecurity - Security Research Using the Advantages of Smart System Integration
 in: Gessner, T. (ed.): Smart System Integration, pp. 119-120, VDE Verlag Berlin, Offenbach 2008

Michel, B.
Reliability-Solutions and Concepts for Applications in High-tech Regions
 in: Eisenberg, W. et. al: Synergie, Syntropie, Nichtlineare Systeme, pp. 121-126, Leipziger Universitätsverlag 2008

Müller, J.; Griese, H.; Nissen, Nils F.; Reichl, H.
RoHS-like Regulations Worldwide
 Progress in Eco-Electronics, ISBN 9788392659907
 V-th International Conference Ecology in Electronics, Warschau, Polen, Mai 2008

Ndip, I.; Guttowski, S.; Reichl, H.
On the Interactions between Mushroom-type EBGs and Striplines
 19th IEEE International Zürich Symposium on EMC and Asia-Pacific EMC Week, May 19-22, 2008, Singapore 2008

Ndip, I.; Ohnimus, F.; Guttowski, S.; Reichl, H.
Minimizing Electromagnetic Interference in Power-Ground Cavities
 2008 IEEE Conference on Electronics Design of Advanced Packaging and Systems (EDAPS 2008), December 10-12, 2008, Seoul, Korea 2008

Ndip, I.; Ohnimus, F.; Guttowski, S.; Reichl, H.
Modeling and Analysis of Return-current Paths for Microstrip-to-Microstrip Via Transitions
 2008 IEEE Electronics System-Integration Technology Conference, September 2008, Greenwich, London, UK, 2008

Niedermayer, M.; Hefer, J.; Guttowski, S.; Reichl, H.
Cost-Driven Design of Smart Micro Systems
 Proceedings of the 2nd International Conference on Smart Systems Integration, Barcelona, Spanien 2008

Nissen, N.; Middendorf, A.; Stobbe, L.; Schlösser, A.; Reichl, H.:
Interdependencies between Reliability and Standby
 Proceedings of the Joint International Congress and Exhibition Electronic Goes Green 2008+ (EGG 2008+), September 7-10, 2008, Berlin, Fraunhofer IRB Verlag, 2008

Oberender, C.; Hiller, V.; Reichl, H.
Spare Part Management from the View of Sustainability
 Proceedings of the Joint International Congress and Exhibition Electronic Goes Green 2008+ (EGG 2008+), September 7- 10, 2008, Berlin, Fraunhofer IRB Verlag, 2008

Pahl, B. et al.
Flex Technology for Foldable Medical Flip Chip Devices
 IMAPS Device Packaging Conference 2008, March 17-20, 2008, Scottsdale / Fountain Hills, Arizona, USA 2008

Pahl, B. et al.
Low Temperature Au-Au Flip Chip Interconnections
 IMAPS Nordic Conference 2008, September 14-16, 2008, Helsingør, Denmark 2008

Pruijmboom, A.; Booij, S.; Schemmann, M.; Werner, K.; Hoeven, P.; von Limpt, H.; Intemann, S.; Jordan, R.; Fritzsche, T.; Oppermann, H.; Barge, M.
VCSEL-based miniature laser-self-mixing interferometer with integrated optical and electronic components
 Photonics West 2009, January 26-28, 2009, San Jose, Proceeding of SPIE Volume 7221 Photonics Packaging, Integration, and Interconnects IX.

Veröffentlichungen (Auswahl)

Ramm, P.; Taklo, M. M.; Weber, J.; Wolf, M. J.
3D Integration Technologies for Wireless Sensor Systems (e-CUBES)
 Proceedings of the International Conference Device Packaging (Imaps 2008), Scottsdale 2008

Ramm, P.; Sauer, A.
Through Silicon Via Technologies for Wireless Sensor Systems (e-CUBES)
 Proceedings of the 3D System Integration Conference (3D-SIC), Tokyo 2008

Ramm, P.; Wolf, J.; Klumpp, A.; Wieland, R.; Wunderle, B.; Michel, B.; Reichl, H.
Through Silicon Via Technology – Processes and Reliability for Wafer-Level 3D System Integration
 Proceedings of the 58th ECTC, Lake Buena Vista, USA 2008

Ramm, P.; Klumpp, A.
Through-Silicon Via Technologies for Extreme Miniaturized 3D Integrated Wireless Sensor Systems (e-CUBES)
 Proceedings of the Interconnect Technology Conference (ITC 2008), pp. 7-9

