

Inhalt

Jahresbericht 2005

004 - 015
Fraunhofer IZM



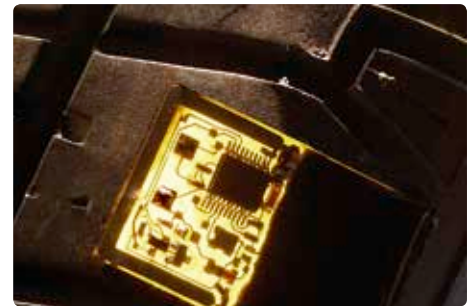
- Vorwort
- Die Fraunhofer-Gesellschaft
- Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik
- Fraunhofer IZM Profil
- Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Berlin
- Zuverlässigkeit von mikroelektronischen Systemen
- Der Trend im Microelectronic Packaging - von Komponenten zu autonomen Systemen

016 - 027
IZM Programme



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

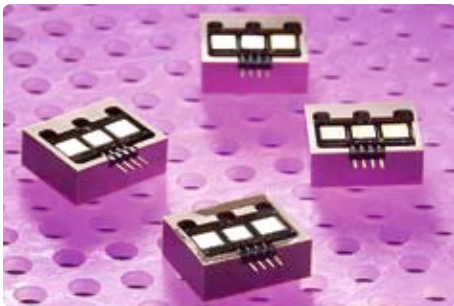
028 - 033
Kooperation



- Fraunhofer IZM Marketing
- Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IZM
- Forschungsgebiete und -inhalte

034 - 069

Kernkompetenzen



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

070 - 077

Veranstaltungen



- Workshops
- Girls' Day
- Messeaktivitäten des Fraunhofer IZM 2005

078 - 095

Facts & Figures



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

Vorwort



» Die Mikroelektronik als Technologie und das Internet als Anwendungsplattform verändern schnell und umfassend nahezu alle Bereiche unseres beruflichen und privaten Lebens. Zukunftsszenarien haben heute alle eine gemeinsame Basis: Grenzenlose Kommunikation durch das Internet und mobile, überall einsetzbare Endgeräte. So wird z.B. das Handy zu einem universellen Informations- und Kommunikationsterminal, welches durch Miniaturisierung und Integration unterschiedlichster Dienste charakterisiert ist, wobei das eigentliche Telefonieren schon fast zur Nebensache wird.

Die Systemintegration hat in diesem Zusammenhang die Aufgabe, die unterschiedlichen Teilkomponenten eines Systems mit modernen kosteneffizienten Technologien zu einem miniaturisierten, hochkomplexen, universellen und leistungsfähigen System zusammenzuführen. Dies ist der Rahmen für ein neues Konzept der Systemintegration, das auf so genannten Electronic Grains oder eGrains basiert. Das im Jahr 2005 erfolgreich abgeschlossene Projekt „Autarke verteilte Mikrosysteme“ legte den Grundstein für dieses Prinzip.

Aus der Zusammenarbeit mit den Instituten der Technischen Universität Berlin:

- Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik (FSP TdM)
- Institut für Telekommunikationssysteme, Fachgebiet Telekommunikationsnetze (TKN) und Fachgebiet Offene Kommunikationssysteme (OKS)
- Institut für Hochfrequenztechnik- und Halbleiter-Systemtechnologien, Fachgebiet Mikrowellentechnik (MWT) und Fachgebiet Antennen/EMV (ANT)
- und dem Ferdinand-Braun-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) Berlin,

sind unter der Projektleitung des IZM hoch miniaturisierte autarke Mikrosysteme mit Sensoren, die Daten empfangen, verarbeiten, speichern und senden können (Sensorknoten), entstanden.

Die Kommunikation zwischen den programmierbaren Teilsystemen erfolgt drahtlos über eine Funkschnittstelle. Die Organisation der eGrains zu einem System basiert auf einem selbstorganisierendem Netzwerk, das mit anderen lokalen oder globalen Netzwerken gekoppelt ist. eGrains sind Mikrosysteme, die mit modernsten Technologien der Aufbau- und Verbindungstechnik realisiert werden. So ist es am IZM gelungen, ein vollfunktionsfähiges eGrain zu entwickeln, das nicht größer als 1 cm^3 ist und dennoch eine Antenne, ein HF-Sendermodul und analoge Schaltungen, Sensoren, Speicher und Prozessoren mit einer neuen „Functional Layer Technologie“ integriert.

Darüber hinaus ist die Energieversorgung von autonomen Elektroniksystemen oder Sensornetzwerken eine der entscheidenden Herausforderungen, die weitgehend die Leistungsparameter und damit mögliche Anwendungen bestimmt. Die drahtlose Informationsübertragung ist nur dann sinnvoll, wenn die Energieversorgung autark ist. Es muss also entweder ein ausreichend großer Energiespeicher vorhanden oder die Möglichkeit der Energiegewinnung aus der Umwelt gegeben sein.

Während technische Lösungen für größere Systeme vorliegen, ergeben sich eine Vielzahl von Problemen bei deren Miniaturisierung. Deshalb wurde am IZM eine Mikrobrennstoffzelle als Energiespeicher hoher Energiedichte und eine Wafer Level-Technologie für Primärbatterien entwickelt. Mit einem 1 cm^2 großen $200 \mu\text{m}$ dicken Beispielsystem sind Leistungen von 40 mW für PEM-Brennstoffzellen und 5 bis 20 mW für Li-Polymerbatterien erzielbar.

Mit diesem Projekt ist es erstmals gelungen, in Zusammenarbeit zwischen Hardware- und Software-Experten und Technologen eine neue Systemlösung zu schaffen. Diese Vorgehensweise ist ein Beispiel dafür, wie eine Technologieentwicklung am IZM in Zukunft erfolgen kann. Diese Arbeitsweise wird mithelfen, neue Anwendungsfelder der Mikrosystemtechnik zu erschließen.

In diesem Jahresbericht präsentieren wir Ihnen neben diesen interessanten Themenfeldern wiederum eine Auswahl unserer neuesten Forschungsergebnisse.

Ich möchte die Gelegenheit nutzen, mich bei unseren Partnern aus Industrie und Forschung und den Projektträgern, vor allem aber bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern unseres Hauses für die gute und vertrauensvolle Zusammenarbeit im letzten Jahr zu bedanken.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre!



Ihr Herbert Reichl

Die Fraunhofer-Gesellschaft

» Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt anwendungsorientierte Forschung zum direkten Nutzen für Unternehmen und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand. Im Auftrag und mit Förderung durch Ministerien und Behörden des Bundes und der Länder werden zukunftsrelevante Forschungsprojekte durchgeführt, die zu Innovationen im öffentlichen Nachfragebereich und in der Wirtschaft beitragen.

Mit technologie- und systemorientierten Innovationen für ihre Kunden tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Dabei zielen sie auf eine wirtschaftlich erfolgreiche, sozial gerechte und umweltverträgliche Entwicklung der Gesellschaft.

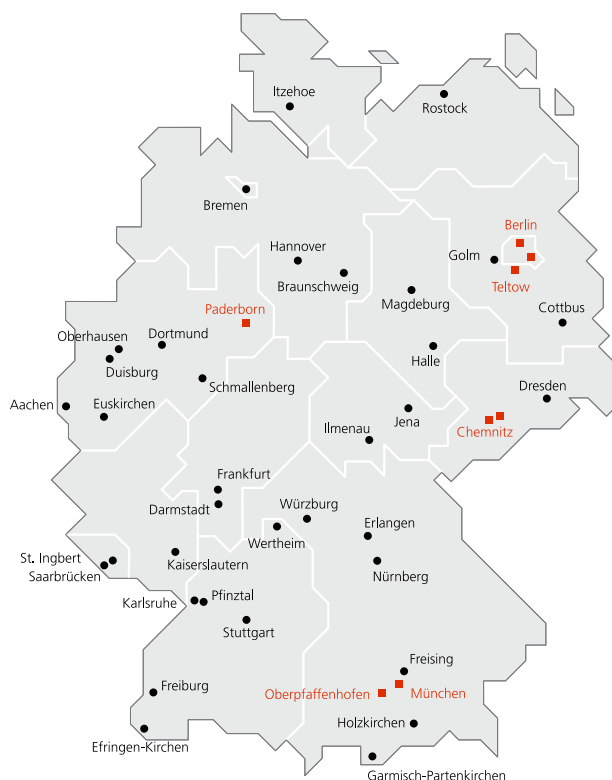
Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, in anderen Bereichen der Wissenschaft, in Wirtschaft und Gesellschaft.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt derzeit rund 80 Forschungseinrichtungen, davon 58 Institute, an über 40 Standorten in ganz Deutschland. Rund 12 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von über 1 Milliarde €. Davon fallen mehr als 900 Millionen € auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund zwei Drittel dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Ein Drittel wird von Bund und Ländern beigesteuert, auch um damit den Instituten die Möglichkeit zu geben, Problemlösungen vorzubereiten, die 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.

Mitglieder der 1949 gegründeten und als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft sind namhafte Unternehmen und private Förderer. Von ihnen wird die bedarfsorientierte Entwicklung der Fraunhofer-Gesellschaft mitgestaltet.

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



Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik



» Der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik V μ E koordiniert seit 1996 die Aktivitäten der auf den Gebieten Mikroelektronik und Mikrointegration tätigen Fraunhofer-Institute. Seine Aufgabe besteht dabei im frühzeitigen Erkennen neuer Trends bei mikroelektronischen Anwendungen und deren Berücksichtigung bei der strategischen Weiterentwicklung der Verbundinstitute. Dies geschieht vorwiegend in Form gemeinsamer Themenschwerpunkte und Projekte.

Auf diesem Wege kann der Verbund insbesondere innovativen mittelständischen Unternehmen rechtzeitig zukunftsweisende Forschung und anwendungsorientierte Entwicklungen anbieten und so entscheidend zu deren Wettbewerbsfähigkeit beitragen. Die Kernkompetenzen der Mitgliedsinstitute werden in den Feldern

- Kommunikation und Unterhaltung
 - Mobilität,
 - Mikro- und Nanotechniken,
 - Automatisierungstechnik,
 - Arbeiten, Wohnen, Freizeit und Einkaufen
 - Medizintechnik
 - Licht
 - Sicherheit
- gebündelt.

Die Geschäftsstelle des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik fungiert als zentrales Koordinierungsbüro für zwölf Verbundinstitute. Sie berät und unterstützt das Direktorium des V μ E bei Fragen der inhaltlichen Abstimmung und der fachlichen Zukunftsplanung.

Zentrale Aufgabe ist die Erarbeitung von Strategien und Roadmaps für die Verbundinstitute sowie die Koordinierung ihrer Umsetzung. Darüber hinaus ist die Geschäftsstelle für zentrales Marketing und institutsübergreifende Öffentlichkeitsarbeit zuständig.

Weitere Informationen
www.vue.fraunhofer.de

Ansprechpartner

Verbundvorsitzender:

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

Stellvertretender Verbundvorsitzender:

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

Leiter der Geschäftsstelle:

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

Presse und Öffentlichkeitsarbeit:

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

Fraunhofer-Institute / -Einrichtungen

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

Fraunhofer IZM Profil

» Ziele |

Das Fraunhofer IZM beschäftigt sich mit der Erforschung und Entwicklung von Methoden, Prozessen und Technologien aus dem Bereich Systemintegration und Electronic Packaging. Ein weit gefächertes Kooperationsangebot gewährleistet den schnellen Transfer der neuesten Forschungsergebnisse in die Industrie. Eine der wichtigsten Aufgaben des Instituts ist es, Firmen in der breiten Anwendung von Integrationstechniken (z.B. Mikrosystemtechnik) und Zuverlässigkeitsqualifikationen zu unterstützen. Dies betrifft den Automobil- und Maschinenbau ebenso wie unterschiedliche Bereiche der Informations- und Kommunikationstechnologien.

Schwerpunktt Themen sind die 3D-Integration, die Polymerelektronik und der Aufbau von miniaturisierten Sensoren bzw. Sensornetzwerken.

» Technologische Schwerpunkte |

- Electronic Packaging auf Wafer- und Chipebene
- Systemdesign und -charakterisierung
- Kontaktiertechniken im Mikro- und Nanobereich
- Rolle-zu-Rolle Fertigung
- Entwicklung und Einsatz von High Tech Materialien

» Historie |

Das Fraunhofer IZM wurde 1993 gegründet aus Arbeitsgruppen des Forschungsschwerpunkts Technologien der Mikroperipherik an der technischen Universität Berlin, der Humboldt-Universität und des früheren Instituts für Mechanik an der Akademie der Wissenschaften in Chemnitz.

Später stießen Projektgruppen aus Teltow, Paderborn und wiederum aus Chemnitz zum IZM und wurden zu neuen Abteilungen. Ein neuer Institutsteil wurde 1999 in München gegründet.

Insgesamt beschäftigt das Institut etwa 320 Mitarbeiter (gegenwärtig 213 Wissenschaftlerinnen, Wissenschaftler und technische Assistenten und 110 Studenten).

- MEMS-, HF- und Photonic Packaging
- Multi Device Integration
- Zuverlässigkeitsmodelle und Lebensdauerbewertung
- Umweltrelevante Technologie- und Produktbewertung



Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Berlin

» BeCAP - Berlin Center of Advanced Packaging |

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

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

Der Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik ist in der Grundlagenforschung zur Aufbau- und Verbindungstechnik von Sensoren, Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik tätig.

Schwerpunkte in der Kooperation mit dem Fraunhofer IZM und der Industrie sind:

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

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



Zuverlässigkeit von mikroelektronischen Systemen

» Die Zuverlässigkeit technischer Systeme in Kraftfahrzeugen, Industriesteuerungen und in der Medizintechnik wird zunehmend durch die Elektronik bestimmt. Zuverlässigkeit ist zu einem Wettbewerbsfaktor geworden. Designer müssen immer schneller und immer genauer die Zuverlässigkeit immer komplexerer Systeme vorhersagen und letztlich garantieren. Dies erfordert neue Konzepte im „Design for Reliability“: Gefragt ist Systemkompetenz, also die Fähigkeit, beim Systementwurf Technologie, Design, Funktion, Randbedingungen und die Vernetzung dieser Faktoren mit Einfluss auf die Zuverlässigkeit zu berücksichtigen.

Dies beinhaltet auch den Übergang von der Zuverlässigkeitsbetrachtung einzelner Komponenten oder Verbindungselemente hin zu einer Betrachtung des übergeordneten Systems. Dabei werden aussagekräftige Verfahren benötigt, mit denen die Zuverlässigkeit in der Entwurfsphase bewertet werden kann. Dazu werden dringend Physics-of-Failure Lebensdauermodelle benötigt, da mit diesen die Zuverlässigkeit mit hinreichender Genauigkeit berechnet werden kann. Diese Zuverlässigkeitsbewertung muss parallel zur Technologieentwicklung erfolgen.

Die Forschungsaktivitäten des Fraunhofer IZM zur Systemzuverlässigkeit gliedern sich in drei Bereiche:

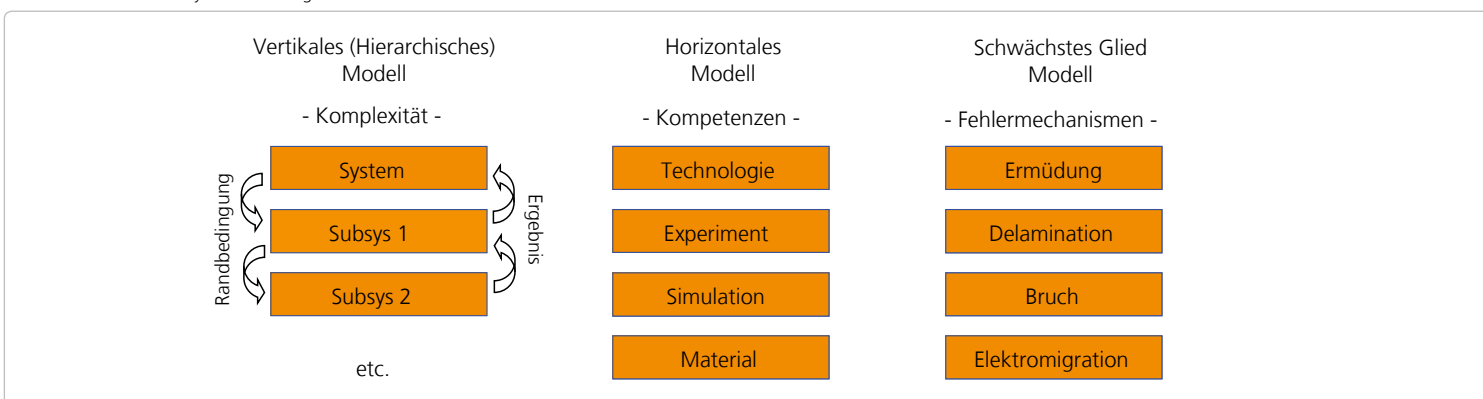
- Das vertikale (oder hierarchische) Systemmodell zur Komplexitätsreduktion (Multi-Skalen-Ansatz),
- das horizontale Systemmodell (oder Systemkompetenz) zur Zusammenführung des notwendigen Fachwissens,
- das Prinzip des schwächsten Glieds oder konkurrierender Fehlermechanismen.

Diese drei Bereiche sind miteinander verknüpft: Auf jeder Komplexitätsstufe (Subsystem) werden die Randbedingungen der nächsthöheren als Eingangsgröße aufgebracht, wobei mit weiterer Unterteilung in Subsysteme diese sukzessive eine detailliertere Beschreibung der jeweiligen Physik (z.B. Materialverhalten) aufweisen. Dabei wird die oberste Systemebene durch das makroskopische Gerät definiert. Subsysteme reichen hinunter bis in den Bereich der Nanotechnologie.

Die Beziehungen und Algorithmen zum Erstellen von Systemmodellen sind Gegenstand der aktuellen Forschung, da hier keine Patentlösungen existieren. Einen viel versprechenden Ansatz stellt in dieser Hinsicht die Entwicklung von thermo-mechanischen Kompaktmodellen im Rahmen der „Response-Surface“-Modellierung“ dar: Die Abhängigkeit der Lebensdauer eines Subsystems (z.B. Flip-Chip Bump) von Randbedingungen (z.B. Bumpgeometrie, Temperatur) wird bestimmt und mehrdimensional beschrieben. Dieses ermöglicht eine „Vererbung“ der physikalisch korrekten Fehlerbeschreibung als analytisches (Lebensdauer-) Modell auf die nächsthöhere Komplexitätsebene.

Auf jeder Komplexitätsebene ist die Beschreibung der Fehlermechanismen durch die Theorie (und letztendlich durch Simulation) Voraussetzung zur Übertragbarkeit der Fehlermodelle auf die nächste Systemebene. Dazu sind immer die Kenntnis der Materialien und der Einflüsse und Randbedingungen der Technologie notwendig, die Verifizierung der Modelle erfordert

Die drei Säulen der Systemzuverlässigkeit



O. Neß
B. Wunderle

experimentell-analytische Methoden. In diesem Sinne ist die Frage der Systemkompetenz immer auch eine Frage der Bündelung der Einzelkompetenzen unter immer stärkerer Betrachtung der Struktur der Materialien und deren Einfluss auf das Schädigungsverhalten („Nano-Reliability“).

Die Beschreibung der Fehlermechanismen durch Lebensdauermodelle ermöglicht eine Bewertung und den Vergleich der identifizierten Fehlermechanismen. Damit ist es möglich, Schwachstellen im System zu bewerten (Modell der konkurrierenden Fehlermechanismen).

Forschungsaktivitäten des Fraunhofer IZM | Ausgerichtet an den drei Säulen der Systemzuverlässigkeit wurden die Forschungsaktivitäten des Fraunhofer IZM ausgebaut.

- Entwicklung von Lebensdauermodellen für die wichtigsten Ausfallmodi (z.B. Riss im Bonddraht, Delamination von Klebern und Verkapselungen, Ermüdung von Lotwerkstoffen und Metallen)
- Verständnis des Einflusses der Prozessparameter auf Materialeigenschaften und Lebensdauermodelle
- Struktur-Eigenschafts-Korrelation von Polymer/ Grenzflächen-Systemen unter Miteinbeziehung von Temperatur und Feuchte
- Entwicklung von Kompaktmodellen durch Design of Experiment-Software
- Anwendung von fehleranalytischen Verfahren, auch im Mikro- und Nanobereich

Workshop

„Zuverlässigkeit mikroelektronischer Systeme“ | Zur Information unserer Kunden aus Industrie und Forschung über erste Ergebnisse, organisierten Wissenschaftler des Fraunhofer IZM zusammen dem Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik der TU Berlin am 20. September 2005 einen ganztägigen Workshop zum Thema „Zuverlässigkeit mikroelektronischer Systeme“.

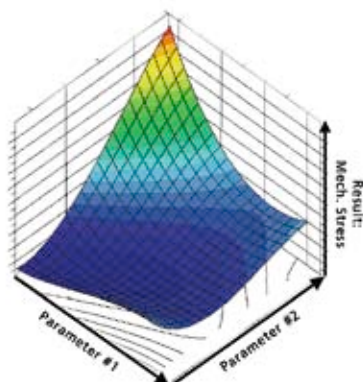
In einem Beispiel aus der Praxis schilderte Dr. Schaafhausen von Infineon Technologies den knapp 100 Teilnehmern, wie die Systemqualifikation mithilfe eines Physics-of-Failure-Ansatzes in den Betriebsablauf eines „Global Players“ eingebunden wird.

IZM-Wissenschaftler stellten anhand konkreter Beispiele u.a. aus den Kompetenzbereichen Die Bonden, Substrate, Drahtbonden und Verkapselungen mit Polymeren die Auswirkungen von Fertigungsprozessen und Testbedingungen auf die Zuverlässigkeit dar. Dabei wurden die jeweiligen Fehlermechanismen in Simulation und Experiment untersucht und daraus Lebensdauermodelle entwickelt, welche durch ihre Kombination eine Systembetrachtung ermöglichen.

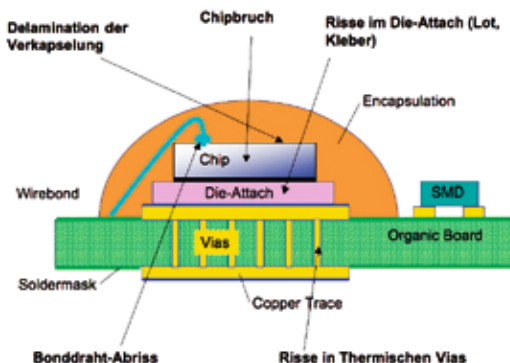
Systemzuverlässigkeit am Fraunhofer IZM |

Die drei Säulen der Systemzuverlässigkeit (vertikales, horizontales und schwächstes Glied-Modell) werden im Rahmen der Forschungsarbeiten des Fraunhofer IZM weiter ausgebaut. Unsere Kunden unterstützen wir somit weiterhin erfolgreich in Entwurf und Fertigung zuverlässiger mikroelektronischer Systeme.

Beispiel eines „Response-Surface-Modells“



Beispiel Chip-on-Board



Der Trend im Microelectronic Packaging – von Komponenten zu autonomen Systemen

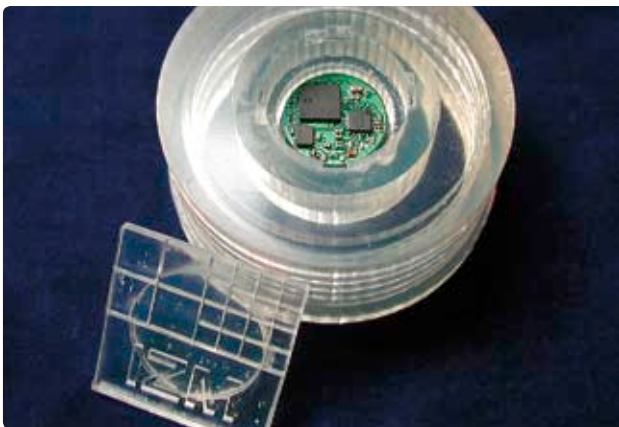
» Die Mikrosystemtechnik benutzt heute neben den Siliziumtechnologien eine Reihe von unterschiedlichen Materialien und Herstellungstechniken für die Realisierung von Systemen mit Sensoren und Mikroaktuatoren. Sie kann mittlerweile Anforderungen hinsichtlich höchster Komplexität und niedrigster Kosten erfüllen. In Zukunft wird die Mikrosystemtechnik soweit voranschreiten, dass extrem miniaturisierte, energieautarke und vernetzte Mikrosysteme mit drahtloser Kommunikation für verschiedene Anwendungen zur Verfügung stehen. Beispielhafte Entwicklungen sind so genannte eGrains, die selbstständig Daten aus der Umwelt aufnehmen, eine Bewertung vornehmen und sich bei Bedarf zu einem Funknetzwerk zusammenschließen können.

Diese autarken Mikrosysteme können in der Logistik, Verkehrsüberwachung, im Haushalt bis hin zur allgemeinen Funktionsüberwachung eingesetzt werden. Mikrosysteme werden einen Beitrag für eine Medizin nach Maß liefern, die die Qualität erhöht, aber die Kosten senkt. Komplette Biolabore auf einem Chip, vernetzt mit nahezu allen Klinikbereichen, sind keine Science Fiction. Derartige multifunktionale Mikrosysteme können auch einen Beitrag im Bereich der Sicherheit z.B. in der eindeutigen Personen- (Biometrie) und Objekterkennung sowie in der Situationsanalyse liefern.

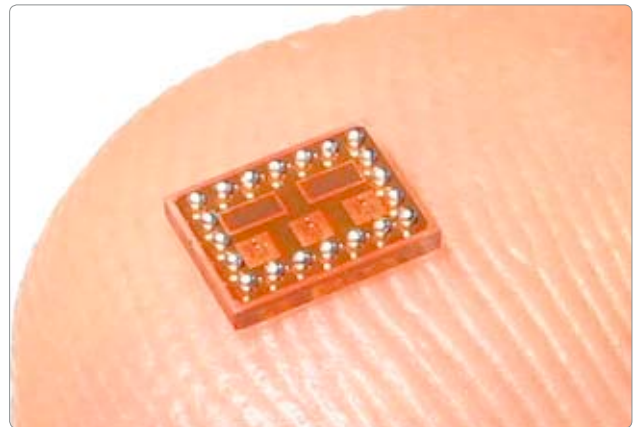
Neben der Erschließung neuer Einsatzgebiete (z.B. Sicherung der Lebensmittelqualität, Gesundheitsmonitoring, Produktionsüberwachung und -steuerung) müssen in Zukunft neue extrem preiswerte Mikrosystemtechnologien entwickelt werden.

Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik nutzen bereits heute kleinste Strukturen. Zukünftig werden Techniken eingesetzt, die es erlauben, Strukturen von wenigen Atomen zu realisieren. Mit der Nanotechnologie können neue Funktionen der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik erschlossen und realisiert werden. Die Nanotechnologie wird dazu beitragen, dass die Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik neue Integrationstechnologien und Produkte generieren, u. a. für Sensornetzwerke und ihre allumfassende Anwendung.

Der Ansatz, Gesamtsystemlösungen monolithisch auf einem Chip (SoC) zu realisieren, ist durch einen sehr hohen technologischen Aufwand und entsprechend hohe Kosten geprägt. Aus diesem Grund ist es wirtschaftlicher, Systeme in hybrider Weise, aber mit den Vorteilen der monolithischen Integration hinsichtlich Miniaturisierung und Zuverlässigkeit zu realisieren. Diesen Weg, elektronische, optische, bioelektronische und mikromechanische Funktionen auf engstem Raum bei geringen Herstellungskosten zu integrieren, bezeichnet man als Heterointegration.



Innovativer Flaschenverschluss mit Drucksensor und ID-Tag



Integrierte Passive Komponente mit HF-Filtern für Bluetooth-Anwendungen

Herbert Reichl
M. Jürgen Wolf
Klaus-Dieter Lang

In der Hetero-Systemintegration werden Komponenten unterschiedlichster Komplexität und Funktionalität für die elektrische und nicht-elektrische Signaldektion, Signal- und Datenverarbeitung, drahtlose Kommunikation, Energieversorgung und Speicher zu einem einheitlichen Gesamtsystem in einem Gehäuse kombiniert.

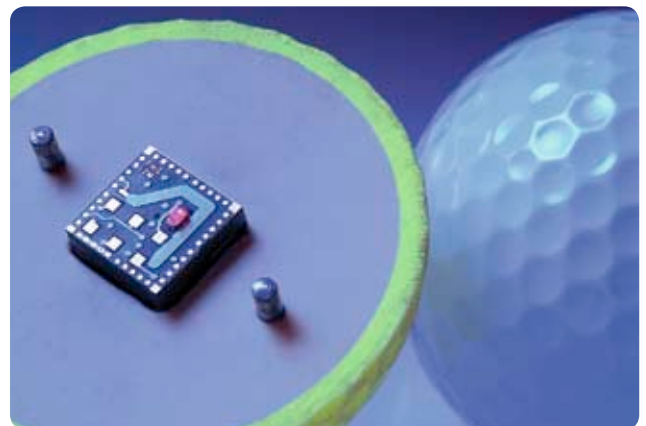
Systemintegration ist heute der Schlüssel für die Realisierung moderner Produkte und die Quelle für Innovationen. Da die Anforderungen an ein Gesamtsystem hinsichtlich Komplexität und Integrationsdichte entsprechend den Anwendungsgebieten sehr unterschiedlich sind, wird die Auswahl einer geeigneten Technologie ein entscheidendes Kriterium, um ein kostengünstiges effizientes Gesamtsystem zu realisieren. So werden beispielsweise bei Anwendungen im Automobilbereich hohe Anforderungen hinsichtlich rauher Umgebungsbedingungen, erhöhter Betriebstemperaturumgebung, hoher Leistungsdichte und hoher Zuverlässigkeit wichtige Kriterien sein. Anwendungen im Telekommunikationsbereich sind andererseits von einer hohen Funktionalität bei gleichzeitig hohem Miniaturisierungsgrad geprägt. Sie erfordern drahtlose Signalübertragung und u. U. neben den elektrischen auch optische Signalübertragungen. Bei Anwendungen im Medizinbereich sind u. a. die Biokompatibilität des Systems und die Anbindung von entsprechenden Sensoren (MEMS, Polymer) wichtige Kriterien.

Entsprechend dem Anwendungsgebiet werden deshalb Systemintegrationstechnologien auf dem Substrat (Board-Level), als auch auf der Wafer Ebene (Wafer Level) zum Teil in kombinierter Form zum Einsatz kommen. Sowohl auf dem Substrat als auch auf Wafer Ebene bestehen große Potenziale, anwendungsspezifische Systemintegrationslösungen zu entwickeln, einzusetzen und damit die Grundlagen für innovative Produkte zu legen.

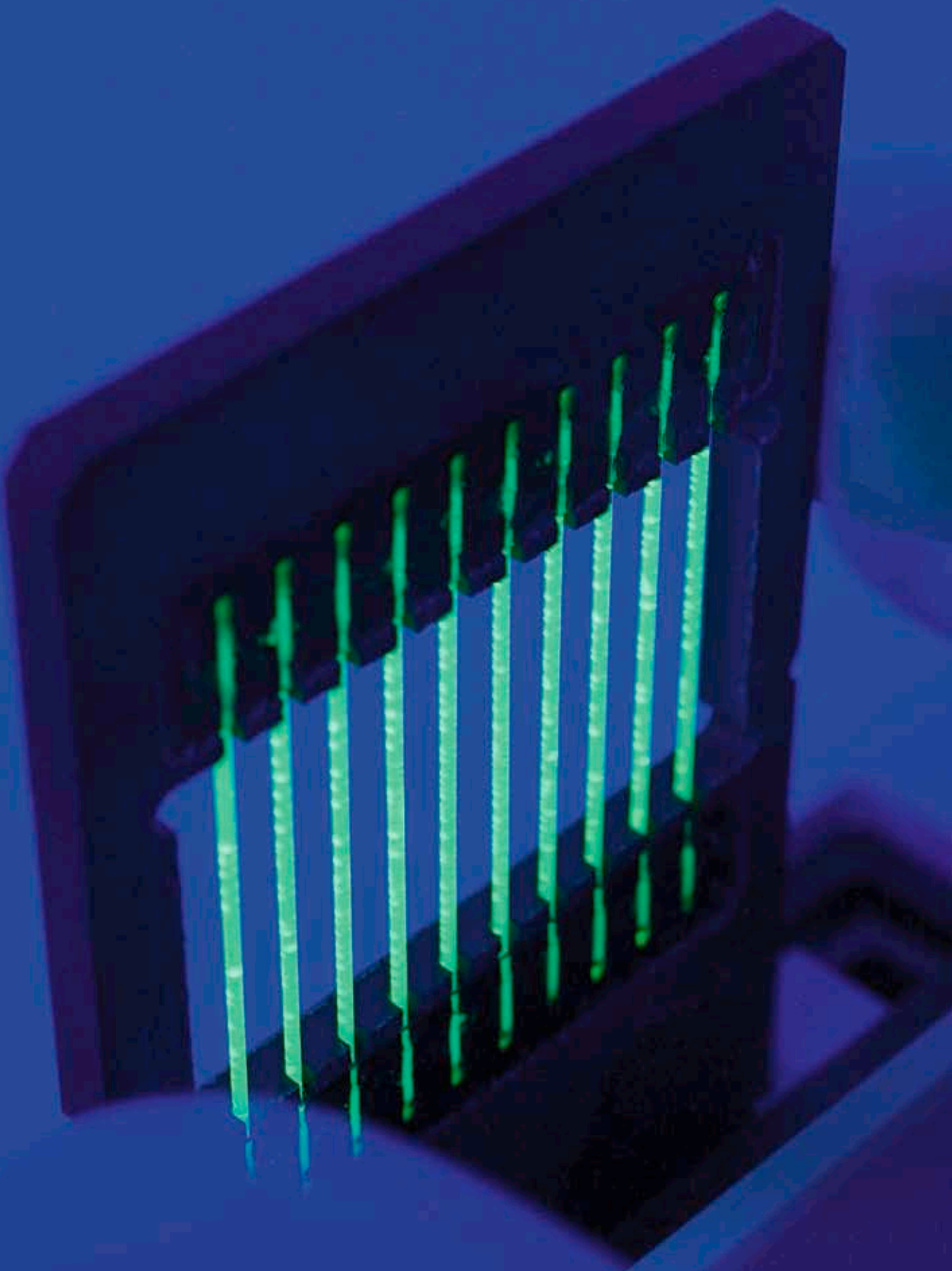
Die Entwicklung und Umsetzung von zukünftigen Sensornetzwerken auf der Basis hochminiaturisierter Sensorsysteme wie z.B. eGrains erfordert die Weiterentwicklung der Einzeltechnologien und die Nutzung von 3D Integration. Voraussetzung hierfür ist das frühzeitige Zusammenwirken und die Synergie von Design, Hardware, Systemintegrationstechnologien und Software. Auch aus Kosten- und Effektivitätsgründen ist eine intensive, interdisziplinäre Kooperation von Forschungseinrichtungen, kleinen und mittleren Unternehmen sowie der Großindustrie erforderlich, um das Potenzial voll zu nutzen. Die daraus generierten, neuen Systemlösungen sind Träger der Innovation und stellen eine besondere Anziehungskraft bei der Auswahl eines geeigneten Entwicklungs- und Produktionsstandortes da.



Mikropumpe aus Silizium



Drahtloses Sensorsystem in 3D Leiterplattenstack mit COB integriert in einen Golfball



*IZM PROGRAMME

» Philosophie der IZM Programme

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

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

» IZM PROGRAMME

018 **3D SYSTEM INTEGRATION**

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

019 **LARGE AREA ELECTRONICS**

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

020 **MEMS PACKAGING**

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

021 **MICRO RELIABILITY AND LIFETIME ESTIMATION**

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

022 **PHOTONIC PACKAGING**

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

023 **RF SYSTEMS**

LEITUNG: Dr. S. Guttowski | stephan.guttowski@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-6 32
LEITUNG: M. J. Wolf | juergen.wolf@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-6 06

024 **SUSTAINABLE TECHNICAL DEVELOPMENT**

LEITUNG: Dr. N. Nissen | nils.nissen@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 39

025 **THERMAL MANAGEMENT**

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

026 **WAFER LEVEL SYSTEM PACKAGING**

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

3D System Integration

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

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

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

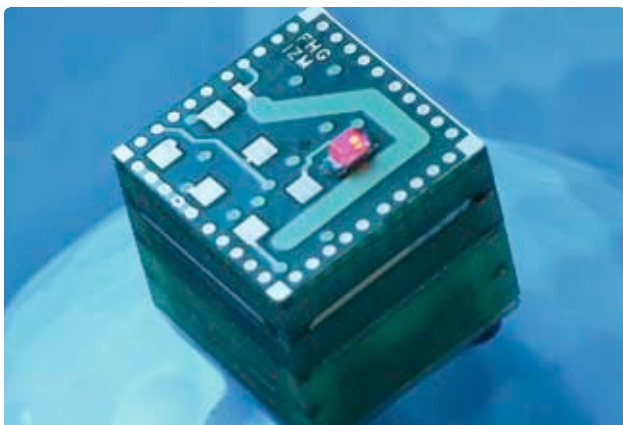
Darüber hinaus besitzt das IZM Kompetenzen in 3D Systemdesign und Backend-of-Line Technologien (BEOL).

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

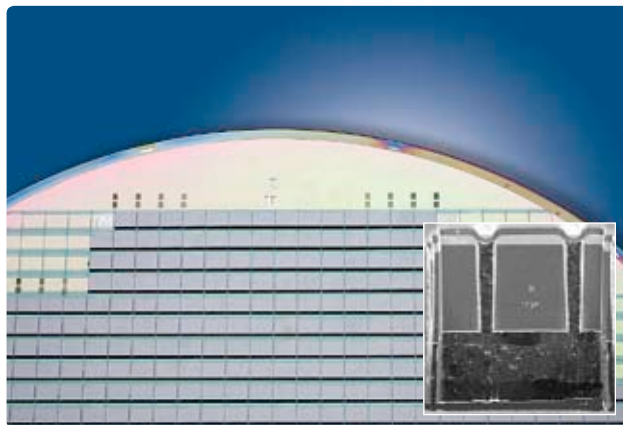
Die CSPs können gestapelt und elektrisch verbunden werden. Eine mit IZM-Know-How entwickelte Substratstapeltechnik auf der Basis von Top-Bottom Ball Grid Arrays wird zur Integration unterschiedlicher Komponenten in einen 3D-Modulstapel mit standardisierten Interfaces eingesetzt. Stand der Technik am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

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

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



Drahtloses Sensorsystem in 3D Leiterplattenstack mit COB



ICV-SLID Technologie; oben: Chip-to-Wafer Stapel; unten: 3D integrierte Teststruktur, Querschnitt (FIB) eines 10 µm dünnen Chips mit W-gefüllten Inter-Chip Vias, die mit dem Bottomwafer durch das SLID Metallsystem (Cu, Cu₃Sn, Cu) verbunden sind.

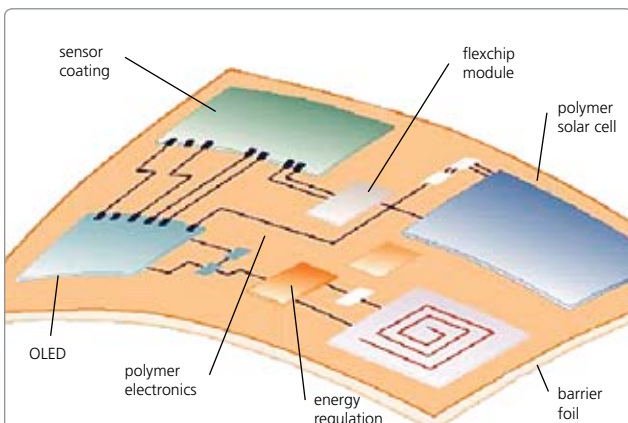
Large Area Electronics

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

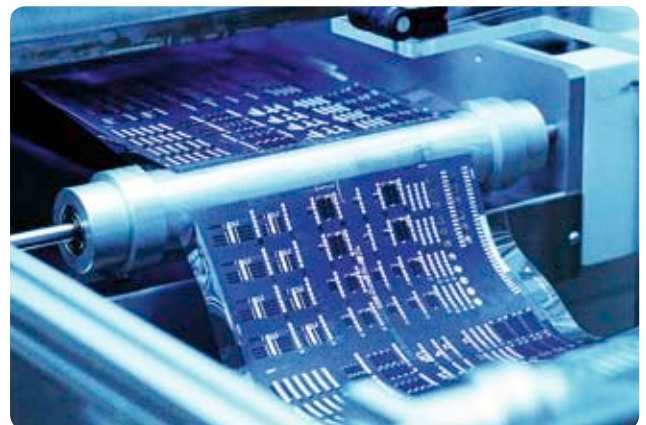
Damit ermöglichen Large Area Electronics z.B. die Kombination von Elektronik, Display, sensorischer Tastatur für die Eingabe sowie einer Solarzelle zur Energieerzeugung, und damit den Foliencomputer in wenigen Jahren. Zuerst wird dies mehr eine Smart Card oder ein einfacher PDA sein, in fernerer Zukunft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

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

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



Schematische Darstellung eines Mikrosystems auf Folie.



Rolle-zu-Rolle Fertigung polymerelektronischer Schaltkreise

MEMS Packaging

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

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

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

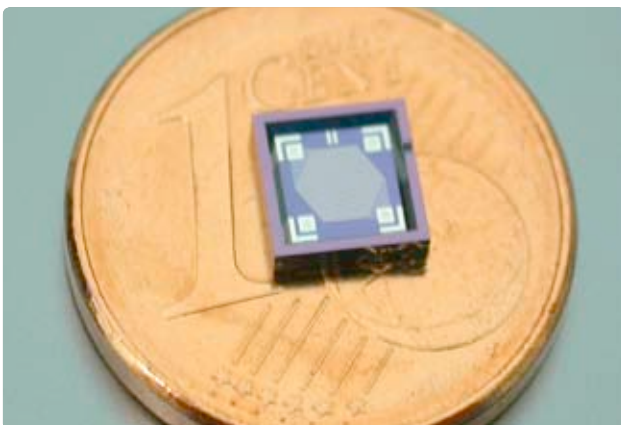
KOMPETENZEN UND AKTIVITÄTEN

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

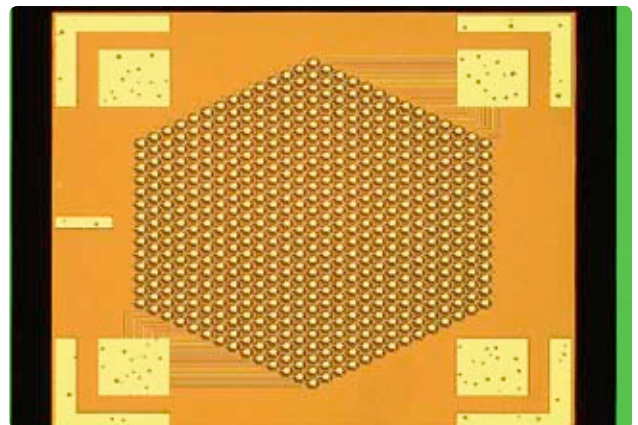
Die entstehende Synergie erlaubt es, innovative Gehäusekonzepte bis hin zu anwendungsoptimierten, kostengünstigen und miniaturisierten Aufbauten zielgerichtet zu entwickeln. Dieses integrierte Vorgehen garantiert eine optimale Lösung vom kundenspezifischen Einzelfall bis zu einer volumentauglichen Lösung.

Unsere Leistungen:

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



Gebondeter Ultraschallwandler



Sensorarray mit Kontaktflächen

Micro Reliability and Lifetime Estimation

» Ausgehend vom Stand der Technik der Zuverlässigkeitstheorie integrierter mikroelektronischer Strukturen und Mikrosysteme sind die Ziele dieses Programms:

- Strukturierung der Zuverlässigkeitsdefizite
- Erarbeitung neuer Projektkonzepte und interdisziplinärer Strategien

Im Kontext des „Electronic Packaging“ werden folgende Schwerpunkte gesetzt:

- Nachweis der Gültigkeit verwendeter Versagensmodelle (z.B. hinsichtlich Festigkeitshypothesen und bruchmechanischer Konzepte für statische und zyklische Belastungen, Schädigungszugänge, Versagenskriterien z.B. für Interface-Übergangsbereiche etc.)
- Vergleich von Versagensverhalten unter Test- und Feldbedingungen
- Beschleunigte Tests, Beschleunigungsfaktoren
- Erweiterung etablierter Versagensmodelle über die gegenwärtig akzeptierten Grenzen hinaus (z.B. in höhere Temperaturbereiche)
- Geeignete Prüftechniken zum Nachweis der Versagensmechanismen

KOMPETENZEN UND AKTIVITÄTEN

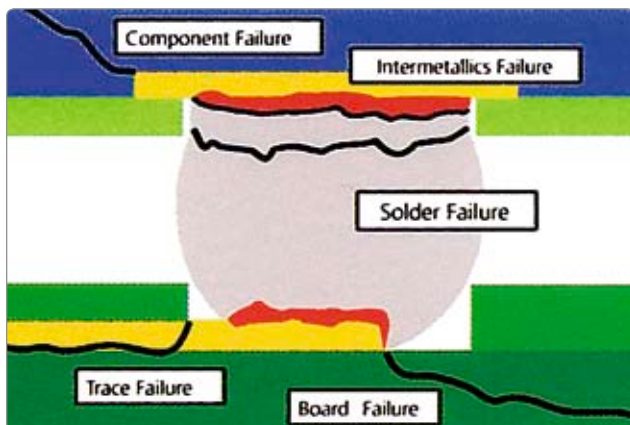
Die Identifikation von Versagensfällen und die Lebensdauerprognose sind wichtige Schwerpunkte des Programms. Die Mikrotechnik sowie der Mikro-Nano-Übergangsbereich („Microreliability“, „Nanoreliability“) sind dabei die besonderen Schwerpunkte der Forschungsarbeiten am IZM.