Richter, M.
Micropumps – from the Lab to the fab
 Actuator 2008, 11th International Conference on New Actuators, Bremen, Germany, 9-11 June 2008, pp. 204-209

Schischke, K.; Nissen, N. F.; Stobbe, L.; Reichl, H.
Energy Efficiency Meets Ecodesign – Technology Impacts of the European EuP Directive
 International Symposium on Electronics & the Environment, San Francisco, USA, May 19-21, 2008

Schneider-Ramelow, M.; Baumann, T.; Hoene, E.
Design and Assembly of Power Semiconductors with Double-sided Water Cooling
 5th International Conference of Integrated Power Electronic Systems (CIPS 2008) in Nürnberg vom 11.-13.03.2008, ETG-Fachbericht 111, S. 83-89, VDE Verlag GmbH Berlin, Offenbach 2008

Schneider-Ramelow, M.; Müller, J.; Göhre, J.-M.; Reichl, H.
Immersion Ag as an alternative in “green” COB technology
 Proceedings of the Joint International Congress and Exhibition Electronic Goes Green 2008+ (EGG 2008+), September 7-10, 2008, pp. 155-161, Berlin 2008

Schneider-Ramelow, M.; Göhre, J.
Systematical pull and shear test investigations on very small bond loops (wire $\leq 25 \mu\text{m}$) and innovative alloys
 Presentation and Proceedings of the 41th IMAPS International Symposium on Microelectronics, November 2-6, 2008, pp. 1050-1055, Providence, RI, USA 2008

Schreier-Alt, T.
Encapsulation of Systems in Package - Process Characterization and Optimization
 2nd Electronics System-Integration Technology Conference ESTC, 1st – 4th September 2008, Greenwich, London („Outstanding paper“)

Schreier-Alt, T.; Ansorge, F.
Stress-Sensorik für MEMS und Mikro-Mechatronik
 3. Fachkongress MicroCar 2008 – Mikrowerkstoffe, Nano-werkstoffe für den Automobilbau, 27.06.2008, Leipzig

Taklo, M. M.; Lietaer, N.; Tofteberg, H. R.; Seppänen, T.; Herndl, T.; Weber, J.; Ramm, P.
3D MEMS and IC Integration
 Proceedings of the Symposium Materials and Technologies for 3D Integration, MRS Fall Meeting 2008, edited by F. Roozeboom, C. Bower, P. Garrou, M. Koyanagi and P. Ramm, 2009

Töpfer, M.
Wafer Level Chip Size Packaging Materials for Advanced Packaging
 (Hrsg.: D. Lu, C.P. Wong), Springer Verlag 2009, pp 547 – 600, ISBN: 978-0-387-78218-8

Velten, T.; Schuck, H.; Richter, M.; Klink, G.; Bock, K.; Khan Malek, C.; Polster, S.; Bolt, P.
Microfluidics on foil: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers
 Part B: Journal of Engineering Manufacture 222 (2008), No. 1, pp. 107-116

Velten, T.; Schuck, H.; Richter, M.; Klink, G.; Bock, K.; Khan Malek, C.; Roth, S.; Schoo, H.; Bolt, P.
Microfluidics on Foil: State of the Arts, and new development
 Proceedings IMechE Vol. 222 Part B: J. Engineering Manufacture, IMechE 2008, pp. 107-117

Wagner, S.; Krumbholz, S.; Hahn, R.; Reichl, H.
Influence of structure dimensions on self-breathing micro fuel cells
 Journal of Power Sources 2008, P10961

Wolf, M. J.; Klumpp, A.; Zoschke, K.; Wieland, R.; Nebrich, L.; Klein, M.; Oppermann, H.; Ramm, P.; Ehrmann, O.; Reichl, H.
3D Process Integration – Requirements and Challenges
 Proceedings MRS Fall Meeting, December 2008, Boston, USA

Wunderle, B.; Kallmayer, C.; Walter, H.; Michel, B.; Reichl, H.
Life time model for flip chip on flex using anisotropic conductive adhesives under moisture and temperature loading
 Proceedings of the ITherm 2008, pp. 799-808, Orlando, Florida 2008

Wunderle, B.; Kallmayer, C.; Walter, H.; Michel, B.; Reichl, H.
Reliability Modeling & Test for Flip-Chip on Flex Substrates with Ag-filled Anisotropic Conductive Adhesive
 Proceedings of the 2nd ESTC Conference, London, England 2008

Yu, D. Q.; Oppermann, H.; Kleff, J.; Hutter, M.
Interfacial Metallurgical Reaction between Small Flip-Chip Sn/Au Bumps and Thin Au/TiW Metallization under Multiple Reflow
 Scripta Materialia, Volume 58, Issue 7, pp. 606-609, April 2008