Zur Lebensdauerprognose sind dabei folgende Aufgaben in Arbeit:

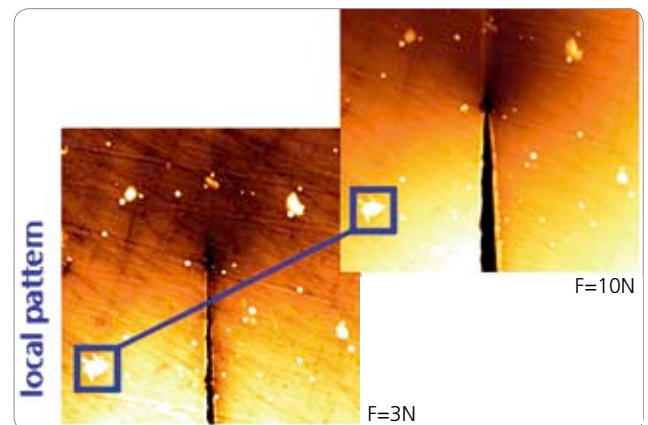
- Modelle zur in-situ-Ermittlung von Zuverlässigkeit und Lebensdauer
- Korrelation von Feld- und Versuchsdaten
- Entwicklung/Anpassung von Methoden für die zerstörungsfreie Prüfung
- Identifikation und Verifizierung von Einflussfaktoren auf die Restlebensdauer

Aktivitäten und Projekte:

- Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Packagingaufbauten
- Versagensmechanismen für Lotverbindungen, insbesondere im Bereich Hochtemperaturelektronik, Automobilelektronik und IT-Anwendungen
- Systemzuverlässigkeit und Lebensdauer
- Thermomechanische Simulation und Zuverlässigkeitsoptimierung
- Experimentelle Verifikation von Zuverlässigkeitskonzepten
- Zuverlässigkeit von Nanomaterialien (Nanoreliability)
- Werkstoffcharakterisierung für Zuverlässigkeit und Lebensdauer
- Zuverlässigkeit von MEMS
- Versagenskonzepte für ICs
- Load history und lifetime monitoring
- Spannungsanalyse von HDI-Substraten, Lebensdauer von Mikrovias
- ESD-Untersuchungen



Rissvermeidungsstrategien für elektronische Aufbauten



Lokale Rissdetektion im AFM

Photonic Packaging

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

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

Markt- und Technologietrends |

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

Technologischer Fokus

Optoelektronische AVT |

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

Ultra-High Brightness LEDs |

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

Modul-Packaging |

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

Optische Backplane & EOCB |

Heißprägen und UV-Direktschreiben, 90° Strahlumlenkung

Fasermontage |

Faser-Linsen, Laserschmelzen von Fasern, Photonische Bandlücke Fasern

Bildsensoren |

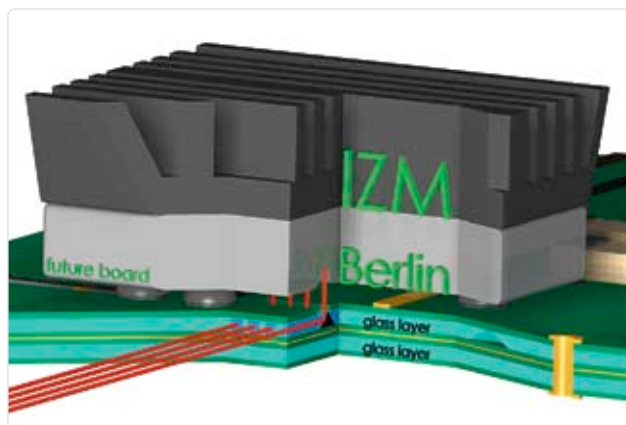
Pixeldetektoren IR, X-Ray; Wafer Level OPTO-CSP für CCD und CMOS Kameras

Mikro-Devices |

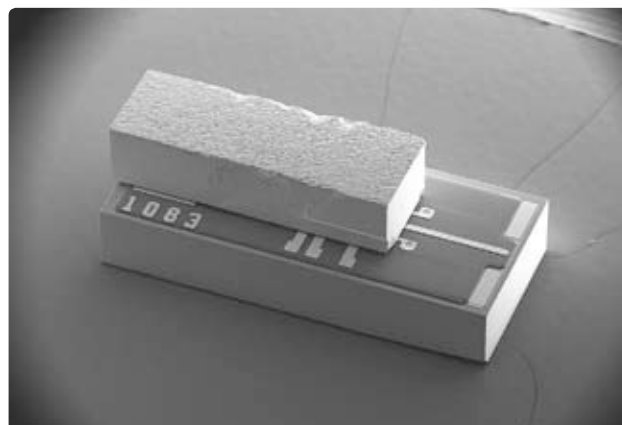
Mikro-Spektrometer, Laser-Projektion

Materialien |

Neue optische Polymere, Zuverlässigkeitstest, Fehleranalyse



Schematischer Aufbau einer hybriden elektrisch-optischen Leiterplatte mit 90° Strahleinkopplung



Flip-Chip gebundene 100 Gb/s Photodiode auf Dünnschicht-Mehrschichtsubstrat

RF Systems

» Im Zeitalter der grenzenlosen Kommunikation im Umfeld der alltäglichen Netzwerke mit multifunktionalen Geräten, die zahlreiche Dienste im Internet nutzen, spielt die Systemintegrationstechnik eine entscheidende Rolle. Der Zugang von jedem Ort in der Welt zu privaten und geschäftlichen Daten dehnt sich auf die verschiedenen elektronischen Hilfsmittel des täglichen Lebens aus. Universelle, mobile und selbstkonfigurierbare elektronische Geräte sind die Ecksteine dieser Entwicklung. Dieser Trend stellt eine Herausforderung für das gesamte Spektrum der Systementwicklungstechnologie dar. Die Hardware- und Softwareentwicklung muss hierzu nachhaltig voran getrieben werden. Die Miniaturisierung ist eine grundlegende Voraussetzung, um die Vision der ubiquitären Systeme wahr werden zu lassen.

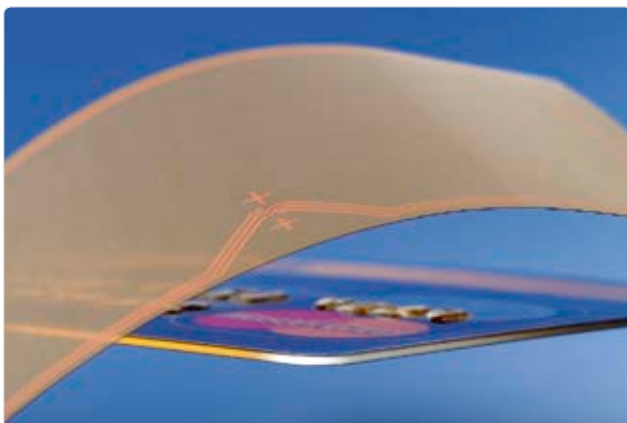
Das IZM greift zum einen die Herausforderungen und Entwicklungen der fortschrittlichen Technologien auf, um den derzeitigen Bedürfnissen der industriellen Systementwicklung zu dienen, zum anderen untersucht und entwickelt es mögliche Techniken für die nähere und weitere Zukunft. In Projekten mit vielen führenden internationalen Firmen erlangte das IZM ein großes Hintergrundwissen, welches für schnelle und effektive R&D-Projekte mit Partnerfirmen in allen Bereichen der RF & Wireless-Systemintegration verfügbar ist. Das IZM bietet lösungsorientierte Unterstützung im gesamten Spektrum der RF & Wireless-Systementwicklung und eine bilaterale kundenorientierte R&D Partnerschaft.

KOMPETENZEN UND AKTIVITÄTEN

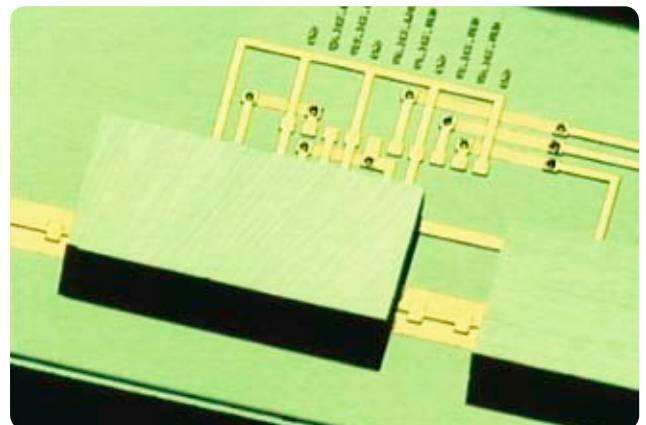
Die Unterstützung der Industrie durch das Fraunhofer IZM umfasst die vier Bereiche der RF & Wireless-Systemintegration:

- Methodik, konzeptionelle Systementwicklung und Modellierung
- Baugruppe, Bestückung und Gehäuse
- Erstellung eines Prototyps, Prozessierung und Produktion
- Charakterisierung, Test, Zuverlässigkeitsprüfung und Vorbereitung der Zertifizierung

Im Rahmen der R&D Projekte analysiert und bewertet das IZM derzeitig sichtbare Entwicklungstrends. Dabei nutzt es seine aktive Rolle in Forschung und Entwicklung und seine breitgefächerten internationalen Netzwerkaktivitäten und Kooperationen. Unterstützung für die Industrie kann sich auf einzelne Schritte konzentrieren, von der Beratung für die Entwicklung spezieller, industriell nutzbarer Technologieprozessmodule bis zu einem Musterstück, einem Demonstrator oder einem Prototyp mit einem abschließenden Produktionsqualitätsprozess oder Technologietransfer zum Industriepartner. Hierfür bietet das IZM eine umfangreiche Geräteausstattung.



Ultradünner RFID-Transponderchip auf flexiblem Antennensubstrat



AuSn Flip Chip gebondeter VCO und MPA auf Si Substrat für 77 GHz Radarsensoren

Sustainable Technical Development

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

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

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

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

KOMPETENZEN UND AKTIVITÄTEN

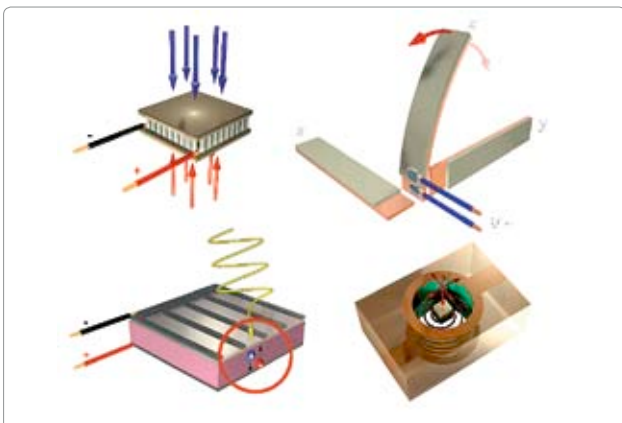
Drei beispielhafte Themen zeigen die Bandbreite der Ansatzpunkte auf:

- Energieeffizienz und miniaturisierte Energieversorgung (z.B. Miniatur-Brennstoffzellen)
- Systemzuverlässigkeit und Lebensdauervorhersage (z.B. Belastungsdaten zur vorsorgenden Wartung verwenden)
- Nachwachsende Rohstoffe in der Elektronik (z.B. Lignin als Grundwerkstoff für Leiterplatten)

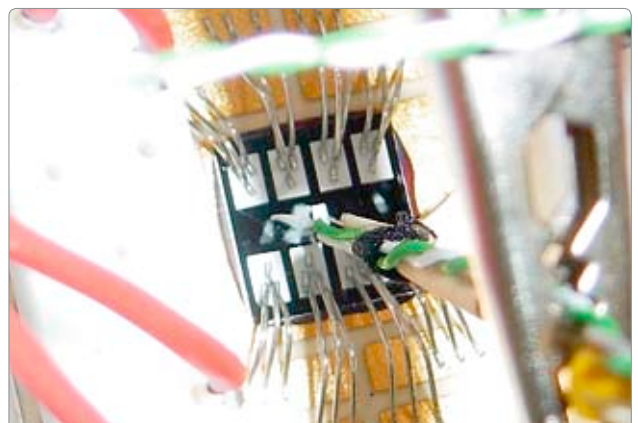
Neben weiteren technischen Entwicklungsrichtungen ist es gleichermaßen notwendig, die komplexen Informationen nutzergruppenspezifisch aufzubereiten, zum Beispiel für Unternehmen, Verbände, Politik, und Bildung (Schulen, Ausbildung und Universitäten).

Die Umstellung auf bleifreie Elektronik zeigt beispielhaft, wie die Industrie bei der Anpassung auf neue gesetzliche Rahmenbedingungen unterstützt werden kann. Dies geschieht konkret durch Industriearbeitskreise zu den Fragen der RoHS, WEEE und EUP Richtlinien, sowie durch Pilotstudien und Umsetzungskonzepte für einzelne Firmen.

Als Grundlage vieler Arbeiten werden Methoden und Werkzeuge für praktikable Nachhaltigkeitsbewertungen weiterentwickelt. Trendanalysen, Roadmapping und Szenarien werden eingesetzt, um auch längerfristige Entwicklungen einbeziehen zu können.



„Energy Harvesting“ - die Umgebungsenergie einer Anwendung kann zukünftige Mikrosysteme versorgen



Messaufbau zur beschleunigten Alterung von IGBTs zur Ableitung von Lebensdauermodellen für die Systemzuverlässigkeit

Thermal Management

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

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

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

KOMPETENZEN UND AKTIVITÄTEN

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

Zuverlässigkeit bedeutet die Synergie von:

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

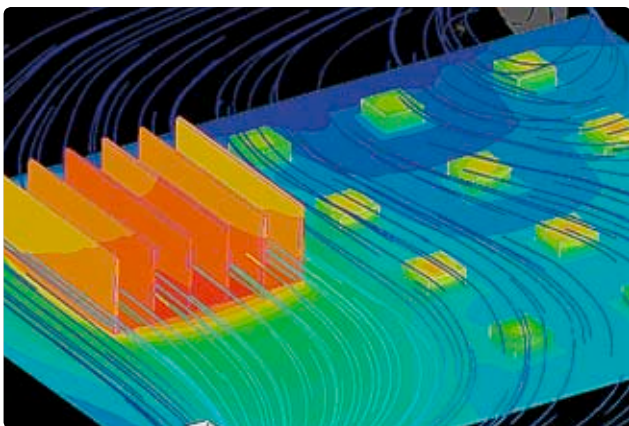
Diese Kombination ermöglicht es, durch die Bündelung unserer Kompetenzen flexibel auf individuelle Problemstellungen einzugehen und gleichzeitig Komplettlösungen anzubieten.

Serviceleistungen |

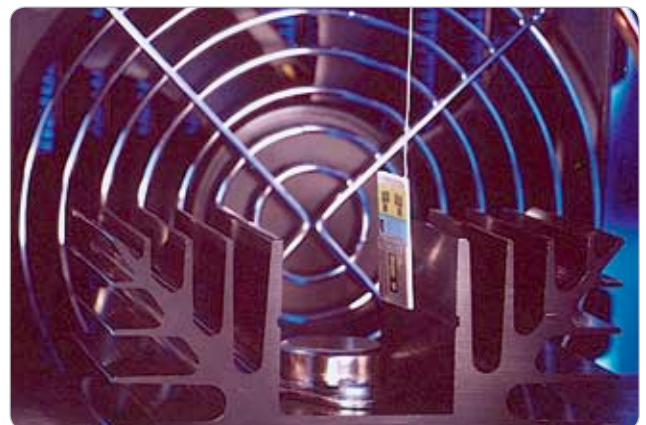
- Lebensdauerprognose
- Materialcharakterisierung
- IR-Thermographie
- Rth-Messung
- Passive & aktive Zykeltests
- Teststand zur Luft- und Wasserkühlung
- Deformationsmessung an Mikro- und Nanostrukturen

Aktuelle Forschungsaktivitäten |

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



Thermo-fluidische Simulation eines Systems mit forcierter Luftkühlung



Luftgeschwindigkeitssensor in Wärmesenke eines Leistungstransistors

Wafer Level System Packaging

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

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

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

KOMPETENZEN UND AKTIVITÄTEN

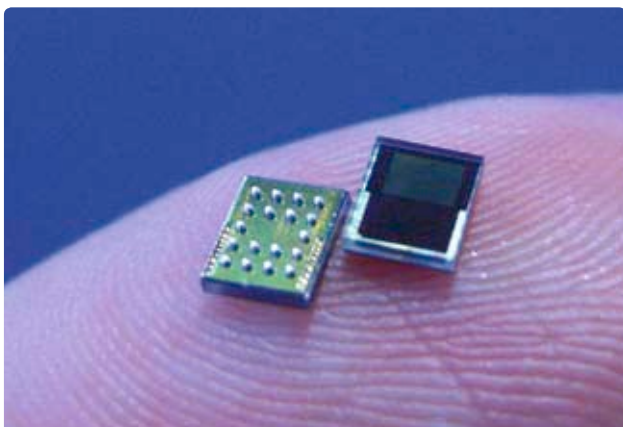
Das Fraunhofer IZM hat langjährige Erfahrungen im Bereich Dünnschicht- und Verbindungstechnologie, die im WLP benötigt werden. Das Programm Wafer Level Packaging wurde definiert, um aktiv zum Paradigmenwechsel in der Aufbau- und Verbindungstechnik hin zum WL System Package beizutragen.

Verfügbare Prozesse |

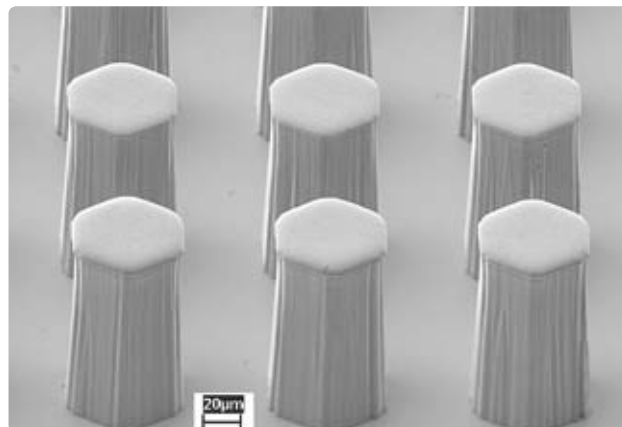
- Wafer Bumping mittels
 - Galvanik
 - Stromloser Abscheidung
 - Schablonendruck
 - Platzieren von vorgeformten Lotkugeln
- Umverdrahtungstechnologien
 - mittels photostrukturierbarer Dielektrika (z.B. BCB, Polyimid) und galvanischer Metallabscheidung (Cu, Ni, Au)
 - alternative Prozesse mit Epoxydschichten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

Forschungsziele |

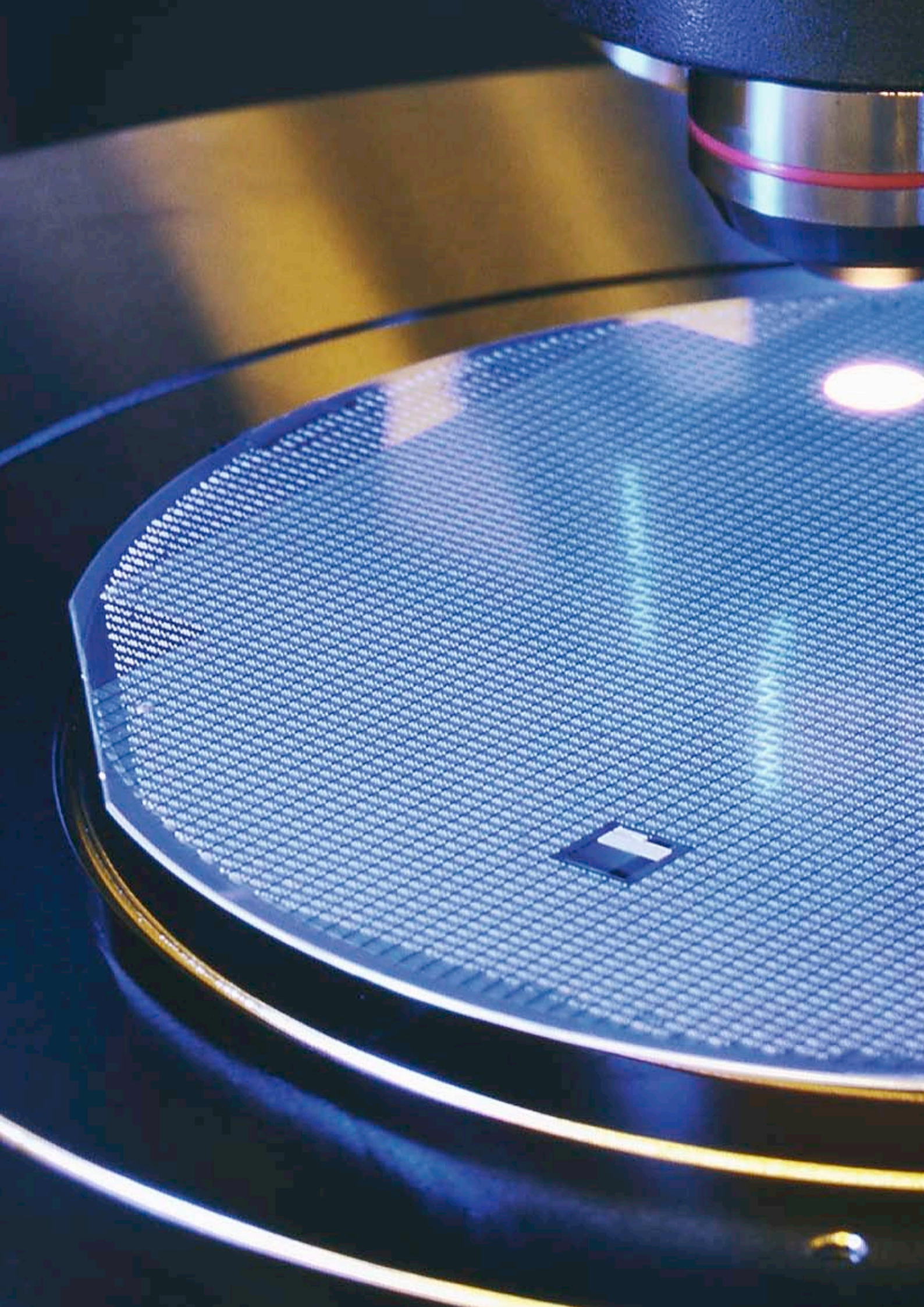
- Umverdrahtung zur Waferrückseite
- Bleifreies Waferbumping
- Waferbumping mittels Tauchbelotung
- WL-SiP mit integrierten passiven Komponenten (RLC)
- WL-CSP auf 300 mm Wafern
- Transfermolding auf Wafer Ebene
- Wafer Level Test



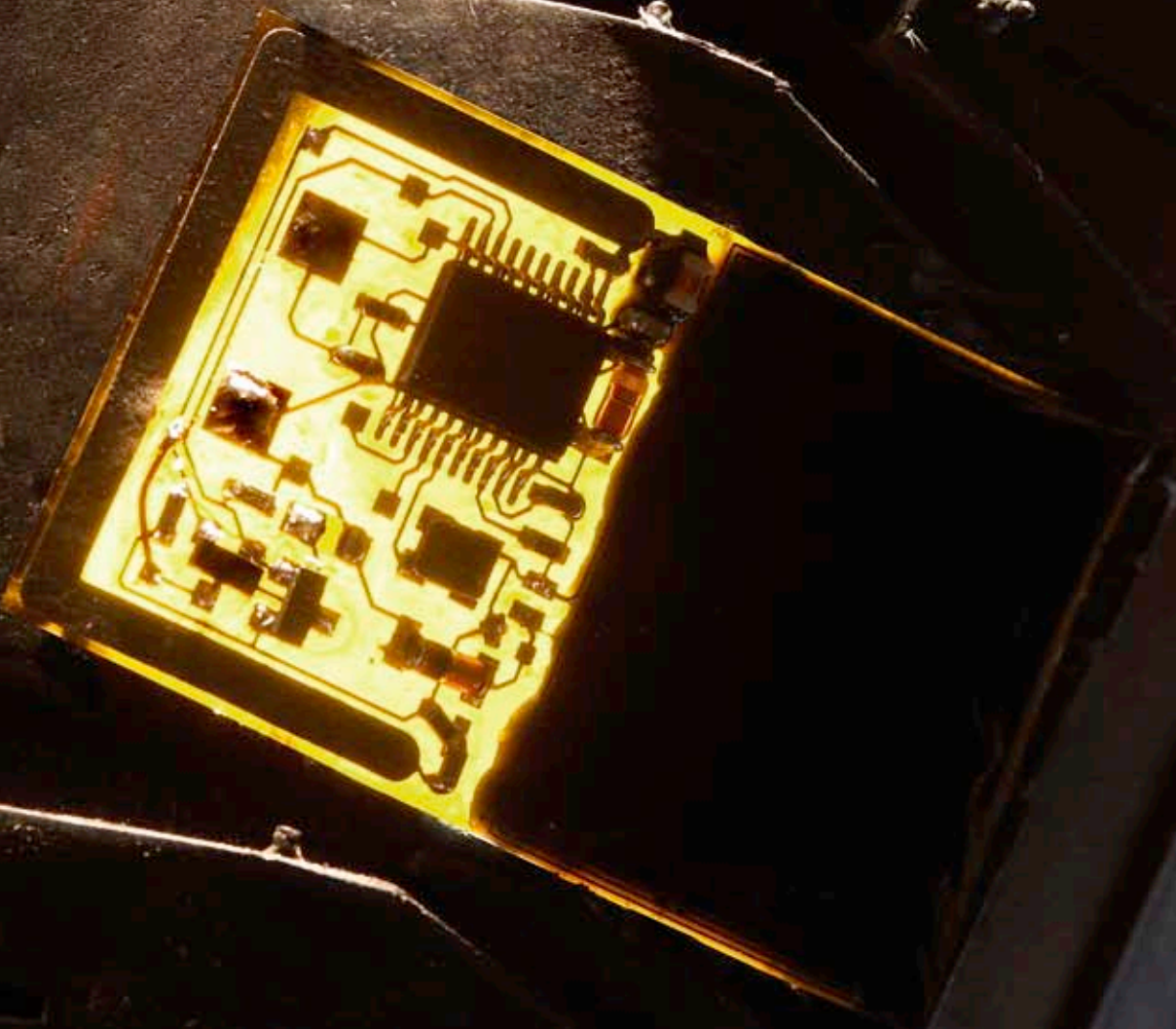
Opto Wafer Level Package (Courtesy of Schott Electronics GmbH)



Kupfer Pillar Bumps (Höhe 80µm)



*KOOPERATION



» KOOPERATION

030 _ FRAUNHOFER IZM MARKETING

031 _ ZUSAMMENARBEIT MIT DEM FRAUNHOFER IZM

032 - 033 _ FORSCHUNGSGEBIETE UND -INHALTE

Fraunhofer IZM Marketing – Ihr erster Kontakt zum Fraunhofer IZM

- » Mit welchen Technologien, mit welchen neuen Produkten und Leistungen kann der Erfolg Ihres Unternehmens gesichert werden? Angesichts eines globalen Wettbewerbs und immer kürzerer Produkt- und Technologielebenszyklen entscheidet die rechtzeitige Einführung neuer Technologien über die Wettbewerbsfähigkeit Ihres Unternehmens.

Nur, wann ist der richtige Zeitpunkt um in neue Technologien zu investieren? Welche Technologien haben das Potenzial, das Technologieportfolio Ihres Unternehmens zu optimieren?

Das Fraunhofer IZM gehört zu den weltweit führenden Forschungsinstituten im Bereich der Systemintegration für Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik. Unsere Kompetenz reicht von der Materialentwicklung über die Entwicklung neuer Aufbau- und Verbindungstechniken bis hin zur Lösung von Qualitäts-, Zuverlässigkeits- und Umweltfragen. Unsere Stärke ist die Verbindung von Grundlagen- und angewandter Forschung und deren Umsetzung in die industrielle Praxis. Beispiele für unsere technologische Kompetenz und unser Dienstleistungsangebot finden Sie auf den folgenden Seiten.

Unsere Experten beraten Sie gerne bei der Auswahl der Technologien, die für Ihr Unternehmen den größten Nutzen haben und unterstützen Sie bei der Umsetzung.

Haben Sie Interesse an unseren Dienstleistungen? Sprechen Sie uns an. Das Marketing Team steht Ihnen gerne zur Verfügung.

Wir bieten Ihnen zu folgenden Schwerpunkten unsere Unterstützung an:

Unternehmensspezifische Workshops |

Sie wollen Ihre Technologien auf den Prüfstand stellen oder einfach nur wissen, welche neuen Technologien für Ihr Unternehmen relevant sein könnten? Wir bieten Ihnen firmenspezifische Workshops an.

Unsere Experten stellen Ihnen die gesamte Bandbreite der aktuellen technologischen Entwicklungen im Bereich des Electronic Packaging dar. Gemeinsam wird besprochen, welche Technologien für Ihr Unternehmen und ihre Produktpalette relevant sein könnten.

Technologiespezifische Workshops |

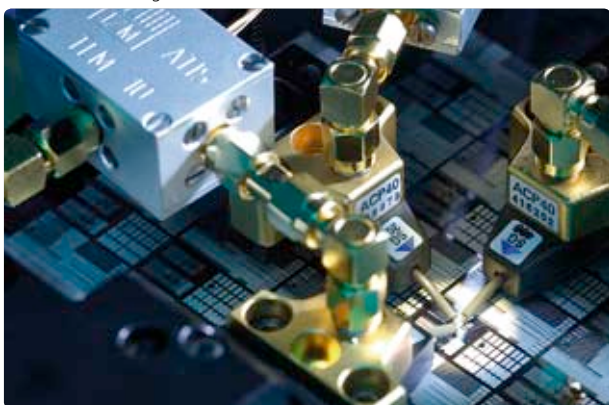
Sie wissen, in welche Technologiefelder Sie investieren möchten und benötigen Unterstützung bei der Auswahl der zu Ihrem Unternehmen passenden Technologie. Unsere Experten diskutieren mit den Fachleuten Ihres Unternehmens die Vor- und Nachteile der in Frage kommenden Technologien vor dem Hintergrund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

Beratung bei produkt- und technologiespezifischen Fragen |

Sie benötigen Unterstützung bei der Lösung aktueller technologischer Fragestellungen in Ihrem Unternehmen. Doch wen sollen Sie im Fraunhofer IZM ansprechen? Setzen Sie sich mit uns in Verbindung, wir vermitteln Ihnen den geeigneten Gesprächspartner im Fraunhofer IZM.

Sprechen Sie uns an!

IC-Parametermessung



Simone Brand
simone.brand@izm-m.fraunhofer.de



Harald Pötter
harald.poetter@izm.fraunhofer.de

Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IZM



Intelligenter Katheter



Fraunhofer IZM Reinraum

» Kompetenz aus einer Hand | Ob Hersteller von Elektronik oder Anwender, das Fraunhofer IZM ist Ihr kompetenter Partner für alle Fragen des Electronic Packaging. Wir entwickeln gemeinsam mit Ihnen maßgeschneiderte Lösungen zur Miniaturisierung und zur Integration von mikroelektronischen Systemen in Ihre Produkte.

Applikation ist unsere Stärke | Unser Entwicklungsangebot orientiert sich an den Erfordernissen der industriellen Praxis. Mit Herstellern von elektronischen Komponenten und Systemen arbeiten wir an der weiteren Miniaturisierung und der Integration von optischen oder mechanischen Funktionen. Für die Anwender von Elektronik stellen wir applikationsspezifische Lösungen für die Integration von Elektronik in Endprodukte zur Verfügung. Das Spektrum unserer Kunden reicht von der Automobilindustrie über den Maschinenbau bis hin zur Medizin- und Sicherheitstechnik. Auch Unternehmen aus so unterschiedlichen Bereichen wie Bekleidung, Beleuchtung, Nahrungsmittel oder Logistik haben wir bereits erfolgreich bei der Verbesserung ihrer Produkte durch die Integration von Elektronik unterstützt.

Wege der Zusammenarbeit | Wir bieten sowohl Detail- als auch Systemlösungen an. Der schnelle Technologietransfer über:

- Beratung
- Machbarkeitsstudien
- Industrieprojekte bis zur prototypischen Realisierung
- Lösung von Qualitäts-, Zuverlässigkeits- und Umweltfragen

zählt zu den wichtigsten Zielen unserer Arbeit.

Erweitern Sie Ihre Kompetenz - Vorteile der Vertragsforschung | Vertragsforschung heißt, dass wir für Sie zielorientiert innovative Technologien oder produktorientierte Problemlösungen erarbeiten.

Mit dem direkten Zugriff auf ein hochqualifiziertes, interdisziplinäres Forschungsteam gewinnen Sie:

- Ergebnissicherheit
- Zeit- und Kostenersparnis
- Professionelles Projektmanagement
- Hohe Qualitätsstandards

Zufriedene Kunden im Mittelstand | Forschung und High-Tech-Entwicklung ist nicht nur ein Thema für große Unternehmen. Zahlreiche mittelständische Unternehmen nehmen die Kompetenz unserer Experten in Anspruch. Eines der besten Argumente für eine Entscheidung zur Zusammenarbeit sind die vielen zufriedenen Kunden. Das belegen die zahlreichen Folgeaufträge.

Unsere Kompetenz – Ihr Vorteil |

- Kompetenz im Electronic Packaging aus einer Hand
- Wir bringen Elektronik zuverlässig und kostengünstig in Ihre Anwendung
- Zeit- und Kostenersparnis durch Zugriff auf langjährige Expertise

Forschungsgebiete und -inhalte



Chip Verbindungstechnologien

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

Photonic and Power System Assembly

- Montagetechniken für Optoelektronik und Leistungselektronik
- Design und Entwicklung von Gehäusen von Mikrosystemen und Gehäuseschnittstellen
- Optoelektronische Komponenten und Messtechnik
- Packaging von optoelektronischen Komponenten: Laserdetektoren, Leistungs-LEDs
- Flip Chip-Technologie für Mikrowellen- und Millimeterwellen-Anwendungen
- Elektro-optische Leiterplatten
- Innovative Drahtbondtechnik
- Materialien und Technologien für Chip on Board
- Packaging für Leistungsmodule
- Technische Fehleranalyse

Baugruppentechologie und Verbindungstechniken

- Abscheidung und Spezifikation von Funktionsschichten (galvanisch, stromlos)
- Entwicklung von Materialien, Prozessen und Geräten, z.B. bleifreie Lotlegierungen für Hochtemperaturanwendungen
- Innovative Löt- und Präparationsprozesse mit Plasma- und Laserbehandlung
- Biomimetik für die Beschichtung und Verbindungstechnologie

- Qualifizierung von Baugruppen auf Leiterplatten, Analyse von Fertigungsfehlern und defekten Verbindungen
- Trainingszentrum der European Space Agency
- Einführung von ISO 9000 bis ISO 9004 für die Leiterplattenmontage

Polytronische Systeme

- Polymerelektronik und polymere MEMS
- Wafer-Bearbeitung und ultradünnes Silizium
- Montage von dünnen Chips und Mikrokomponenten
- Anwendungszentrum für flexible Elektronik (Rolle-zu-Rolle)
- Hybridintegration
- Biosensoren und bioanalytische Systeme
- Sensorsysteme für Flüssigkeiten mit Signalverarbeitung

Mikro-Mechatronische Systeme

- Design von mikromechatronischen Systemen
- Verbindungstechnologien und Verkapselung
- Thermo-mechanische Zuverlässigkeit
- Elektrische Simulation



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

Micro Devices and Equipment

- MEMS-Design und Modellierung
- Entwicklung von MEMS
- Entwicklung von innovativen Technologien
- Wafer Level Test
- Prozess- und Geräte-Simulation

- Backend-of-Line BEOL
- Mikro- und Nano-Zuverlässigkeit
- Gedruckte Elektronik

High Density Interconnect & Wafer Level Packaging

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



Materials & Reliability

Polymermaterialien und Composite

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

Micro Materials Center

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

Analyse und Test von integrierten Systemen

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



System Design and Sustainable Development

Environmental Engineering

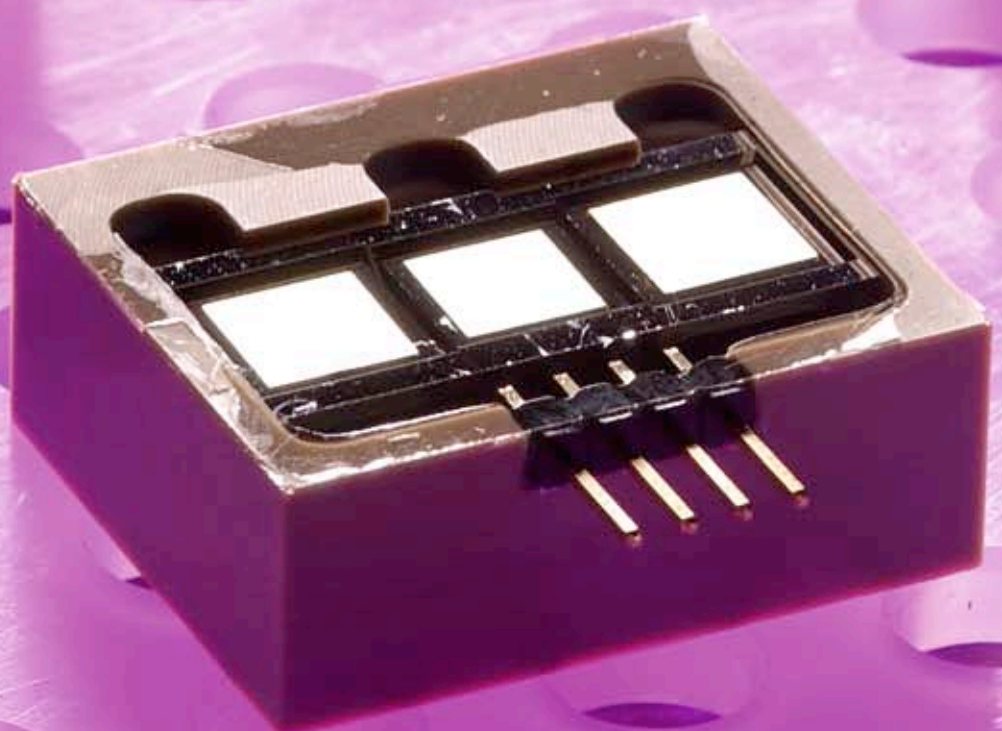
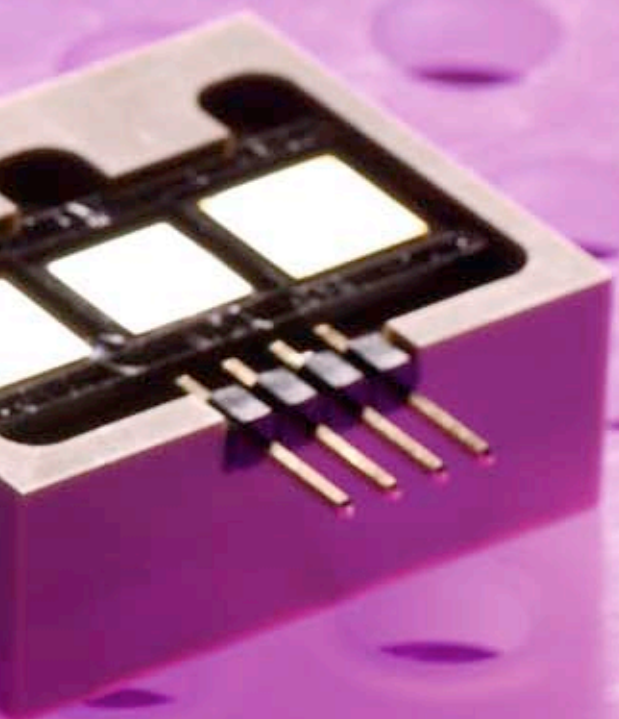
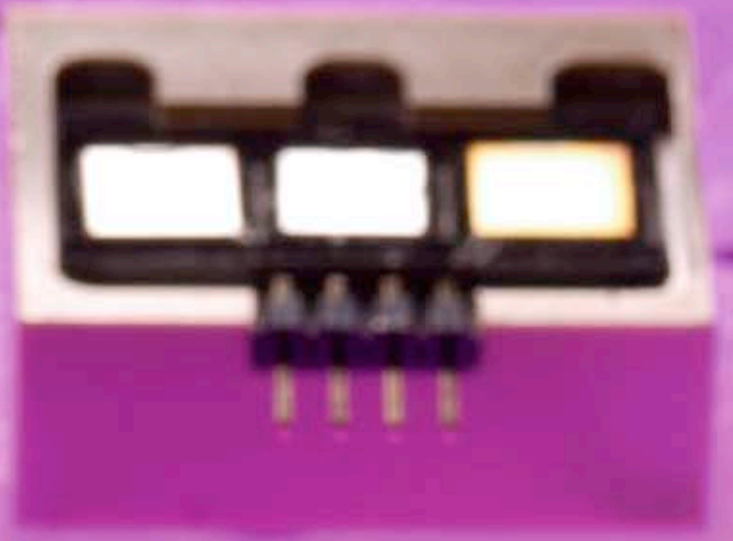
- Umweltfreundliches Produktdesign
- Analyse und ökologische Bewertung
- Abschätzung der Lebensdauer und Wiederverwendung
- Ökologische und ökonomische Analyse von Technologien
- Demonstrationszentrum »Produktzyklen«
- Nachhaltige Entwicklung von ICT

Advanced System Engineering

- Drahtlose Systeme/ RFID-Systementwicklung
- EM-Feldberechnung und Analyse
- Analoger Entwurf und Simulation
- EMC on Chip und off Chip
- EMC und Leistungselektronik
- Power/ground-Analyse und Modellierung
- HF-Analyse und Modellierung von passiven Bauelementen und Gehäusen
- EMC/SI/RF-Analyse und Modellierung von Gehäusestrukturen
- Entwicklung von AddOn Tools

Mikrofluidische Systeme

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



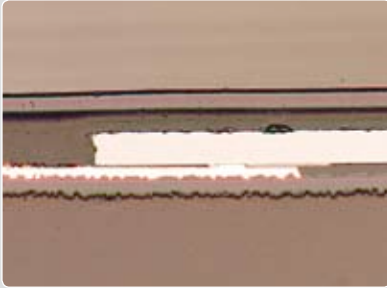
KERNKOMPETENZEN
*SYSTEM INTEGRATION



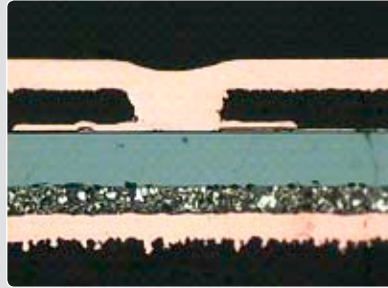
» SYSTEM INTEGRATION

- 036 - 037 **CHIP VERBINDUNGSTECHNOLOGIEN**
LEITUNG: R. Aschenbrenner | rolf.aschenbrenner@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 64
- 038 - 039 **PHOTONIC AND POWER SYSTEM ASSEMBLY**
LEITUNG: Dr. Klaus-Dieter Lang | klaus-dieter.lang@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 79
- 040 - 041 **BAUGRUPPENTECHNOLOGIE
UND VERBINDUNGSTECHNIKEN**
LEITUNG: Prof. Dr. W. Scheel | wolfgang.scheel@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-2 72
- 042 - 043 **POLYTRONISCHE SYSTEME**
LEITUNG: Dr. K. Bock | karlheinz.bock@izm-m.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 89 / 5 47 59-5 06
- 044 - 045 **MIKRO-MECHATRONISCHE SYSTEME**
LEITUNG: Dr. F. Ansorge | frank.ansorge@mmz.izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 81 53 / 9 09 75 00

Chip Verbindungstechnologien



Gedünnter Chip in flexiblem Substrat



Querschliff durch den elektrischen Kontakt eines eingebetteten Chips

KOMPETENZEN:

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

» KURZBESCHREIBUNG

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

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

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

» TRENDS

Die Entwicklungsschwerpunkte in den kommenden Jahren werden sein:

Mikrobonding |

- Flip Chips mit Pitches $< 40 \mu\text{m}$ und ultradünne Flip Chips ($20 \mu\text{m}$ Dicke) mit Kontakthöhen $< 5 \mu\text{m}$
- Die-Bonding von ultradünnen Chips für Einbett-Technologien
- low-cost Bumping durch Schablonendruck ($80 \mu\text{m}$ Pitch) und Immersion Solder Bumping ($20 \mu\text{m}$ Pitch)
- Chipmontage bei niedrigen Temperaturen ($< 80 \text{ }^\circ\text{C}$) für Bio-Chips

System-Packaging |

- Montage- und Verkapselungstechnologie (z. B. für Wafer Level CSPs)
- Direktmetallisierung von Gehäusen durch chemische Abscheidung
- MEMS- und Sensor-Packaging

Integrierte Komponenten |

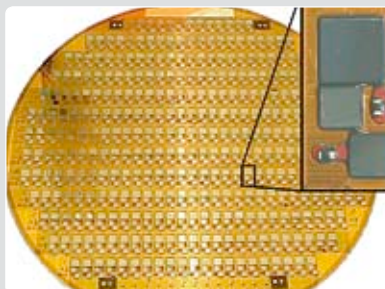
- integrierte Widerstände und Kondensatoren für Flex- und Leiterplatten-Substrate
- integrierte aktive Chips (Chip in Polymer)
- Integration von diskreten Bauteilen durch Verkapselung

Wearable Electronics |

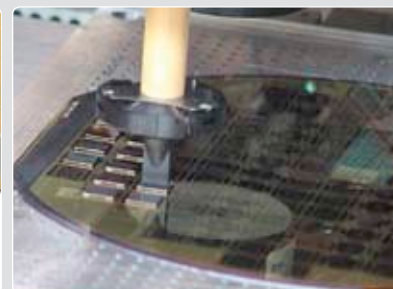
- Kontaktierung textiler Antennen, lösbare elektrische Verbindungen, flexible Systeme in Textilien, Montage ultradünner Transponder

HIGHLIGHTS

- Höchste Miniaturisierung durch Silizium-Hybridintegration
- System-Partitionierung erlaubt modularen Einsatz der integrierten Subsysteme
- Leichte Realisierung in einer Fertigung durch SMD kompatiblen Prozessfluss
- Gegenüber SoC Kompatibilität zu non-silicon Bauelementen ("More Than Moore")
- Eingebettete Widerstände: 1Ω – $10 \text{ k}\Omega$ mit Ni(P), und 100Ω bis $100 \text{ k}\Omega$ mit gedruckten Polymerpasten.
- Eingebettete Kondensatoren: 50 pF bis 300 nF
- Einbettung $20 \mu\text{m}$ dicker Si-Chips (Größe $5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$, Anschlussraster $100 \mu\text{m}$)



8" System-in-Package Demonstrator mit Flip Chip on Wafer Technik



Flip Chip Montage von Halbleitern auf einem vorbereiteten 8" Silizium-Wafer

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Transfer Molding für SiP-Lösungen |

Transfer Molding ist das Standardverfahren für die hoch zuverlässige Verkapselung von Leaded und Advanced Packages. Neue Materialien und Prozessentwicklungen erlauben nun den Einsatz der Transfer Molding Technologie für eine Verkapselung mit zusätzlicher Funktionalität. So ist eine Direktverkapselung von Flip Chips mit einer extrem hohen Zuverlässigkeit genauso möglich wie eine duromerbasierende MID Technologie. Damit ist über das Aufbringen und Strukturieren einer Metalllage auf der Verkapselung sowie durch Realisierung von Durchkontaktierungen durch das Gehäuse ein 3D-Packaging möglich.

Flip Chip Technologie auf Wafer Level |

Die Flip Chip Technik hat sich in den letzten Jahren besonders auf Leiterplatten, flexiblen Schaltungsträgern und Keramiksubstraten in immer mehr Anwendungsbereichen etablieren können. Immer kleinere Rastermaße zwingen die heutigen Anwender von Flip Chips jedoch oft dazu, Umverdrahtungsmethoden anzuwenden.

Eine hierauf aufbauende Höchstintegrationstechnik leitet sich daraus unmittelbar ab. Die benötigte Umverdrahtungslage wird zugleich als Routing für ein System eingesetzt, auf das sich mehrere Komponenten miniaturisiert aufbauen lassen. Die Endmetallisierung setzt auf einer etablierten bleifreien Cu-Ni-Au-Endschicht auf und bietet eine ideale Grundlage für eine anschließende SMD- und Flip Chip-Montage. Das so gefertigte Subsystem kann bei geeigneter Aus-

legung von Testpins direkt in Waferproben getestet werden, so dass nach der Vereinzelung durch einen konventionellen Wafer-Sägeprozess das hochintegrierte Subsystem für eine Weiterverarbeitung bereitsteht.

Chip in Polymer |

Die Chip in Polymer-Technologie ermöglicht eine deutlich erhöhte Packungsdichte und verbesserte elektrische Eigenschaften für kommende Produktgenerationen. Sie basiert auf der Einbettung dünner Chips in den Polymerschichten von Leiterplatten. Leitende Verbindungen zu den Chips werden durch Laserbohren von Kontaktlöchern, gefolgt von galvanischer Cu-Abscheidung, hergestellt. Diese Einbetttechnik konnte auf Formaten bis zu $18" \times 24"$ demonstriert werden und ist damit bereit für den Einsatz in der Leiterplattenfertigung.

Einbettung von Komponenten in flexible Leiterplatten |

Am IZM in Berlin wurden die Voraussetzungen zur Einbettung von Komponenten in die flexible Leiterplatte geschaffen und reichhaltige Erfahrungen gesammelt.

Chips mit einer Dicke von nur $20 \mu\text{m}$ wurden mittels Thermokompressions-Bonden als Flip Chips auf die Leiterplatte montiert. Die elektrischen Kontakte werden über ultradünne Verbindungen geschlossen. Schließlich wird der Chip in einer Laminatschicht in eine Aufbau- und Anlagentechnik der Leiterplatte vergraben. Es konnte gezeigt werden, dass sich in dieser Weise zuverlässige Systeme herstellen lassen.