Yu, D. Q.; Oppermann, H.; Kleff, J.; Hutter, M.
Stability of AuSn eutectic solder cap on Au socket during reflow
 Journal of Materials Science: Materials in Electronics, DOI 10.1007/s10854-008-9606-4

Patente und Erfindungen (Auswahl)

Hahn, R.
Fuel Cell Stack Assembly Comprising a Special Current Conductor Structure
 DE102007005232

Hahn, R.
Kanalstruktur zur orts aufgelösten Messung von Brennstoffzellen
 DE102006051320A

Klink, G.; Landesberger, C.; Feil, M.
Verfahren zur Herstellung von gemeinsam bereitstellbaren integrierten Schaltkreisen
 DE 10 2006 044 525.2

König, M.; Bock, K.
Verfahren zum Herstellen einer Leiterstruktur auf einem Substrat
 DE 10 2005 016 511

Kruckow, J., Wackerle, M.; Heinrich, K.
Ein Mikroventil und ein Verfahren zur Herstellung desselben
 DE102008035990.4

Großer, V.
Instrument zum Einführen in unzulängliche Räume
 DE 10 2007 009 919

Radecker, M.
Ansteuerschaltung für eine Schaltereinheit einer getakteten Leistungsversorgungsschaltung und Resonanzkonverter
 DE102006022845A1

Ramm, P., Klumpp, A.:
Elektronisches System und Verfahren zur Herstellung eines dreidimensionalen elektronischen Systems
 DE 102007044685

Richter, M.; Kruckow, J.
Pumpenanordnung mit Sicherheitsventil
 PCT/EP2007/010198

Richter, M.; Herz, M.; Mertsching, H.; Kluger, P.
Vorrichtung und Verfahren zum Ablösen von Zellen
 PCT/EP2007/007062

Richter, M.
Vorrichtung und Verfahren zum Bestimmen eines Strömungsparameters
 PCT/EP2008/007988

Wackerle, M.; Richter, M.
Membranpumpe
 PCT/EP2007/009144

Solzbacher, F.; Harrison, R.; Normann, R.A.; Oppermann, H.; Dietrich, L.; Klein, M.; Topper, M.;
Flip Chip Metallization Method and Devices
 US 7,388,288 B2

Wackerle, M.; Kruckow, J. Heinrich, K.; Richter, M.
Pumpe, Pumpenanordnung und Pumpenmodul
 DE10200705040

Wieland, R.; Bollmann, D.
Bipolarer Trägerwafer und mobile, bipolare, elektrostatische Waferanordnung
 DE 10 2005 056 364.3

IZM Kuratorium

:: Vorsitzender

Dr. W. Schmidt
 Plantcare AG, Russikon, Schweiz

:: Mitglieder

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

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

Dipl.-Ing. M. Bothe
 VDE-Prüfinstitut, Offenbach

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

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

Dr. S. Finkbeiner
 Robert Bosch GmbH, Stuttgart

Dipl.-Ing. U. Haman
 Bundesdruckerei GmbH, Berlin

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

Senatsrat B. Lietzau
 Senatsverwaltung für Wissenschaft, Forschung und Kultur, Berlin

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

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

Dr. F. Richter
 Thin Materials AG, Eichenau

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

Prof. Dr. Ir. Albert L. N. Stevels
 TU Delft, Delft, Niederlande

M. Stutz
 Dell GmbH, Frankfurt a. M.

Dr. T. Wille
 NXP Semiconductors GmbH, Hamburg

C. Gehring
 Bundesministerium für Bildung und Forschung
 BMBF, Bonn

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

Präsident und Vorstandsmitglieder der
 Fraunhofer-Gesellschaft, 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
- :: Stellvertreter des Institutsleiters**
 Dr.-Ing. Dr. sc. techn. Klaus-Dieter Lang
 Tel.: +49 (0)30 / 4 64 03-1 79
 Fax: +49 (0)30 / 4 64 03-1 62
 E-mail: klaus-dieter.lang@izm.fraunhofer.de
- Prof. 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
- :: Leitungsassistent**
 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
- Dipl.-Ing. Armin Lehnerer
 Tel.: +49 (0)89 / 5 47 59-5 40
 Fax: +49 (0)89 / 5 47 59-1 00
 E-mail: armin.lehnerer@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 03-6 50
 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**
 Leitung: Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Herbert Reichl
 Stellvertreter: Dr.-Ing. Dr. sc. techn. Klaus-Dieter Lang