Photonic and Power System Assembly



High Brightness-LED



Optisches Koppelmodul zur 90° Lichtumlenkung für elektro-optische Leiterplatten und optische Backplane mit lasergeschriebenen Wellenleitern

KOMPETENZEN

Technologien:

- Chiplöten und -kleben
- Ultra fine Pitch Flip Chip (AuSn, bleifrei)
- Draht- und Ribbon-Bonden
- Chip on Board (3D-Aufbautechnik)
- Entwicklung elektro-optischer Boards

Entwicklung, Aufbau und Test von:

- Mikrosystemen
- Image-Sensoren
- Leistungsmodulen
- Laser- und Power LED-Modulen
- HF-Modulen

» KURZBESCHREIBUNG

Die Abteilung bietet Systemdesign und Systementwicklung sowie funktionsorientierte Aufbau- und Packagingtechnologien für Mikrosysteme, Optomodule und Leistungselektronik an.

Simulations- und Messtechniken ermitteln die für den Anwendungsfall hinsichtlich Systemfunktionalität optimierte Aufbauvariante. Methoden der Systemintegration, das Verständnis des Materialverhaltens und fortschrittliche Substrattechnologien schaffen die Basis für fertigungsgerechte, kosteneffiziente Lösungen (elektrisch, optisch, thermisch). Auf Komponentenebene steht die Montage von Halbleitern (z.B. Si, SiGe, SiC, AlInBV) und photonischen Elementen durch Löten (z.B. flussmittelfrei) und Kleben (z.B. funktionsorientiert) im Fokus. Qualitätsgerechte Systemaufbauten mit Draht- und Ribbon-Bonden, Flip Chip (z.B. AuSn, SnAg, Au TC/TS) oder Laserschweißen sind an Produktionsautomaten herstellbar und so auch effektiv transferierbar. Zuverlässigkeitsuntersuchungen garantieren eine sichere Einsetzbarkeit.

Anwendungsgebiete sind u.a. Sensorsysteme, High Brightness LEDs, optoelektronische und HF-Module oder die Leistungselektronik.

Entwicklung angepasster Packages sowie deren Charakterisierung erweitern das Leistungsangebot.

Auf Baugruppenebene stehen die Chip on Board-Technik sowie elektro-optische Verbindungen im Fokus. Funktionsmesstechniken unterstützen die technologischen Aktivitäten.

» TRENDS

Auch photonische und leistungselektronische Systeme müssen modernen Anforderungen wie Reduzierung der Größe, des Energieverbrauchs und der Kosten bei kontinuierlich wachsender Funktionalität und zunehmender Integration entsprechen. Die Abteilung P2SA löst die Aufgabe durch Kombination von Systementwicklung und Aufbautechnologie. Folgende Ziele werden hier verfolgt:

Photonik |

- Entwicklung von Technologien für optische Chip to Chip-Kontakte und OSIPs
- Ausbau Montagetechnologien für optische Sensoren und Detektoren sowie für HB-LEDs und Lasermodule
- Verstärkung der Entwicklung und Simulation von optischen Systemen und Interfaces
- Bereitstellung durchgängiger Entwicklungsmethodiken und Fertigungstechnologien für elektro-optische Systeme und Baugruppen
- Erweiterung der Prüftechniken zur Funktion und Zuverlässigkeit von Komponenten und Systemen

Elektronik/Mikrosystemtechnik |

- Weiterentwicklung der 3D-Design- und Aufbautechnik für hybride Mikrosysteme
- Verstärkung der Aktivitäten zum Aufbau und zur Charakterisierung von HF-Systemen ($f > 10$ GHz)
- Funktionsorientierte Entwicklung von Leistungselektronik
- Verbesserung der Aufbautechnologien für die Leistungs- und Hochtemperaturelektronik.

HIGHLIGHTS

- Systementwicklung, Aufbau- und Verbindungstechnologien auf der Basis von High Performance 3D-Leiterplattentechnologie für autarke miniaturisierte Sensorsysteme
- Hochleistungspackaging für High Brightness LEDs inklusive einer neuen Methode zur Farbkonvertierung



Ball Wedge Wire Bonding mit Ultra Fine Pitch $< 50 \mu\text{m}$



4-Port-Messplatz zur HF-Charakterisierung gekoppelter Strukturen bei differentieller Anregung

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Entwickler hochkomplexer Systeme benötigen geeignete Entwurfsmethoden, die auf den charakteristischen Technologieparametern basieren. Mit Hilfe dieser Methoden werden z.B. drahtlose Sensorsysteme in unterschiedlichen Technologien für verschiedene Anwendungsbereiche entworfen und realisiert, um die Potentiale dieser neuartigen Technologien zu demonstrieren.

Technologieentwicklungen z.B. im Bereich Automotive betreffen die Kontaktierung von Leistungshalbleitern durch Dickdrähte oder -bändchen (0,1- 0,5 mm) in hybrider Bauweise auf modernen, leistungsfähigen PCB-Substraten. Ebenso wie Ultra Fine Pitch Anschlussstrukturen ($< 50 \mu\text{m}$) von ASIC- und Controller Chips werden diese auch in der Industrieelektronik eingesetzt.

Verfahrensentwicklungen beim Die-Bond-Löten ermöglichen porenfreie Verbindungen ohne Vakuum und ohne Flussmittel. Große Chipflächen, geringe Lotspalte, und höhere Einsatztemperaturen sind ebenso wichtige Randbedingungen, wie der Ersatz der bleireichen HT-Lote durch zinnreiche Lotvarianten für die Massenfertigung.

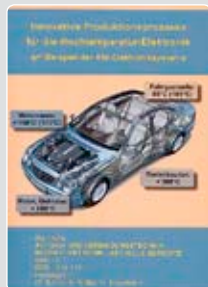
Hochzuverlässige leistungselektronische Systeme werden basierend auf eingeführten und neuartigen Aufbautechnologien entworfen, realisiert und charakterisiert. Die Bewertung und Sicherstellung der elektromagnetischen Zuverlässigkeit bereits im Entwurfsstadium stellt einen wichtigen Schwerpunkt der Arbeiten dar.

Der hochpräzise Systemaufbau in der Optoelektronik, HF-Technik und bei Mikrosystem-Produkten ist gekennzeichnet durch den Einsatz von Au/Sn- oder Niedertemperaturloten, sowie von Hochleistungsklebstoffen. Flip Chip Löt- und Thermokompressions-Technologien, aber auch Stud- und Ribbon-Bonding werden für die elektrische Kontaktierung von hochkomplexen und 3D-Systemen eingesetzt und qualifiziert. Die Abteilung P2SA entwickelt hier neue Methoden des effizienten HF-Entwurfs zur Charakterisierung und Analyse von System Packages (z.B. SiP, MCM), Schaltungsträgern, ihrer Substrattechnologien und integrierten Komponenten.

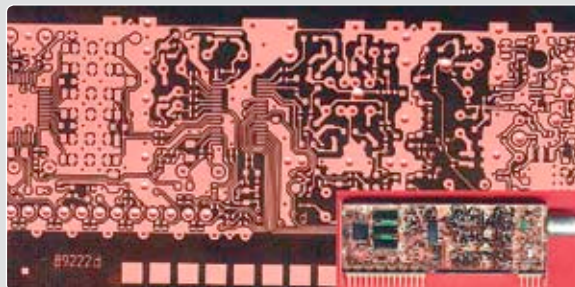
Zur Realisierung hochbitratiger optischer Signalwege sind polymere Wellenleiter verfügbar. Im Fokus steht u.a. die Realisierung einer zuverlässigen Signalaus- und -einkopplung. Eingesetzte Strukturierungstechnologien sind das Heißprägen und das Laserdirekt-schreiben. Die Dämpfung und die Zuverlässigkeit der polymeren Wellenleiter erfüllen industrielle Anforderungen. Kürzlich wurden erfolgreich Wellenleiter durch Ionenaustausch in Displayglas realisiert, womit eine neue Generation elektro-optischer Packages und Baugruppenträger möglich wird.

Aufbautechnische und funktionsorientierte Simulationen und Messtechniken ermöglichen für alle Prozessstufen eine optimale Anpassung an die Anwendung.

Baugruppentechologie und Verbindungstechniken



"Aufbau- und Verbindungstechnik in der Elektronik" (Hg: W. Scheel, K. Wittke und M. Nowotnick)



Zweiseitig durchkontaktierte Leiterplatte / Baugruppe auf Basis nachwachsender Rohstoffe

KOMPETENZEN

- Hochtemperatur-Lötverbindungen
- Nanoskaliert strukturierte Oberflächen
- Lotwerkstoffe
- Innovative Lötverfahren
- Chemische Beschichtung
- Biomimetischer Schichtaufbau
- Prüfung und Qualifikation von Elektronikbaugruppen

» KURZBESCHREIBUNG

Die Abteilung Baugruppentechologie und Verbindungstechniken orientiert ihre Forschungs- und Entwicklungsaufgaben zur Werkstoff-, Verfahrens- und Geräteentwicklung an den Problemen, die aus der Systemintegration abgeleitet werden. Daraus ergeben sich die folgenden Arbeitsschwerpunkte:

- Herstellung funktioneller Oberflächenschichten durch stromlose, biomimetische und galvanische Abscheidung von Metallen auf Dielektrika, Halbleitern und Metallen
- Aufbau- und Verbindungstechnik für thermomechanisch hochbeanspruchte Elektronikbaugruppen
- Oberflächenmontage - Prozessentwicklung und Qualitätssicherung
- Verdrahtungsträger aus nachwachsenden Rohstoffen

Darüber hinaus betreibt die Abteilung ein Qualifikations- und Prüflabor (QPZ) für elektronische Baugruppen in Berlin und ein Demonstrationszentrum für Aufbau- und Verbindungstechnik (ZVE) in Oberpfaffenhofen bei München.

» TRENDS

Die treibende Kraft für die stetige Veränderung elektronischer Baugruppen war und ist die kontinuierliche Innovation in der Halbleiterindustrie. Elektronische Produkte der nächsten Dekade sind darüber hinaus durch Multifunktionalität, d. h. durch Verarbeitungsfunktionen verschiedener physikalischer Wirkprinzipien, charakterisiert.

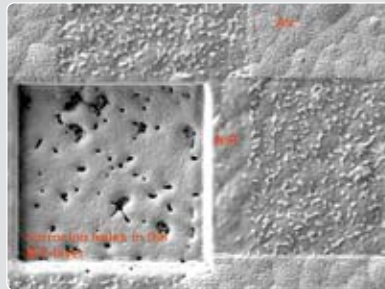
Im Vordergrund steht die Systemintegration mikrosystemtechnischer Komponenten. Die elektronische Baugruppe wandelt sich dabei zu einer Systemplattform. Der gegenwärtige Verdrahtungsträger (Leiterplatte) für die elektronische Baugruppe besitzt folgende Nachteile:

- Die Integration aller Funktionsanforderungen in einen uniformen Träger ist nicht optimal möglich
- Durch gegenseitige Beeinflussung wird die Zuverlässigkeit begrenzt
- Die eingesetzten Materialien sind nicht entsprechend den funktionellen Erfordernissen auslegbar

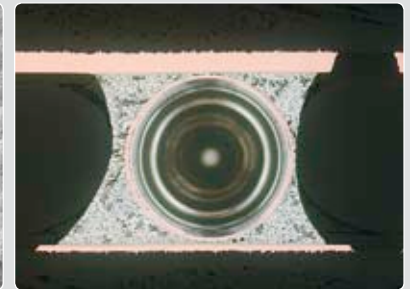
Die Konsequenz daraus ist, dass komplexe Baugruppensaltungen nicht mehr allein aus einem Material aufgebaut werden können die Leiterplatte muss funktionsangepasst, werkstoffseitig modular werden.

HIGHLIGHTS

- Zuverlässigkeit bleifreier Oberflächenmetallisierungen
- Polymerkugel für höhere Zuverlässigkeit bei BGA-Verbindungen
- Band 2 der Buchreihe "Aufbau- und Verbindungstechnik in der Elektronik – aktuelle Berichte", herausgegeben von W. Scheel, K. Wittke und M. Nowotnick



FIB-Flächenätzung in chemisch NiP/Au zur Darstellung von Schichtübergängen und Ni-Korrosion durch erhöhten Stabilisatorgehalt



Lötverbindung mit höherem Stand-Off durch Polymerkugel und ausreichendes Lotangebot

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Zuverlässigkeit bleifreier Oberflächenmetallisierungen |

Nasschemische außenstromlose Metallisierungssysteme wurden und werden in verschiedenen Forschungsarbeiten der Abteilung thematisiert. Sie werden zunehmend als Oberflächenfinish von Baugruppen für den Fine Pitch-Bereich angewendet. Wichtigster Vorteil ist die layoutunabhängige Beschichtungstechnik verbunden mit ausgezeichneter Koplanarität der Anschlussflächen. Für die bleifreie Aufbau- und Verbindungstechnik ist zusätzlich eine hohe Temperatur- und Langzeitstabilität der Oberflächen erforderlich.

Unter diesem Aspekt werden vor allem zuverlässigkeitsrelevante Faktoren der Metallisierungssysteme chemisch Zinn und chemisch NiP/Au untersucht. Zur Darstellung der Einflussfaktoren kommen hochauflösende Untersuchungsmethoden wie Feldemissions-Rasterelektronenmikroskopie in Verbindung mit Focused Ion Beam Präparation (FIB) zur Anwendung. Mit diesen Methoden wird eine detaillierte Darstellung von Schichtaufbau und Schichtfehlern in Abhängigkeit von den Prozessparametern möglich. Zuverlässigkeitsrelevante Faktoren und Prozessempfehlungen für die nasschemische außenstromlose Metallisierung werden in Form eines Handbuches zusammengefasst.

Polymerkugeln für höhere

Zuverlässigkeit bei BGA-Verbindungen |

Im Rahmen des Projektes „Stressarmes Fügen von Polymerformkörpern für HT-Anwendungen bis 200°C“ wurden Polymerkugeln entwickelt, die für den Aufbau von Array-Verbindungen gut geeignet sind. Ziel war die Substitution der üblichen Vollotkugeln durch metallisierte Polymerkugeln, um eine höhere Zuverlässigkeit für solche Lötverbindungen insbesondere für hohe Einsatztemperaturen zu realisieren. Nachdem zunächst die Auswahl geeigneter thermisch, chemisch und mechanisch stabiler Polymere und der zum Lötten erforderlichen Metallisierung der Polymerkugeln erfolgte, wurden Versuchsmodule entwickelt, die eine Prüfung der Zuverlässigkeit ermöglichen. Die Verarbeitung der Polymerkugeln ist dabei mit Standardprozessen problemlos möglich. Sowohl die Dicke der Metallisierung als auch die angebotene Lotmenge haben entscheidenden Einfluss auf die Zuverlässigkeit der Lötverbindung. So wurden bei einer dünnen Metallisierung, die die Verformung und damit den Ausgleich der Ausdehnungsunterschiede durch die Polymerkugel nicht behindert, und einem gleichzeitig hohem Angebot an Lot sehr gute Zuverlässigkeitswerte erreicht. Durch die formstabilen Polymerkugeln können ein konkaver Lotmeniskus sowie ein erhöhter Stand-Off gewährleistet werden, was sich positiv auf die Zuverlässigkeit auswirkt.

Polytronische Systeme



Mobiler elektrostatischer Träger mit gedünntem Wafer



Fertigung polymerelektronischer Schaltkreise von Rolle zu Rolle

KOMPETENZEN

- Polymerelektronik und MEMS
- Ultra dünnes Silizium
- Aufbau und Verbindungstechniken für dünne Chips und Mikrokomponenten
- Hybrid Integration
- Rolle zu Rolle Anwendungszentrum für flexible Elektronik
- Biosensoren

» KURZBESCHREIBUNG

Die Abteilung Polytronische Systeme entwickelt Komponenten und Heterointegrationstechnologien für die Herstellung kostengünstiger flexibler Systeme, von der Niedrigpreis-Einmalelektronik bis zu Anwendungen im Bereich höchstfunktioneller Kommunikationselektronik.

Herstellungsprozesse für dünne flexible Silizium-Substrate zwischen unter 10 μm und 30 μm wurden als integrierte Prozesse von Dünnungs-, Handhabungs- und Vereinzelungsprozessen entwickelt, welche auf alle Substratdicken anwendbar sind.

Hybridintegration von Elektronik in dünne Substrate wie Papier oder Plastik unterstützt Firmen in den Anwendungsbereichen von z.B. der elektronischen Produktüberwachung bis zum elektronischen Siegel in Sicherheitspapier, zu multi-funktionalen Smart Card und durch Kombination mit anderen Komponenten wie Sensoren und Batterien bis in den Bereich der Mikrosysteme (z.B. Einmal-Medizinprodukte, Lab-on-Chip, und Plastik-MEMS sowie Bioanalysensystemen). Die Entwicklung von ICs auf der Basis von organischen Halbleitern mit Rolle zu Rolle low cost Prozessen bietet die Möglichkeit, einfache elektronische Funktionen auf flexiblen Plastikfolien zu integrieren. Einzigartig ist hierbei das Rolle zu Rolle Anwendungszentrum zur Entwicklung und Herstellung von flexiblen Systemen, welches mit industriellen Produktionsmaschinen ausgestattet ist.

» TRENDS

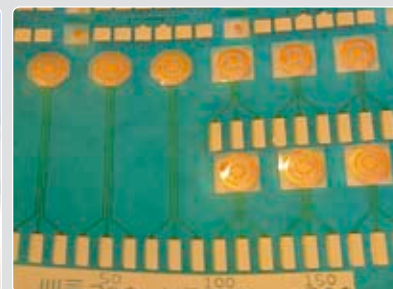
Die weitere Entwicklung von innovativen Handhabungstechniken für sehr dünne Halbleiter-Bauelemente wird es in Zukunft ermöglichen, ultra-dünne Schichten aus verschiedenen Halbleitermaterialien in einem multifunktionalen elektronischen System zu integrieren. So könnten etwa durch die Kombination von wenigen Mikrometer dünnen Schichten aus Silizium, Galliumarsenid und optisch aktiven Halbleiterebenen extrem miniaturisierte Elektroniken mit großer Rechenleistung und sehr hohen Datenübertragungsraten realisiert werden. Autarke Sensornetze in Kombination mit der RFID-Technologie führen zu neuen Anwendungen in der Logistik, Prozess- und Medizintechnik. Die Technologien zur kostengünstigen Umsetzung dieser Anwendungen reichen von ultradünnen Siliziumchips bis hin zu polymerelektronischen Schichtsystemen. Die Kombination RFID und Sensorik sowie der flexiblen Elektronik sind hierbei Schwerpunkte des Rolle zu Rolle Anwendungszentrums. Die Fortentwicklung dieser Technologien bis hin zu kostengünstigen Mikrosystemen z.B. für den Einmalgebrauch sind angesichts der rapiden technischen Fortschritte z. B. in den Life Sciences von hohem Interesse. Neue am IZM verfolgte Ansätze in der Gesundheits-, Umwelt- oder Prozessüberwachung basieren auf der Entwicklung voll integrierter, hochfunktioneller polymerbasierter (Bio-) Sensorsysteme.

HIGHLIGHTS

- Flexible polymere Ring-Oszillator-Schaltung
- Zuverlässigkeitsuntersuchungen von polymeren Bauelementen
- Wafer-Dünnungsprozess für leistungsstarke IR-Sensoren
- Immunodetektor für 10 Parameter
- DNA-Hybridisierungseinheit in Kunststoff



10-Kanal Immunodetektor für Vor-Ort Messungen



Elektro-chemische Elektroden auf Kunststoffolie

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Polymere integrierte Schaltkreise |

Die Integration elektronischer Schaltkreise auf der Basis polymerer Halbleiter ist aus Kostengründen stark mit der Entwicklung inliniefähiger Fertigungsverfahren verbunden. Hierfür hat das IZM einen Fertigungsprozess entwickelt, der eine hochauflösende Photolithographie mit kostengünstigen Druckverfahren kombiniert. Mit Hilfe dieses Rolle-zu-Rolle-Verfahrens können polymere Schaltkreise ohne weitere Aufbausritte allein durch Schicht- und Strukturierungstechniken auf Folien realisiert werden. Der Funktionsnachweis für derartige Systeme wurde mit Ringoszillatorschaltungen geführt, bei denen 7 Inverterstufen aus 14 Dünnschichttransistoren ringförmig zusammengeschaltet werden. Die sich am Ausgangssignal einstellende Oszillation bestätigt die Möglichkeit zur Integration digitaler Logikschaltungen, ist aber auch ein erster Test für die Prozessfähigkeit der Fertigungstechnologie. Diese digitalen Schaltkreise bilden die Grundlage für eine komplexere direkte Integration elektronischer Funktionen in Folien. Die Rolle-zu-Rolle-Fertigung bietet darüber hinaus das Potenzial für die weitergehende kostengünstige Systemintegration mit sensorischen, fluidischen und optischen Komponenten und stellt damit eine zentrale Technologieplattform für die Herstellung ubiquitärer Systeme dar. Das Potenzial dieser Thematik wurde mit der Entwicklung von elektrischen und integriert optischen Sensorstrukturen auf flexiblen Substraten demonstriert.

Parallelisierte Bioanalyzesysteme |

Die simultane Bestimmung mehrerer Parameter gewinnt in der Bioanalytik zunehmend an Bedeutung. Mit der am IZM für die Infektionsserologie entwickelten BioChip-Technologie lassen sich komplexe Krankheitsbilder mit einem einzigen Test erfassen. Das System besteht aus der BioChip-Kartusche, mit BioChip und integriertem Mikrofluidiksystem, einer 5-fach Fluidikstation zur Assayprozessierung sowie einem Fluoreszenz-Reader, in dem die prozessierten BioChip-Kartuschen ausgewertet werden. Für die molekularbiologische Diagnostik wurde mit der Entwicklung eines Multiplex-PCR-Durchflusssystems in Kunststoff mit integrierter amperometrischer Readereinheit begonnen. Während in der Diagnostik eine hohe Parallelität gefordert ist, wird z. B. in der Umweltüberwachung vor allem eine maximale Sensitivität angestrebt. Am IZM wurde ein vollautomatisierter 10-Kanal-Immunodetektor für den Einsatz vor Ort entwickelt, der den hoch sensitiven Schnelldiagnose nachweis von bis zu 10 unterschiedlichen biologischen Agenzien in einer wässrigen Probe erlaubt.

Mikro-Mechatronische Systeme



Mini-Roboter als Rapid Prototyping 3D MID-Modul



Intelligentes Kugellager

KOMPETENZEN

- 3D-Entwurf
- Elektrische, mechanische, thermische und Fließ-Simulation
- Rapid Prototyping (Stereolithographie, Vakuumverguss)
- 3D-Mikromontage und Mikrosystemaufbau
- Verkapselung (Transfermolding, Spritzguss, Hotmelt ...)
- Zuverlässigkeitstests
- Analytik (Ultraschallmikroskopie, 3D-Röntgeninspektion)

» KURZBESCHREIBUNG

Die Abteilung Mikro-Mechatronische Systeme entwickelt Technologien für Systeme, welche mechanische, optische, elektrische, chemische und Software-Funktionalität enthalten. Mechatronic Assembly Technology ist der Schlüssel zu mechatronischen Hochleistungsprodukten. Zukunftsweisende Forschung wird 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 dreidimensionalen 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 des Fraunhofer IZM ist eingebettet in die Abteilung Mikro-Mechatronische Systeme und repräsentiert eine synergetische Zusammenarbeit zwischen industriellen Partnern und anerkannten IZM Fachleuten, um den Bedarf kleiner und mittlerer Unternehmen sowie großer Firmen an technologischer Unterstützung auf diesem Gebiet zu decken.

» TRENDS

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

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

Kernthemen der Zukunft sind:

- Prozesssimulation und Mehr-Körper-Simulationstechniken
- extreme Miniaturisierung
- Rapid Prototyping und Rapid Production
- Anpassung neuer Verbindungsmöglichkeiten: elektrisch, mechanisch, flüssig, optisch und drahtlos
- 3D Assembly und mechatronische Verkapselung
- Design for Reliability

HIGHLIGHTS

Geschlossene Entwurfskette und Rapid-Prototyping für intelligente μ -mechatronische 3D-MID Systeme

Am Mikro-Mechatronik Zentrum des IZM wurde ein Verfahren entwickelt, das es erlaubt mit einer geschlossenen Entwurfskette, kostengünstig und in kurzer Zeit Prototypen für mechatronische Baugruppen und Systeme in 3D-MID Technologie herzustellen.

Anhand eines intelligenten Laufroboters wurde die Funktionalität dieses Verfahrens verifiziert.

Je nach Einsatz von komplexen Sensoren, innovativer Aktorik und ausgeklügelter Informationstechnik ist es so möglich, mechatronische Produkte in immer weiteren Bereichen des Lebens einzusetzen.



Intelligente Verschlusskappe

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Die Prozesskontrolle durch Werkzeug-Innendruck-Messung im Projekt MicroSym | Im Rahmen des Projekts MikroSym der Bayerischen Forschungsstiftung wurden Overmold-Versuche mit druckempfindlichen elektronischen Komponenten durchgeführt. Hierzu wurde vom MMZ ein Testwerkzeug entworfen, das für das Molden von Substraten im Map Type-Verfahren ausgelegt ist. In die Werkzeugkavität des Top Molds wurde ein Innendruck-Sensor integriert. Damit lässt sich der beim Molding-Prozess auftretende Druck in der Kavität messen und über eine Druckverlaufskurve darstellen. Der Einsatz der Werkzeug-Innendruck-Messung ermöglicht eine verbesserte Prozesskontrolle.

Neues Verfahren für Rapid-Modelle | Das Multi-Jet Modeling (MJM) ist neben der Stereolithographie am Standort Oberpfaffenhofen ein weiteres generatives Fertigungsverfahren aus dem Bereich der Rapid Prototyping Technologien und ermöglicht die Herstellung von Mustern, Prototypen und Werkstücken aus formlosem Material ohne den Einsatz von speziellen Werkzeugen. Der Auftrag von Materialien definierter Eigenschaften erfolgt mit Hilfe eines Druckkopfes über eine Vielzahl von Einzeldüsen. Hochwertige Modelle für detailgetreue Urformen können so kosteneffektiv und binnen kürzester Zeit für Folgeprozesse bereitgestellt werden. Darüber hinaus können mehrteilige Objekte, z.B. Getriebe-studien, in einem einzigen Druckvorgang gefertigt

werden und stehen nach dem Abschmelzvorgang eines Stützenmaterials beweglich zur Verfügung. Zukünftig wird es möglich sein, Objekte zu fertigen, die über das Stadium eines Anschauungsmusters hinaus als funktionelle Prototypen eingesetzt werden können. Dazu erfolgt der Aufbau dreidimensionaler Strukturen parallel zur Einbettung funktioneller Komponenten und erzeugt um diese eine definiert strukturierte Matrix, wobei simultan mehrere Materialien zum Einsatz kommen werden, die beispielsweise die Leitung des elektrischen Stromes oder die Abfuhr von Wärme bewerkstelligen.

Bayerisches Kompetenznetzwerk für Mechatronik und Mechatronic.net. e.V | Mit über 30 Mio EURO wurde durch die „High-tech Offensive Zukunft Bayern“ in den Jahren 2000 – 2005 das Projekt „Bayerisches Kompetenznetzwerk Mechatronik“ gefördert. Die beteiligten Industriepartner kommen unter anderem aus den Bereichen Automobil, Robotik, Automatisierungstechnik und Medizintechnik. Im Rahmen dieser Initiative wurde auch das Mikro-Mechatronik Zentrum in Oberpfaffenhofen eingerichtet. Zur Ausstattung gehören Rapid Prototyping Technologien, 3D-Montagetechnik, Verkapselungstechnologie und Zuverlässigkeitsanalytik. Unter anderem wurden Leichtbauroboter, intelligente Pixelscheinwerfer, Türmodule, und haptische Displays entwickelt. Die Weiterführung der Kernaktivitäten wird im neu gegründeten „mechatronic.net e.V.“ vorangetrieben.



KERNKOMPETENZEN
*WAFER LEVEL INTEGRATION



» WAFER LEVEL INTEGRATION

SILIZIUMTECHNOLOGIE

048 - 049 UND VERTIKALE SYSTEMINTEGRATION

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

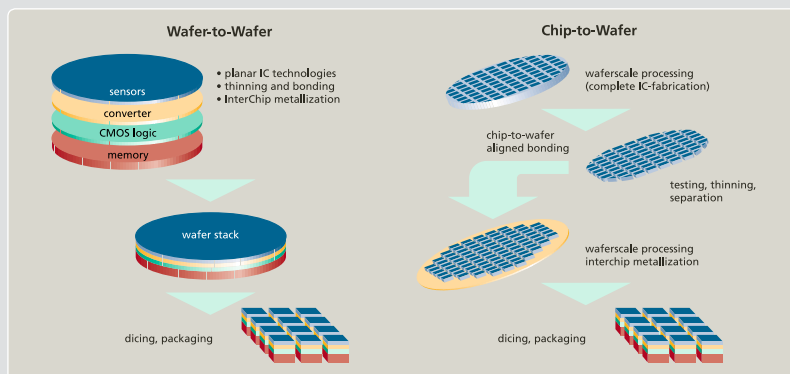
050 - 051 MICRO DEVICES AND EQUIPMENT

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

052 - 053 HIGH DENSITY INTERCONNECT AND WAFER LEVEL PACKAGING

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

Siliziumtechnologie und Vertikale Systemintegration



Vertical System Integration - VSI®

KOMPETENZEN

Forschungsgruppen

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

Kompetenzen

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

F&E-Technologielinie

- 200mm CMOS-Prozesstechnik

» KURZBESCHREIBUNG

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

Die vertikale Systemintegration verwendet fertigungsprozessierte Halbleitersubstrate und generiert mittels kostengünstiger Backend-Prozesse neue mikroelektronische 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.

Für CMOS Anwendungen wird dabei auf eine relaxierte SiGe-Pufferschicht (ein sogenanntes virtuelles Substrat) eine bis zu 20 nm dicke verspannte Siliziumschicht (strained Silicon – sSi) abgeschieden. Die Performance der in diese Schicht integrierten Transistoren wird durch die erhöhte Beweglichkeit der Ladungsträger deutlich verbessert. Für optische Anwendungen im IR-Bereich bis zu 1310 nm, einer Wellenlänge die z.B. in der Telekommunikation für Langstreckenübertragungen genutzt wird, können bisher verwendete Technologien mit III-V Halbleitern durch die Einführung von SiGe-Technologien, die einen hohen Germaniumanteil verwenden, ersetzt werden. So können z.B. kostengünstige Si-integrierte optische Empfängermodule realisiert werden.

Ein neues Aufgabengebiet der Abteilung ist die Entwicklung von Si-Technologien für HF-taugliche Passiv-Bauelemente, wobei sowohl die Si-basierten aktiven als auch neu entwickelte passive mikroelektronische Komponenten kostengünstig in ein System integrierbar sein sollen. Sowohl mittelständische Unternehmen, die Komponenten im Bereich Hochfrequenztechnik entwickeln und vertreiben, als auch Halbleiterhersteller von innovativen diskreten Bauelementen können jederzeit ihre Applikationsanforderungen in unsere Entwicklungsarbeiten einbringen.

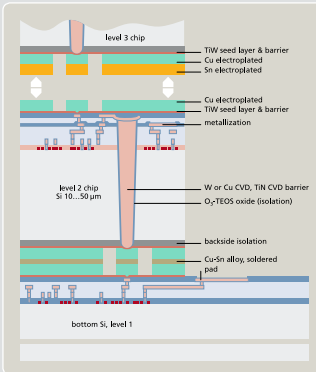


Fig. 1: Schematische Darstellung des Aufbaus von 3D-integrierten Bauelementen in Chip-to-Wafer Technologie (ICV-SLID)

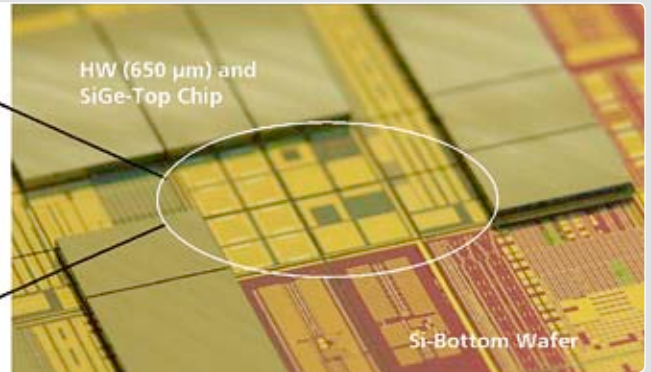
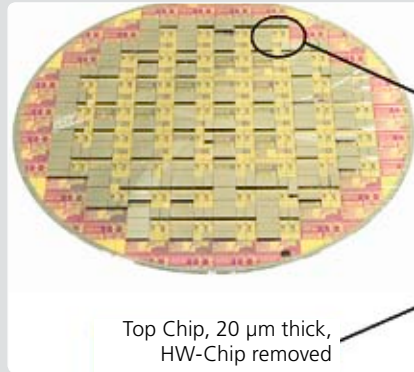


Fig. 2: ICV-SLID Technologie (Chip-to-Wafer); Erste Vertikale Systemintegration von sSi/SiGe- und Standard Si CMOS-Bauelementen

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Vertikale Systemintegration VSI® |

Das Spektrum der 3D-Integration wurde über Scheibenstapeltechniken hinaus durch Chip-to-Wafer-Technologien erweitert. Treibende Kraft ist hier neben Ausbeuteaspekten vor allem die zunehmende Notwendigkeit der Systemintegration von Chips unterschiedlicher Fläche. Die sogenannte ICV-SLID-Technologie (InterChip Via / Solid Liquid Inter Diffusion) des IZM beruht auf dem justierten SLID-Löten von gedünnten, vertikal metallisierten Bauelementesubstraten.

Fig. 1 zeigt schematisch den Querschnitt durch eine 3D-integrierte Schaltung mit einem Cu/Sn-Schichtsystem als mechanische und elektrische Verbindung. Gedünnte Siliziumsubstrate mit Dicken bis herab zu 20 µm können bei der Bearbeitung nur noch mittels temporärer Hilfssubstrate gehandhabt werden. Für den Verbindungsprozess werden auf der Rückseite des gedünnten Wafers und der Vorderseite des Zielwafers korrespondierende Strukturen in Kupfer und Zinn benötigt. Nach optisch justiertem Zusammenfügen und Verlöten kann der Hilfswafer (HW) wieder entfernt werden.

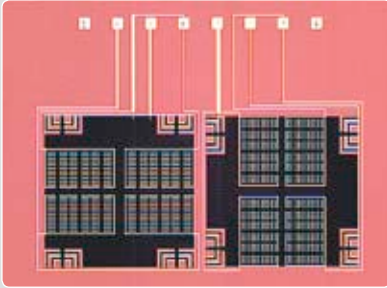
Mit der oben beschriebenen ICV-SLID Technologie wurden erstmals CMOS-Bauelemente in verspannten Siliziumschichten (Top Chips) mit Standard CMOS-Bauelementen (Bottom Wafer) mittels VSI® 3D-integriert.

Fig. 2 zeigt die vertikal integrierten Bauelemente als Chip-to-Wafer Stapel.

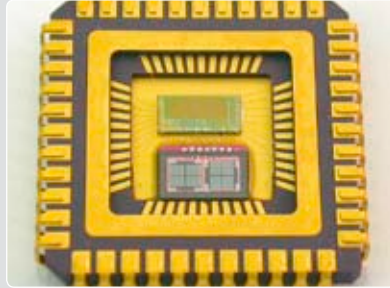
Si/SiGe-Schichtsysteme |

Teststrukturen, die zur Bewertung von in CVD-Verfahren epitaktisch auf Standardsiliziumwafern gewachsenen Si/SiGe-Schichten dienen, wurden in der 200 mm F&E-Linie des IZM, Institutsteil München, realisiert und auf Waferlevel elektrisch charakterisiert. Anhand von Einzeltransistoren und CMOS-Schaltungseinheiten - wie z.B. einer Ringoszillatorschaltung - konnten sowohl eine um bis zu 85 % erhöhte Beweglichkeit der Ladungsträger in auf stress-relaxierten SiGe-Pufferschichten gewachsenen verspannten Siliziumschichten, als auch eine erhöhte Systemperformance von bis zu 25 % jeweils im Vergleich zu epitaktisch gewachsenen Siliziumschichten nachgewiesen werden. Durch die Integration von PIN-Dioden in die SiGe-Pufferschichten mit einem typischen Germaniumgehalt von 24 % wurde eine gegenüber Silizium 80fach erhöhte Photoempfindlichkeit bei einer für Telekommunikationsanwendungen relevanten Wellenlänge von 1310 nm gemessen. Ein niedriger Dunkelstrom der SiGe-PIN Diode weist dabei auf sehr gute Kristallqualität der SiGe-Schicht hin. Eine kostengünstige monolithische Integration von im nahen Infrarotbereich arbeitenden photonischen Systemen ist somit möglich. Die physikalische Analyse von Si/SiGe-Schichtsystemen mit Hilfe von inline Spektralellipsometrie und hochauflösenden XRD- und XRR-Messungen ist gut etabliert und wird als Dienstleistung angeboten.

Micro Devices and Equipment



Neigesensorelemente gefertigt in Mikrosystemtechnik



Beschleunigungssensor für geringe Beschleunigungen (1-2 g), hergestellt in Mikrosystemtechnik

KOMPETENZEN

- MEMS Entwurf und Modellierung
- Entwicklung von MEMS
- Technologieentwicklung
- Prozess- und Equipment-Simulation
- Metallisierung für höchstintegrierte Schaltungen (Backend-of-Line BEOL)
- Zuverlässigkeit und Charakterisierung von Mikro- und Nanosystemen

» KURZBESCHREIBUNG

Die Abteilung Micro Devices and Equipment in Chemnitz, Sachsen beschäftigt sich mit dem Entwurf und der Entwicklung von Mikro-Elektro-Mechanischen-Systemen (MEMS), und mit den Technologien und Anlagen, die zur Herstellung von MEMS erforderlich sind. Die vier Gruppen der Abteilung bündeln die wissenschaftlichen Kernkompetenzen.

MEMS-Entwurf und Modellierung |

Low-level Systemsimulationen, Prozesssimulationen (Ätzsimulation, Dünnschicht-Stress-Analyse), Elementesimulationen basieren auf FDM, FEM oder BEM, Systemsimulationen unter Verwendung von VHDL-AMS

Entwicklung von Mikrosystemen |

Intelligente Sensoren und Aktoren, optische Komponenten und Analysegeräte, Test

Verfahrensentwicklung |

Dreidimensionale Strukturierung, Schichtabscheidung, Chip- und Waferbonden auch bei Temperaturen unterhalb 300°C, MEMS Packaging-Verfahren und das chemisch-mechanische Polieren von Si, SiO₂ und Cu

Prozess- und Equipmentsimulation |

Verbesserung von Abscheideraten, Schichthomogenität und Füllverhalten von Vias und Trenches durch Optimierung von Prozessbedingungen und Reaktor-design

Die Abteilung arbeitet eng mit dem Zentrum für Mikrotechnologie der TU Chemnitz zusammen

» TRENDS

Die intelligente Integration von Mikroelektronik, Sensorik, Aktorik und Energiequellen zu komplexen Systemen stehen im Fokus der Forschung der Abteilung. In nächster Zukunft werden neue Forschungsthemen die bisherigen Schwerpunkte um Backend-of-Line-Technologien der Mikroelektronik, Massendruckverfahren für low-cost Elektronikanwendungen und Untersuchung der Mikro- und Nanozuverlässigkeit für intelligente Systeme erweitern.

Backend-of-Line, BEOL |

- Spin-on Dielektrika, Air Gap – Strukturen und die Integration von low-k Dielektrika
- Kupfer-Metallisierungssysteme und Diffusionsbarrieren
- Untersuchung von Skalierungseffekten, Zuverlässigkeit, Modellierung und Simulation

Zuverlässigkeit |

- Zuverlässigkeit von MEMS/Mikrosystemen für Automobil- und IT-Anwendungen
- Thermomechanische Simulation und Zuverlässigkeit im Bereich Nanoelektronik

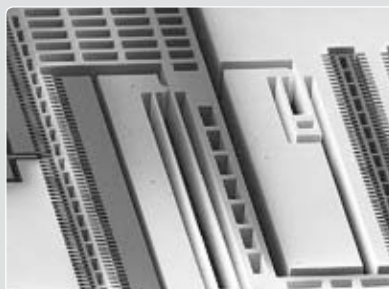
Massendruckverfahren für die Elektronik |

- Schaltungsentwurf & Simulation von organischer Elektronik
- Modelle und Parameterextraktion für Bauelemente
- Charakterisierung elektronischer Funktionsschichten und Bauelemente

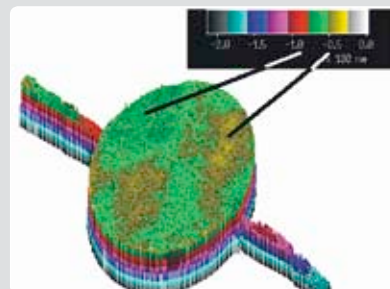
HIGHLIGHTS

Im letzten Jahr wurde am Fraunhofer IZM in Chemnitz in Zusammenarbeit mit dem ZfM der TU Chemnitz ein neues Ultraschallwandler-Array mit Hilfe von Mikrotechnologien entwickelt und hergestellt. Der kapazitiv arbeitende Wandler ist sowohl für Anwendungen in Wasser als auch an Luft geeignet.

Durch die Nutzung neuester Silizium-Technologien kann der US-Wandler zuverlässig, effizient und ebenso als Array gefertigt werden. Dieses Mikrosystem findet Einsatz in SONAR-Geräten, Robotersteuerung, Anti-Kollisionssystemen für Fahrzeuge und Ultraschalluntersuchungen in der Medizin.



Detailansicht eines gekoppelten Vibrationssensorsystems



Planarität der Spiegeloberfläche besser als ± 15 nm

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Vibrationssensorik |

Resonatoren zur Vibrationsmessung für Frequenzen unter 1 kHz benötigen entweder eine sehr große Chipfläche oder eine weiche Aufhängung. Ein neuartiges Funktionsprinzip setzt beide Bedingungen außer Kraft und ermöglicht eine resonante Auswertung auch bei niedrigen Frequenzen. Mit Hilfe einer elektrostatisch gekoppelten Mikrostruktur wird das niederfrequente mechanische Signal erfasst und anschließend in einen höheren Frequenzbereich transformiert, wo es dann frequenzselektiv ausgewertet wird. Die Messfrequenz wird durch Variation einer Referenzspannung eingestellt.

MEMS - Technologien |

Die Verkapselung von MEMS stellt allerdings eine neue Qualität der Herausforderung für Verkapselungsmethoden dar. Während die zu messenden Parameter von außen zugeführt werden müssen (z.B. Flüssigkeiten, Gase oder Licht), sollen unerwünschte Einflüsse abgeschirmt werden.

Der Einsatz von verschiedenen, vor allen Dingen auf Wafer Ebene durchgeführten Fügeverfahren (Waferbonden) des Fraunhofer IZM erlaubt es, fortschrittliche Technologien zur Verkapselung zu erforschen und weiterzuentwickeln. Diese Technologien werden zur Gehäusung von sowohl passiven Elementen wie Inertialsensoren oder Gassensoren als auch aktiven Elementen wie Mikrospiegeln und Druckköpfen angewandt.

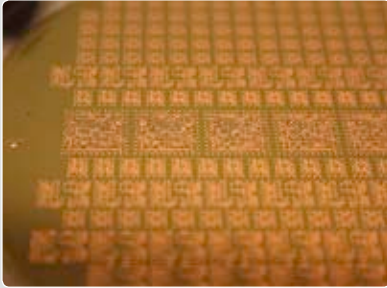
RF MEMS |

Der Einsatz von MEMS in Mikrowellenschaltungen als Ersatz für herkömmliche Halbleiterbauelemente kann einen entscheidenden Beitrag zur Optimierung hinsichtlich der DC-Verlustleistung und der Signaldämpfung leisten. Große Vorteile ergeben sich aus der Verwendung von MEMS Elementen beispielsweise für den Entwurf ziviler Radarsysteme, wie sie im Automotive-Bereich eingesetzt werden. Die aufwendige und fehleranfällige mechanische Schwenkung der Antennen kann durch elektronisch steuerbare Antennen, sogenannte Patch Array Antennas, ersetzt werden. Die dafür benötigten 360° - Phasenschieber können auf verschiedene Art und Weise mittels Mikrotechnologie hergestellt werden.

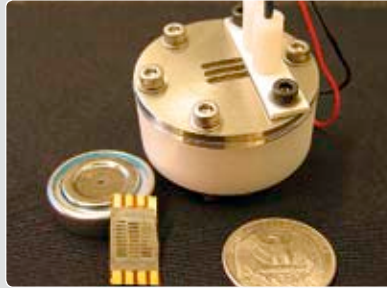
Wafer Level Test und Identifikation von Geometrie und Materialparametern |

Zum Test von MEMS-Laserscannern wurde ein Laserprojektionssystem mit XGA-Auflösung aufgebaut. Es beinhaltet zwei elektrostatische MEMS-Scanner, die den modulierten Laserstrahl so über die Projektionsfläche führen, dass Bilder mit 800 Bildzeilen und 60 Hz Bildwiederholrate entstehen. Das Laserprojektionssystem wird unmittelbar an den VGA-Ausgang eines Computers angeschlossen und erzeugt ausgesprochen helle und scharfe Bilder in der Größe 0,3 m x 0,2 m.

High Density Interconnect & Wafer Level Packaging



Integration gedünnter Chips (40 µm Dicke) integriert in eine Umverdrahtung



Wasserstoffentwicklungszelle, Mikrobrennstoffzelle und Testaufnahme des Brennstoffzellensystems

KOMPETENZEN

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

» KURZBESCHREIBUNG

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

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

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

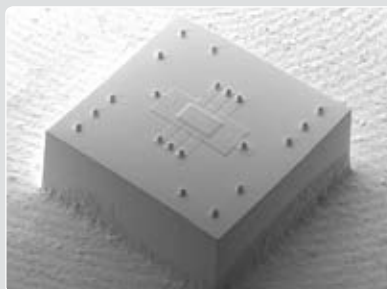
» TRENDS

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

HIGHLIGHT

Wafer Level Packaging eines MEMS HF-Schalters

Die Realisierung komplexer Mikrosysteme beinhaltet neben der Integration aktiver Halbleiter-Chips die Einbindung von 3D MEMS-Devices. Bisher werden diese Devices als Einzelkomponenten betrachtet und einzeln verkapselt. Zielstellung bei der Zusammenarbeit mit dem LETI war es, ein HF-MEMS-Device auf Waferebene zu bearbeiten und auf ein Substrat in FlipChip-Technik zu montieren. Als MEMS-Device diente der am LETI entwickelte mikromechanische HF-Schalter. Die Anschlusspads wurden unterhalb der auf Basis einer sacrificial Layer und einer Oxiddeposition hergestellten Abdeckung nach außen geführt und mit einer Flip Chip kompatiblen Metallisierung versehen. Der mikromechanische Schalter arbeitet im Vakuum.