 Gustav-Meyer-Allee 25, 13355 Berlin
- :: 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 Systemintegration und 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
- Leitung: Dr.- Ing. Martin Schneider-Ramelow
 Tel.: +49 (0)30 / 4 64 03-1 72
 Fax: +49 (0)30 / 4 64 03-2 71
 E-mail: martin.schneider-ramelow@izm.fraunhofer.de
- :: Abteilung PCB Soldering Training/Qualification and Micro Mechatronics**
 (in Oberpfaffenhofen)
 Leitung: Dr. Ralph Stömmmer
 Tel.: +49 (0)81 53 / 4 03-21
 Fax: +49 (0)81 53 / 4 03-15
 E-mail: ralph.stoemmer@izm.fraunhofer.de
- :: Abteilung Micro Materials Center Berlin**
 Leitung: Prof. Dr. rer. nat. habil. Bernd Michel
 Tel.: +49 (0)30 / 63 92-36 10
 Fax: +49 (0)30 / 63 92-36 17
 E-mail: bernd.michel@izm.fraunhofer.de
- :: Abteilung Environmental Engineering**
 Leitung: Dr. N. Nissen
 Tel.: +49 (0)30 / 4 64 03-1 32
 Fax: +49 (0)30 / 4 64 03-1 31
 E-mail: nils.nissen@izm.fraunhofer.de
- :: Abteilung System Design & Integration**
 Leitung: Dr.-Ing. Stephan Guttowski
 Tel.: +49 (0)30 / 4 64 03-6 32
 Fax: +49 (0)30 / 4 64 03-1 58
 E-mail: stephan.guttowski@izm.fraunhofer.de
- :: Institutsteil München**
 Leitung: Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Herbert Reichl
 Stellvertreter: Prof. Dr.-Ing. Karlheinz Bock

 Hansastraße 27d, 80686 München
- :: Hauptabteilung Polytronics and Multifunctional Systems**
 Leitung: Prof. Dr.-Ing. Karlheinz Bock
- 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
- 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
- :: Hauptabteilung Nanomaterials, Devices and Si-Technology**
 Leitung: Prof. Dr. Ignaz Eisele
- Abteilung Nanomaterials and Devices**
 Leitung: Prof. Dr. Ignaz Eisele
 Tel.: +49 (0)89 / 5 47 59-1 89
 Fax: +49 (0)89 / 5 47 59-1 00
 E-mail: ignaz.eisele@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
- :: Projektgruppen**
- Trainingszentrum für Verbindungstechnologien (ZVE)**
 Leitung: Dr. Ralph Stömmmer
 Argelsrieder Feld 6
 82234 Oberpfaffenhofen-Weßling
 Tel.: +49 (0)81 53 / 4 03-21
 Fax: +49 (0)81 53 / 4 03-15
 E-mail: ralph.stoemmer@izm.fraunhofer.de
- Mikro-Mechatronik Zentrum (MMZ)**
 Leitung: Dr.-Ing. Frank Ansorge
 Argelsrieder Feld 6
 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
- Zentrum für Mikrosystemtechnik (ZEMI) in Berlin**
 Leitung: Dr.- Ing. Martin Schneider-Ramelow
 Volmerstraße 9A
 12489 Berlin
 Tel.: +49 (0)30 / 63 92-81 72
 Fax: +49 (0)30 / 63 92-81 62
 E-mail: martin.schneider-ramelow@izm.fraunhofer.de
- Applikationszentrum Smart System Integration**
 Leitung: Dipl.-Ing. Harald Pötter, Dr.-Ing. Stephan Guttowski
 Gustav-Meyer-Allee 25 , Gebäude 26
 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
 E-mail: 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 Agentur für Kommunikation GmbH

Gestaltung:

Tine Linder _ MCC Agentur für Kommunikation GmbH

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

© Fraunhofer IZM 2009

Fotografie:

Sämtliche Bildrechte Fraunhofer IZM, ansonsten Fraunhofer IZM zusammen mit:

Martina Creutzfeldt (65, 67), Ulrich Dahl/TU Berlin (16, 17) , Volker Döring (10, 12, 53), Gail Johnson (2, 8), Mario Bruno (2, 26), Fotolia (2, 3, 62, 72), Kai-Uwe Nielsen (17, 18), Uwe Meinhold (19), Jörg Metze (76), Bernd Müller (3, 21, 34, 41, 50, 70) , Regina Salblotny (77), Matthias Stief (64, 69), Frank Welke (29), Manuela Zydor (65)