MEMS-HF Schalter mit SnAg Lotbumps



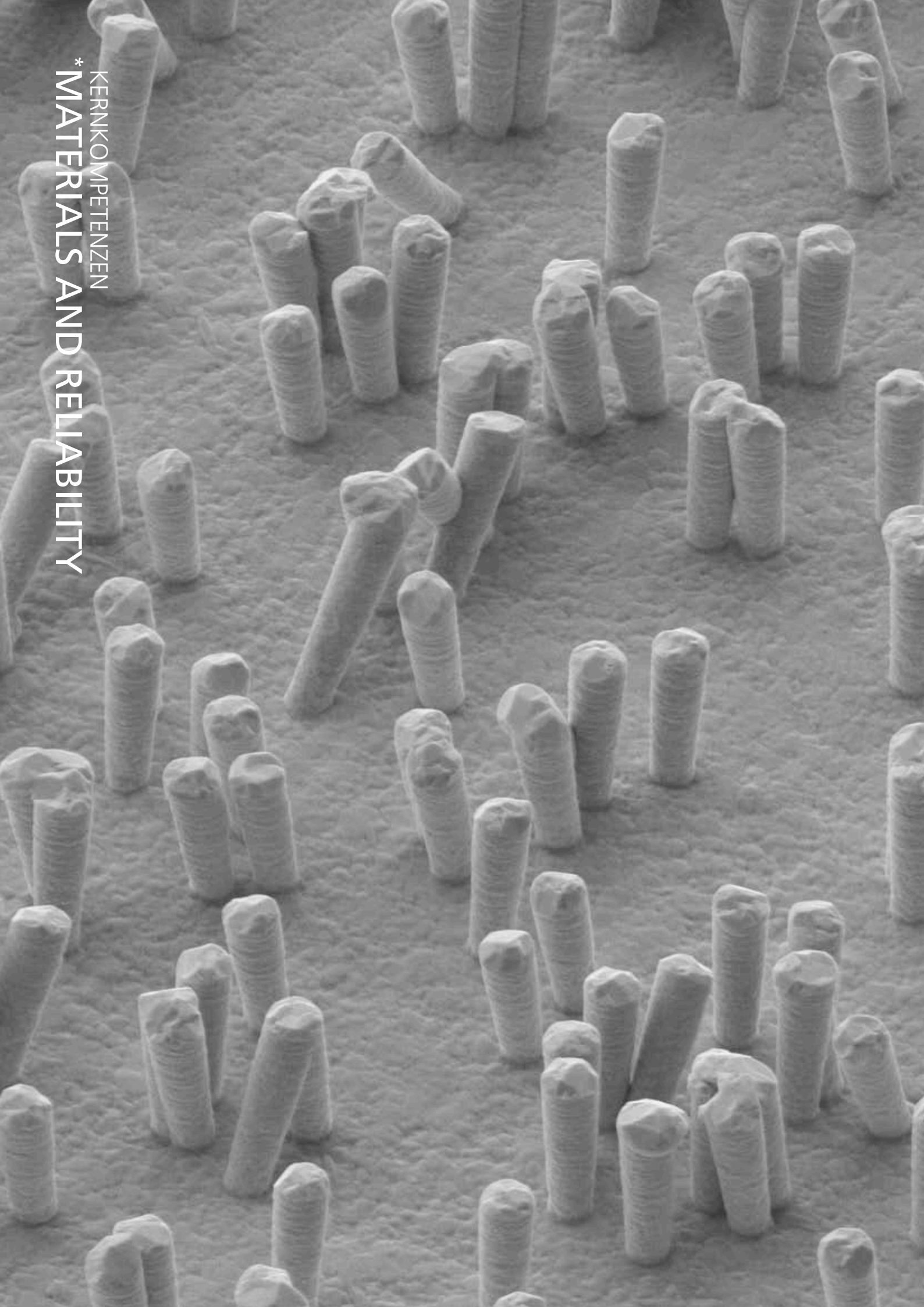
Schliff von TCI (SEM) (Chips 40 µm dünn)

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Face Up Integration gedünnter Chips (TCI) | Zukünftige mikroelektronische Produkte werden immer komplexer, wobei gleichzeitig die Miniaturisierung weiter fortschreiten wird. Wafer Level Packaging (WLP), bei dem die Aufbau- und Verbindungstechnik bis zur Montage auf dem Wafer durchgeführt wird, ermöglicht die IC-Montage auf der Leiterplatte ohne Zwischenträger. Die Integration von passiven Bauelementen wird der WLP-Technologie weitere Impulse verleihen.

Die höhere Verdrahtungsdichte der nächsten Systemgenerationen erfordert aber eine noch höhere Komplexität, die so ausgelegt werden muss, dass die Leistungsfähigkeit durch die Leiterplatte nicht verringert wird. System-In-Package ist eine solche Technologie, die dann kostengünstig eingesetzt werden kann, wenn bestehende WLP-Linien zur Produktion herangezogen werden können. Kombiniert mit der 3D-Integration können Chips gestapelt werden. Der Chip-on-Chip-Prozess basierend auf der FC-Montage benötigt hierzu einen umverdrahteten Basischip, auf den der zweite Chip durch Lotmontage kontaktiert wird. Um die FC-Montage zu umgehen, kann auch der zweite Chip in die Umverdrahtung integriert werden. Hierzu muss er auf etwa 40 µm gedünnt werden und auf den Basischip mit der aktiven Seite nach oben aufgeklebt werden. Dieser Ansatz ermöglicht eine hochfrequenztechnisch hervorragende elektrische Ankontaktierung.

Mikrobrennstoffzelle mit Wasserstoffentwicklungszelle | Eigentliches Ziel der Brennstoffzellenentwicklungen ist es, ein Gesamtsystem mit im Vergleich zu Batterien deutlich höherer Energiedichte herzustellen. Basierend auf der planaren PEM-Mikrobrennstoffzelle ist es gelungen, ein solches Gesamtsystem mit einem Volumen von nur wenigen Kubikzentimetern zu entwickeln. Außerdem gestattet die aus der Elektronikfertigung abgeleitete Herstellungstechnologie eine sehr kostengünstige Massenfertigung. Zur Wasserstoffherzeugung on demand wurde eine bereits jetzt erhältliche Gasentwicklungszelle verwendet. Durch die Kombination von H₂-Knopfzelle und Mikrobrennstoffzelle kann die Energiedichte der Zink-Luft-Batterien erreicht werden, bei gleichzeitig deutlich längerer Haltbarkeit. Dies ist möglich, da hier zwischen den chemisch aktiven Massen und der Umgebungsluft zwei Membranen angeordnet sind (die H₂-permeable Membran der Gasentwicklungszelle und die Membran der Brennstoffzelle). Das Eindringen von Wasserdampf und Sauerstoff in die Gasentwicklungszelle wird dadurch weitestgehend unterbunden. Diese hohe Energiedichte kann jetzt für viele Anwendungen nutzbar gemacht werden. Bereits mit dem jetzigen System ist nahezu eine Verdopplung der Energiedichte gegenüber Li-Polymerbatterien gleicher Größe erreicht worden.



KERNKOMPETENZEN
* MATERIALS AND RELIABILITY



Prof. Dr. M. Bauer

Prof. Dr. B. Michel

Dr. H. A. Gieser

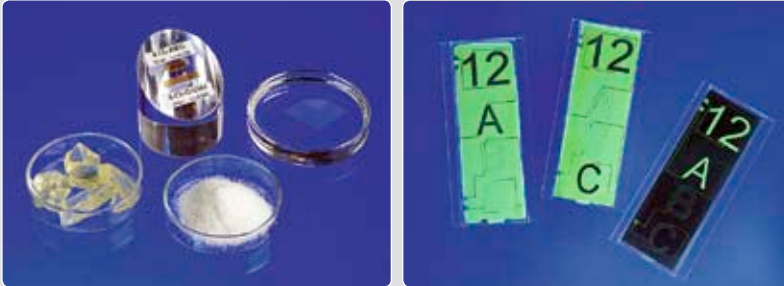
» MATERIALS AND RELIABILITY

056 - 057 **POLYMERMATERIALIEN UND COMPOSITE**
LEITUNG: Prof. Dr. M. Bauer | monika.bauer@epc.izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 33 28 / 3 30-2 84

058 - 059 **MICRO MATERIALS CENTER**
LEITUNG: Prof. Dr. B. Michel | bernd.michel@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-2 00

060 - 061 **ANALYSE UND TEST VON INTEGRIERTEN SYSTEMEN**
LEITUNG: Dr. H. A. Gieser | horst.gieser@izm-m.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 89 / 5 47 59-5 20

Polymermaterialien und Composite



Bistabiles Display

KOMPETENZEN

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

» KURZBESCHREIBUNG

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

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

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

Das IZM Teltow verfügt im Bereich der Kernkompetenzen über Schlüsselpatente.

» TRENDS

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

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

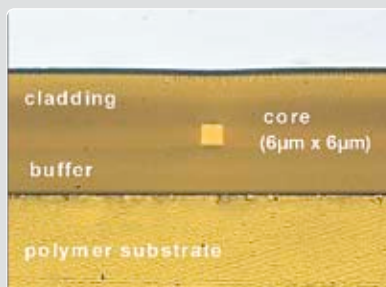
Vollpolymerdesign für athermische Arrayed-Waveguide-Gratings und gedruckte Schaltungen u.v.a.m. ist eine weitere Zielrichtung des IZM Teltow.

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

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

HIGHLIGHTS

- Patentierung zweier neuer Polymerklassen (Triazinacrylate und PFCB-Triazin-Copolymere)
- Optische Dämpfung < 0.3 dB @1550 nm
- Hoher Brechzahlkontrast (0.020), daraus resultierende Miniaturisierung der integrierten optischen Bauelemente und Erhöhung der Ausbeute



Polymervellenleiter auf Polymersubstrat



Polymerbasierte Wellenleitermaterialien und Substrate

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Hochleistungspolymere für integrierte optische Bauelemente |

In enger langjähriger Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, Berlin, werden Optikpolymere als Wellenleitermaterialien für photonische Netzwerke entwickelt.

Beginnend mit der Synthese der Monomere und Polymere, über die Verarbeitung, Charakterisierung und das Design der integrierten optischen Bauelemente, bis hin zu funktionsfähigen Prototypen integrierter optische Bauteile, wird die gesamte Entwicklungskette von den Wissenschaftlern, Technikern und Ingenieuren der beiden Institute abgedeckt.

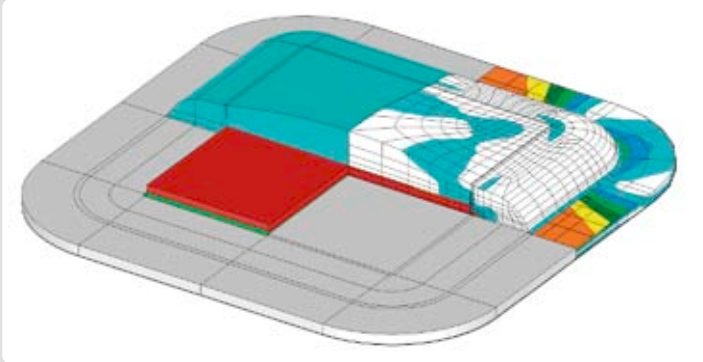
Aufgrund der umfangreichen Erfahrung auf dem Gebiet der Optikpolymerentwicklung steht ein großer Pool von Materialien zur Verfügung, um – gegebenenfalls durch weitere Modifikation – die individuellen Anforderungen optischer und lichtleitender Applikationen zu erfüllen.

Je nach Anwendung werden unterschiedliche Polymerklassen eingesetzt. So kommen im infraroten Wellenlängenbereich (speziell bei 1300 und 1550 nm) hochfluorierte Systeme zum Einsatz, während im sichtbaren Bereich (400 – 800 nm) mit preiswerten fluorfreien Polymeren gearbeitet wird.

Im Jahr 2005 wurden zwei neue Polymerklassen für optische Anwendungen zum Patent angemeldet: Die Klasse der Triazinacrylate, die optische Dämpfungswerte < 0.4 dB/cm @1550 nm erreichen und die auch elektronenstrahlenvernetzbar sind. Die zweite Klasse sind die in Kooperation mit Prof. D.W. Smith, Clemson University, SC, USA entwickelten triazinhaltigen Perfluoro-cyclobutan (PFCB) -Polymere mit Dämpfungswerten < 0.3 dB/cm @ 1550 nm und Brechungsindexkontrasten bis zu 0.020. Aufgrund der guten optischen Eigenschaften und der hohen Indexkontraste konnte die Größe verschiedener Bauteile auf die eines Streichholzes reduziert werden. Dies bedeutet eine Erhöhung der Anzahl der Bauteile sowie der Ausbeute pro Wafer.

Für spezielle optische Bauteile (wie Arrayed Waveguide Gratings, AWGs) wurden angepaßte Polymersubstrate entwickelt, um so die Eigenschaften der Bauteile gezielt zu beeinflussen.

Micro Materials Center



Thermomechanische Simulation mikroelektronischer Komponenten

KOMPETENZEN

- Mechanische und thermische Zuverlässigkeitsbewertung
- Thermomechanische Simulation
- Mikromaterialien und Nanomaterialien
- „Microreliability“
- „Nanoreliability“
- Sicherheitsforschung
- Lötstellenzuverlässigkeit
- Thermisches Management elektronischer Systeme
- Mikro- und Nanodeformationsanalyse
- Lebensdauerbewertung und Optimierung von Komponenten der Mikroelektronik

» KURZBESCHREIBUNG

Die Kernkompetenz der Abteilung liegt im Bereich der thermomechanischen Zuverlässigkeit von Mikrokomponenten und Mikrosystemen. In zunehmendem Maße werden auch Kompetenzen im Bereich der Nanomaterialien entwickelt („Nanoreliability“).

Komplizierte Spannungszustände, die infolge des „thermischen Misfit-Effekts“ in der Mikroelektronik oder der Mikrosystemtechnik auftreten, werden hinsichtlich ihres Einflusses auf die Zuverlässigkeit und Lebensdauer bewertet. International herausragende Ergebnisse wurden auf folgenden Gebieten erzielt:

- Bewertung von Komponenten und Systemen der Automobilelektronik und Optimierung der Zuverlässigkeit
- Entwicklung eines neuen Messverfahrens zur Deformationsanalyse von Nanomaterialien (nano-DAC). Die Mitarbeiter der Abteilung, die dieses Verfahren entwickelt haben, erhielten 2005 den Fraunhofer-Preis.
- Weiterer Ausbau des vom BMBF und dem Land Berlin geförderten Fraunhofer Micro Materials Centers Berlin (MMCB), insbesondere des Labors Nanomechanik im Wissenschaftszentrum Berlin-Adlershof
- Aufbau des Europäischen Zentrums für Mikro- und Nanozuverlässigkeit (www.euceman.com)

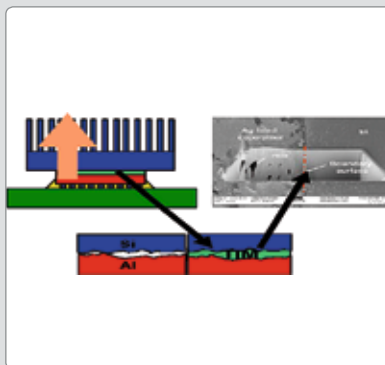
» TRENDS

- Entwicklung und Einsatz von modernen Bildkorrelationsverfahren (DIC) zur Zuverlässigkeits- und Lebensdauerbewertung im Mikro- und Nanobereich (Microreliability, Nanoreliability)
- Physics of Failure, Zugang zu neuen Zuverlässigkeitskonzepten in direkter Kopplung zu Simulationstools
- Anwendung moderner Feldkopplungseffekte sowie von Multiskalen-Modellen zur Zuverlässigkeitsanalyse
- Aufbau einer Kompetenz auf dem Gebiet Microsecurity (Verbindung von Sicherheitsforschung, Miniaturisierung und Zuverlässigkeitsbewertung)
- Entwicklung von micro-DAC, nanoDAC, FIBDAC zu industriellen Messverfahren im Bereich der Mikro- und Nanotechnologien
- Kombination mehrerer Einflussgrößen in der Zuverlässigkeitsbewertung (Belastung, Temperatur, Feuchte, Schwingungen u.a.)

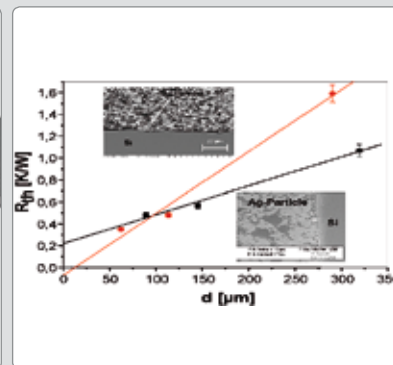
HIGHLIGHTS

Die neue Messmethode

- liefert den thermischen TIM-Schichtwiderstand, die Bulk-Leitfähigkeit und den Grenzschichtwiderstand als Funktion der Schichtdicke und Andruckkraft
- ermöglicht die Analyse sehr dünner TIM-Schichten
- ermöglicht schnelle und günstige Messungen und somit eine effiziente TIM-Auswahl
- verwendet Oberflächen wie sie in realen Aufbauten zum Einsatz kommen
- gibt Einblick in das Grenzschichtenverhalten mittels FIB- und/oder SEM-Analyse
- ist universell für alle marktgängigen TIM einsetzbar



Einsatz von thermischen Interface-Materialien (TIM) – Grenzschichtstruktur



Schichtdickenabhängiges Verhalten des Wärmewiderstands zweier Leitkleber

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Neues Messverfahren zur Charakterisierung von thermischen Interface-Materialien |

Thermisches Management von elektronischen Produkten basiert auf einer effektiven Wärmeabfuhr unter gegebenen Randbedingungen und Möglichkeiten. Hierbei stellt der thermische Widerstand von thermischen Interface-Materialien (TIM) in der Regel den Engpass für den Wärmefluss von der aktiven Zone des Bauteils zum Kühler dar. TIM wie Pasten, Pads, Gele, Kleber oder Lote werden verwendet, um die durch die Rauigkeit der Materialoberflächen entstehenden luftgefüllten Zwischenräume auszugleichen und somit den thermischen Pfad zwischen diesen Grenzflächen zu optimieren. Im Vergleich zu den übrigen Materialien im Wärmepfad sind TIM schlecht wärmeleitend. Um den thermischen Widerstand des TIM zu reduzieren, wird, wenn möglich, die TIM-Schichtdicke verringert. TIM bestehen in der Regel aus einer mit wärmeleitfähigen Partikeln gefüllten Polymermatrix. Bei sehr dünnen TIM-Schichten tritt dann allerdings aufgrund der geringen Anzahl von wärmeleitenden Partikeln an den Grenzschichten zwischen TIM und Kontaktflächen der so genannte thermische Grenzschichtwiderstand in den Vordergrund, welcher bei der Bestimmung der thermischen Leitfähigkeit des TIM nicht mehr vernachlässigt werden kann.

Zur schnellen und effizienten thermischen Systemoptimierung während der Entwurfsphase stehen verschiedene Simulationsmethoden zur Verfügung. Die

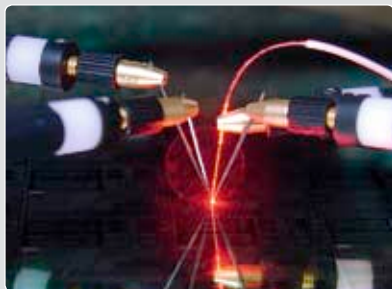
Genauigkeit der Simulationsergebnisse in Bezug auf die messtechnisch erfassten Ergebnisse hängt allerdings stark von den zuvor bestimmten und verwendeten thermischen Materialdaten ab.

Zur Gewinnung dieser für die thermische Simulation sehr wichtigen Materialdaten wurde eine Messmethode am IZM entwickelt, die es ermöglicht, die thermische Bulk-Leitfähigkeit für verschiedene Klassen von TIM (z.B. Kleber, Lote, Folien oder Pasten), sowie deren thermische Grenzschichtwiderstände unter realen Bedingungen und in Kontakt mit den später relevanten Oberflächen zu bestimmen.

Das neue Messverfahren wurde erfolgreich an verschiedenen marktgängigen TIM-Materialien erprobt. So haben vergleichende Untersuchungen an silbergefüllten Wärmeleitklebern gezeigt, dass der Wärmewiderstand bei sehr dünnen Schichten vom Grenzschichtwiderstand dominiert wird. Aufgrund des gewählten Messprinzips ist es möglich, Proben mit sehr dünnen Schichtdicken herzustellen und sich so einen Überblick über das Verhalten im Grenzschichtbereich zu verschaffen. FIB-Schnitte erlauben eine zusätzliche Evaluation des Vernetzungsverhaltens zwischen Partikeln und Polymermatrix.

Das neue Messverfahren ermöglicht schnelle, kostengünstige Messungen und somit eine effiziente TIM-Auswahl. Es ergänzt die Systemkompetenz des IZM als integraler Bestandteil der Entwurfsmethodik.

Analyse und Test von Integrierten Systemen - ATIS



Elektro-optische Messung von PIN-Dioden des IZM



Höchstfrequenzmessungen an einem Verstärker bis 110 GHz

KOMPETENZEN

- Elektrische und elektrooptische Wafer Level Messtechnik
- Electrostatic Discharge (ESD)
 - Schutzelemente
 - Qualifikation
- Gepulste Hochstromcharakterisierung
- Höchstfrequenzmesstechnik
- Wafer Level Reliability
- Wafer Level Test & Burn-In (Known Good Die)

» KURZBESCHREIBUNG

Test, Analyse und Zuverlässigkeit von integrierten Schaltungen und Systemen stellen Entwicklung und Fertigung vor stets neue, immer komplexere Herausforderungen. Seit 1990 sind wir ein zuverlässiger und kostengünstiger Partner für die Entwicklung und Umsetzung fortschrittlicher Lösungen in einem sehr sensiblen und wettbewerbsorientierten internationalen Umfeld. Wir bringen unsere wissenschaftlich technische Erfahrung zum Nutzen unserer Partner in eine langfristige, vom gegenseitigen Vertrauen geprägte Partnerschaft ein. Wir härten unterschiedlichste Halbleitertechnologien gegen elektrostatische Entladungen ESD. Wir entwickeln Verfahren zur elektrischen Charakterisierung und Belastung von ESD-Schutzstrukturen und zu schützenden Strukturen, sowie applikationsspezifische Schutzstrukturen.

Die Entwicklung von technologischen Prozessen auf Substraten bis zu 300 mm Durchmesser unterstützen wir mit unserer umfassenden elektrischen und elektrooptischen Messtechnik, die im Temperaturbereich von -55°C bis 300°C arbeitet. Hierzu zählen auch HF-Netzwerkanalysen bis zu 110 GHz. Schwachstellen und Fehler, wie sie bei Zuverlässigkeitsuntersuchungen oder in der Anwendung auftreten, werden mit verschiedenen Techniken der Produktanalyse identifiziert. Für Known Good Dies entwickeln wir Konzepte zu Ankontaktierung, Test und zu Monitoren, die auf der Physics of Failure basieren.

» TRENDS

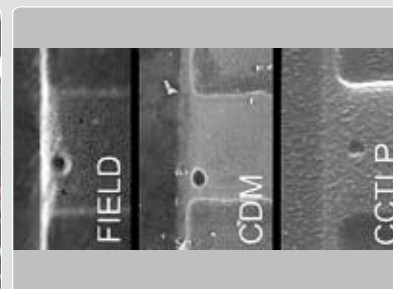
Die zunehmende Komplexität der Systeme und weltweite Herkunft ihrer Bestandteile macht es immer schwieriger, ihre zuverlässige Funktion zu garantieren. Dabei wird immer mehr Funktionalität als System on Chip (SOC) oder auch in Form einzelner Chips (Dies) in ein Bausteingehäuse integriert (SIP). Zudem explodieren die Kosten für ein Redesign und die damit verspätete Markteinführung. Daher hat die konsequente Erkennung und Analyse von Schwachstellen im Entwicklungsprozess und ihre frühzeitigen Eliminierung eine große Bedeutung. Hierzu zählt auch der systematische, anwendungsspezifische Schutz vor elektrostatischen Entladungen. Gleichbleibende oder steigende Entladungsenergien treffen dabei auf immer feinere Strukturen moderner Halbleitertechnologien, die bei sinkenden Spannungen breitbandige, geschützte Schnittstellen zur Umwelt erfordern (USB 2.0, GSM). Die zu verarbeitenden Einzelchips (Dies) müssen elektrisch voll funktionstüchtig sein und dürfen nicht frühzeitig ausfallen. Zur Bereitstellung solcher Known Good Dies (KGD) vom passiven Element bis hin zur komplexen Mixed Signal und Hochfrequenzschaltung werden kostengünstige Prüf- und Voralterungsverfahren auf Substratebene benötigt, die noch immer nicht universell zur Verfügung stehen. Hierzu zählen auch geeignete Ankontaktierungsverfahren.

HIGHLIGHTS

- Erfolgreiche Demonstration der Korrelation zwischen funkenfreien, kapazitiv gekoppelten Transmission Line Pulsers (CC TLP) und der standardisierten CDM Testmethode und CDM typischen Felddausfällen
- Entwicklung einer neuen Methode zur Beurteilung der Empfindlichkeit von ICs gegenüber dem durch schnelle Transienten verursachten Latch-Up (TLU)



Aufbau zur ESD-Belastung und Messung von Hochfrequenzparametern bis 10 GHz



Fehlerbilder von Gateoxidschäden nach Ausfall im Feld, beim CDM-Test und der CC-TLP Belastung

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Kernkompetenzen der Abteilung sind die Entwicklung und die Anwendung neuer Testmethoden zur Charakterisierung von ESD-Schutz im Hochstrombereich mit einer transienten Auflösung von wenigen Pikosekunden.

Bei aktuellen Untersuchungen konnte ATIS erfolgreich die Korrelation seines funkenfreien, kapazitiv gekoppelten Transmission Line Pulsers (CC TLP) mit der standardisierten CDM Testmethode und mit CDM-typischen Felddausfällen demonstrieren.

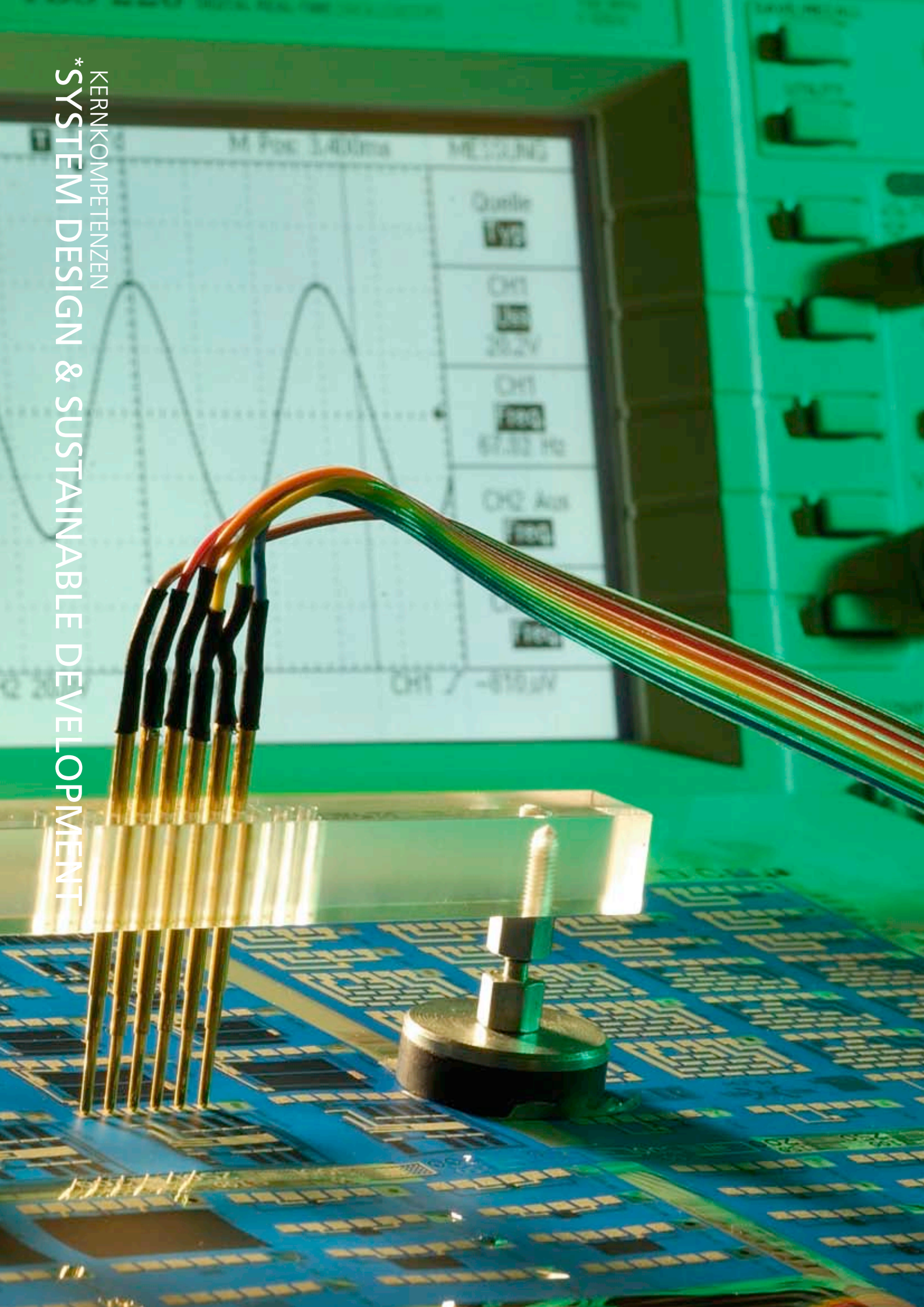
Der Entladungsfunkle, der bei Belastungstests nach dem Charged Device Model (CDM) entsteht, verursacht große Probleme im Hinblick auf Reproduzierbarkeit und Korrelation. Ziel war es, diesen Effekt zu eliminieren, ohne die Charakteristik der Entladung innerhalb der integrierten Schaltung (IC) signifikant zu verändern. Bei der neuen CC TLP Methode wird zunächst der Kontakt zwischen Impulsleitung und IC hergestellt. Erst dann erfolgt die Belastung über einen einzelnen, jeweils kontaktierten Anschluss mit reproduzierbaren Impulsen geringer Anstiegszeit. Für ein IC in einem PLCC52 Gehäuse wurde eine gute Korrelation der Fehlerbilder von CC TLP, CDM Test und Felddausfall nachgewiesen. Darüber hinaus zeigte sich eine gute Übereinstimmung der Ausfallströme zwischen dem CC TLP Verfahren und dem CDM Test. Die Ergebnisse erlauben es, den CC-TLP als bessere Alternative zum CDM in Betracht zu ziehen und werden von der Industrie positiv bewertet. Im

nächsten Schritt wird das Verfahren vom Gehäuse auf Waferlevel transferiert, um frühzeitige Aussagen zur CDM-Festigkeit einer Schaltung zu erhalten, ohne diese im Gehäuse aufbauen zu müssen. Die Arbeiten wurden im MEDEA+ Projekt T104 SIDRA durch das BMBF gefördert.

Im gleichen Projekt wurde auch eine Methode entwickelt und erfolgreich angewendet mit der die Empfindlichkeit von ICs gegenüber dem durch schnelle Transienten verursachten Latch-Up (TLU) beurteilt werden kann. Erste Erkenntnisse flossen direkt in ein aktuelles IC Design ein. TLU, für den noch kein standardisierter Qualifikationstest wie JEDEC78 existiert, ist einer der häufigsten Ausfallmechanismen durch elektrische Überlastung.

Die Anzahl der ICs mit HF Schnittstellen nimmt rasant zu. Deshalb muss bereits bei der Entwicklung ein Co-Design im Hinblick auf HF-Eigenschaften und ESD-Schutz durchgeführt werden. Dies erfordert auch entsprechende Charakterisierungswerkzeuge. Gefördert durch die Bayerische Forschungsförderung wurde ein Aufbau entwickelt, der die definierte Belastung einer HF-Schaltung mit Hochstromimpulsen erlaubt und anschließend die Verifikation HF-relevanter Parameter wie Rauschzahl oder S-Parameter bis zu 10 GHz ermöglicht. In Zusammenarbeit mit Infineon und der TU München wurde der Aufbau erfolgreich an einem rauscharmen Verstärker (90 nm CMOS) eingesetzt.

KERNKOMPETENZEN
*SYSTEM DESIGN & SUSTAINABLE DEVELOPMENT





» SYSTEM DESIGN & SUSTAINABLE DEVELOPMENT

- 064 - 065 **ENVIRONMENTAL ENGINEERING**
LEITUNG: H. Griese | hansjoerg.griese@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 30 / 4 64 03-1 32
- 066 - 067 **ADVANCED SYSTEM ENGINEERING**
LEITUNG: W. John | werner.john@izm.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 52 51 / 54 02-1 00
- 068 - 069 **MIKROMECHANIK, AKTORIK UND FLUIDIK**
LEITUNG: Dr. M. Richter | martin.richter@izm-m.fraunhofer.de |
Fon: +49 (0) 89 / 5 47 59-4 55

Environmental Engineering



KOMPETENZEN

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

» KURZBESCHREIBUNG

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

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

Die Einsparung von nicht erneuerbaren Ressourcen durch Erhöhung der Energieeffizienz als auch durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe zählt zu unseren Aufgaben. Die Zuverlässigkeit elektronischer Systeme ist ebenso ein wichtiger Aspekt bei der Steigerung der Ökoeffizienz und wird verstärkt als Forschungsschwerpunkt ausgebaut.

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

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

» TRENDS

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

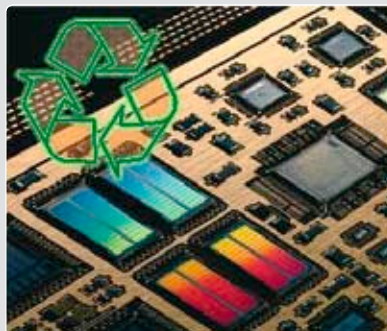
Der Mensch und die Gesellschaft sind als maßgebliche Größe in den Mittelpunkt der Technologieentwicklung zu stellen. Zukünftige elektronische Produkte und Technologien (ubiquitäre Elektronik und Nanotechnologie) müssen für einen maximalen Anwendernutzen bei minimierten Umweltauswirkungen entwickelt werden.

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

Wir sind davon überzeugt, dass kluges Design, Fertigung, Nutzung und Wiederverwendung von Elektronik weltweit zu steigender Lebensqualität beitragen können.

HIGHLIGHTS

- Abschluss des internationalen Bleifrei-Projekts EFSOT
- Projekte zu nachwachsenden Rohstoffen für Elektronikanwendungen
- Durchführung der Europäischen EcoDesign Kampagne
- Durchführung des Systemzuverlässigkeits-Workshops
- Sustainability-Award für Kayoko Tsunazawa
- bmbf-Projekt „MANO“ für Ausbildung abgeschlossen
- Projekt im Rahmen von Joi-LIT zur nachhaltigen Gestaltung von Materialkreisläufen



Realisierung eines Messmoduls mit galvanischer Trennung (Quelle: imc Berlin)

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Von WEEE/RoHS zur EuP |

Die umweltgerechte Gestaltung von Elektronik hat mit der 2005 beschlossenen EuP-Richtlinie an Bedeutung gewonnen. Mit einer europaweiten Informationskampagne zum Thema Öko-Design führten wir 28 Workshops durch, die insbesondere KMUs ansprachen. Es wurden Informationsmaterialien erstellt, die rechtliche Anforderungen beschreiben und Grundlagen des Öko-Designs vermitteln. Diese und weiterführende Materialien sind im Internet verfügbar: www.ecodesignarc.info

Die Abteilung wurde von der EC mit der Durchführung verschiedener EuP-Vorbereitungsstudien beauftragt.

Nachwachsende Rohstoffe |

Abgeschlossen wurde das Projekt ARBOFORM, in dem die Möglichkeit der Substitution traditioneller Substratmaterialien durch nachwachsende Rohstoffe untersucht wurde. Ziel war die Entwicklung von mit FR2 vergleichbaren Leiterplatten durch Modifizierung des Lignin-basierten Werkstoffes Arboform. Wärmeformbeständigkeit, Flammfestigkeit sowie Haftfestigkeiten innerhalb des Substrates und zum Kupfer konnten zusammen mit den Projektpartnern verbessert werden. Weltweit werden Schritte zur Anwendung nachwachsender Rohstoffe in der Elektronik bis hin zur Anwendung von Aminosäure-basierten halbleitenden Materialien für Bildschirme unternommen.

Die Anpassung von weiteren Biopolymeren für die Elektronik ist Gegenstand der neuen Projekte BioFun/BioPro.

Zuverlässigkeit mikroelektronischer Systeme |

Im Bereich der Zuverlässigkeit mikroelektronischer Systeme wurden Demonstratoren für Ausfallindikatoren und Lebensdatenschreiber entwickelt. Dabei werden für Schwachstellen im System Strukturen mit einem vergleichbaren Ausfallverhalten eingebracht und messtechnisch überwacht, um Informationen über den nutzungsabhängigen Zustand zu erhalten. Es wurden Strukturen zur Identifikation von Lotermüdung entworfen, Sensoren einschließlich der Schaltungstechnik zur Ausfallbestimmung entwickelt und qualifiziert, sowie Methoden zur statistischen Beschreibung von Ausfallindikatoren erarbeitet. In weiterführenden Arbeiten werden Strukturen für den Ausfallmechanismus Delamination entwickelt, sowie die Sensoren zur Ausfallbestimmung hinsichtlich Energieverbrauch und Genauigkeit optimiert.

Networking |

Nationale und internationale Netzwerke zum Thema „umweltgerechte bzw. bleifreie Elektronik“ sind z.B. in den europäischen Projekten GREENROSE, ELFNET, EFSOT für einen effizienten Transfer von Wissen und Technologien in die Industrie und besonders zur Unterstützung von KMU aufgebaut worden. Unsere Mitarbeiter waren als Experten zu RoHS und der EuP auch in diesem Jahr weltweit gefragt.

Advanced System Engineering



Testaufbau am EMV-Messplatz in der Absorberkammer

KOMPETENZEN

Systemintegration

- System/ArchitectureCoDesign
- Systementwurf, HF-Systementwurf
- Modellbasierte Entwicklung
- Energieautarke verteilte Mikrosysteme
- Entwurf von SystemInPackage (PackageCoDesign)
- Technologiebewertung

Elektromagnetische Zuverlässigkeit

- Emissions- und Störfestigkeitsanalyse bzw. -optimierung von IC, Modulen und Systemen
- HF-Charakterisierung von Packages
- EMV-Optimierung von leistungselektronischen Modulen
- Modellierung und Analyse von EMC/SI-Effekten

» KURZBESCHREIBUNG

Die IZM-Abteilung Advanced System Engineering (ASE) verfügt über eine mehr als 10-jährige Erfahrung auf dem Gebiet der Systemintegration und der elektromagnetischen Zuverlässigkeit miniaturisierter elektronischer Module (Automobil/Telekommunikation/Logistik (RFID)/Medizintechnik/industrielle Elektronik). Neben der Bearbeitung von F&E-Aufgaben auf diesen Gebieten werden auch Dienstleistungen und die notwendige Infrastruktur für den Entwurf, die Entwicklung sowie die Herstellung mikroelektronischer Systeme bereitgestellt.

Den Anwendern mikroelektronischer Komponenten werden optimierte Systemkonzepte und Lösungen (Demonstratoren/Prototypen) auf der Basis neuester Entwicklungen zur Verfügung gestellt. Im Rahmen des Systementwurfs wird durch den Einsatz kommerzieller und nichtkommerzieller Entwurfs- und Simulationswerkzeuge eine optimierte Modulentwicklung unterstützt.

Ein Fokus der Abteilung ASE liegt auf den für die Entwicklung miniaturisierter Systeme notwendigen Forschungsarbeiten im Bereich parasitärer elektromagnetischer Effekte (EMC; Signal Integrity; Radio Frequency) sowohl auf IC-, als auch auf Package- und Leiterplatten-, bzw. Modulebene.

Um EMC/SI-Fragestellungen und Aufgaben zur RF-Charakterisierung von Package-Elementen optimal bearbeiten zu können, werden komplexe Feldberechnungen und Schaltungssimulationen durchgeführt.

» TRENDS

Die Fähigkeit zur zuverlässigen, kosten- und zeitoptimalen Integration von Systemkomponenten in eine komplexe Systemlösung ist zu einem Standortfaktor geworden. Hinsichtlich der effizienten Nutzung des Innovationspotentials von Makro-, Mikro- und Nanosystemen zeichnet sich ein Paradigmenwechsel auf dem Gebiet der Systemintegration ab. Dieses ist bedingt durch die im Entwicklungsprozess auf allen Systemebenen zu beachtenden unterschiedlichen physikalischen Komponenteneigenschaften. Dem erforderlichen Paradigmenwechsel muss durch eine durchgängige Vernetzung von Systemarchitektur, Systementwurfsmethoden und -werkzeugen, Systemintegrationstechnologien und Herstellung (Fertigbarkeit/Zuverlässigkeit) entlang der jeweiligen unternehmensspezifischen Wertschöpfungsketten Rechnung getragen werden. Dazu ist eine ganzheitliche Betrachtung der Systemeigenschaften im Entwicklungsprozess notwendig (Top Down Design Approach by Model Based Development). Auf Grundlage dieses Ansatzes lassen sich systemspezifische Analysen durchführen und Entwurfsaussagen treffen, die über die jeweiligen Systemdomänen hinausgehen. Die Konzentration auf diesen Ansatz ermöglicht es Aussagen über das elektromagnetisch bedingte Ausfallverhalten von Gesamtsystemen zu treffen. Hierzu müssen u.a. Fragen der Modellentwicklung, der Parametrisierung und der Validierung von Modellen für mikroelektronische Bauelemente aus dem Nanobereich umfassend beantwortet werden.

HIGHLIGHTS

Systemintegration

- BMBF-Projekt AVM (16 SV 1658)
- Verhaltensmodelle für ausgewählte Systemarchitekturen
- Miniaturisierte Sensorfunkmodule

Elektromagnetische Zuverlässigkeit

- BMBF-Projekt MESDIE (01M 3061)
- Dynamische Stromanalyse für die Emissionsanalyse von integrierten Schaltungen
- High Density Interconnect Modellierung und Simulation
- Entwicklung eines neuen Near-Field-Scanning Verfahrens



Sensorpflaster

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Ganzheitlicher Systementwurf von autarken verteilten Mikrosystemen |

Die Entwicklung von verteilten Mikrosystemen erfordert neue effiziente Entwurfsmethodiken, welche die Verfahren des Hardware-Software-Co-Designs um die technologischen Freiheitsgrade der Systemintegration erweitern. Zur Untersuchung geeigneter entwurfsmethodischer Ansätze werden derzeit im BMBF-Projekt AVM Sensorfunkmodule in verschiedenen Miniaturisierungsstufen realisiert. Während der Konzeptionsphase wurden die Anforderungen spezifiziert und die benötigte Funktionalität analysiert. Um die Schwerpunkte der Miniaturisierung geeignet zu setzen, werden derzeit Verhaltensmodelle zu ausgewählten Systemarchitekturen erstellt. Mit der Festlegung auf eine besonders geeignete Architektur wurden die Strukturentscheidungen getroffen und geeignete Komponenten ausgewählt. Zur Beherrschung der höheren Entwurfskomplexität bei miniaturisierten Sensorfunkmodulen musste der physikalische Entwurf so erweitert werden, dass die lateralen und die vertikalen Kopplungseffekte vollständig charakterisiert werden können.

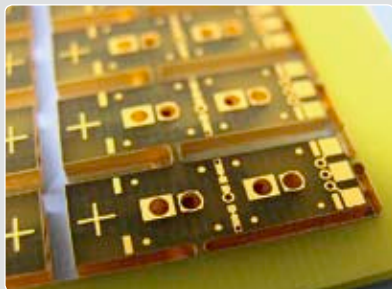
High-Speed Transmission in HDI Multilayer Backplane |

Typische Telekommunikationssysteme werden als Bussysteme mit einer zentralen Rückwand konzipiert. Die Rückwand bildet einen kritischen Punkt bezüglich der Systemzuverlässigkeit, da sie nicht im laufenden Betrieb gewechselt oder redundant aufgebaut werden kann.

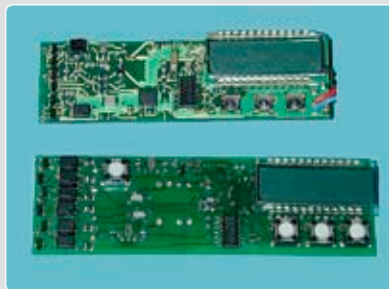
Die Arbeiten zu obigem Thema im BMBF-Projekt MESDIE konzentrieren sich daher auf die Schwerpunkte: High-Speed Transmission in HDI Multilayer Structure (Skew in Differential Pairs, Skew Compensation, Impedance Tolerances in High-Speed Backplane, Differential Pair StackUp and Material Combinations) und Power-Ground (Fractal Structures, Distributed Power-Ground-Systems).

Trotz einer erhöhten Störempfindlichkeit der differentiellen Übertragung muss beachtet werden, dass eine zeitliche Verschiebung der Signalfanken (Skew) die Signalqualität am Empfänger negativ beeinflussen kann (Diskontinuitäten). Dieses Problem kann mit geeigneten Layoutmaßnahmen behoben werden. Um während der Entwurfsphase Informationen über die auftretenden Verluste auf dem Übertragungsweg zu erhalten, müssen verschiedene Materialkombinationen und Lagenaufbauten miteinander verglichen werden. Die Hochfrequenzeigenschaften des Stromversorgungssystems müssen ebenfalls beachtet werden. Mit speziellen Formen der Versorgungsflächen ist eine Verschiebung des Resonanzverhaltens möglich. Die zukünftigen Schwerpunkte liegen z.B. in der Weiterentwicklung von Ansätzen für verteilte Versorgungssysteme und in der kontaktlosen Messung von Hochfrequenzsignalen (Übertragungsrate: 10 GB).

Mikromechanik, Aktorik und Fluidik



Platinen mit integriertem Fluidkanälen und Fluidports



Ansteuerelektronik für die Pipettenanwendung, Generation 1 und 2

KOMPETENZEN

Entwicklung von

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

» KURZBESCHREIBUNG

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

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

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

» TRENDS

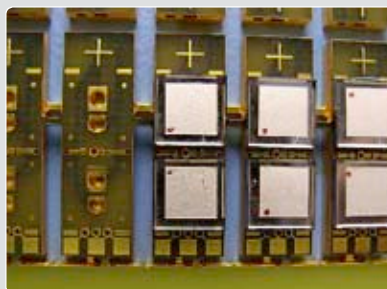
Gegenwärtig konzentriert sich die Abteilung auf folgende Schwerpunkte:

Am Fraunhofer IZM werden Kapazitäten für die Herstellung von Silizium-Mikropumpen-Prototypen aufgebaut. Dabei werden Anwendungen auf den Gebieten der Labortechnik und der Brennstoffzellen adressiert. Für unsere Industriepartner sind diese Mikropumpen Schlüsselkomponenten für erfolgreiche Produkte.

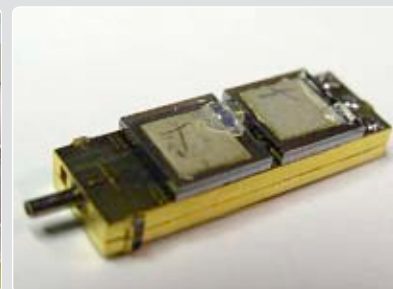
Weiterhin wird gegenwärtig eine neue Plattform für die Herstellung von mikrofluidischen Aktoren auf der Basis von Mikrospritzguss aufgebaut. Die Abteilung konzentriert sich vor allem auf das Design und das Backend. Zielrichtung ist es hier, durch sehr kostengünstige Herstellungsverfahren auch interessante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

HIGHLIGHTS

- Ultrakompaktes Mikropumpen-Fluidmodul für innovative Labortechnik
- Pipettier Volumina von 0,1 µl bis 1 ml
- System on Package Leiterplatten-Fluidik



Zwei Silizium-Mikropumpen (je 7x7x1 mm³), montiert auf Platine



Ultrakompaktes Fluidmodul: Mikropumpen mit Platinen mit integrierten Fluidkanälen und Fluidports

» FORSCHUNGSERGEBNISSE

Mikropumpen-Fluidmodul für die Labortechnik

Ausgangslage |

Den Anforderungen des Laboralltags nach immer kleineren Volumina bis in den nl-Bereich sowie einer Parallelisierung von Pipettieraufgaben kommen Siliziummikropumpen in mehreren Punkten entgegen. Die Miniaturisierung bringt eine deutliche Verbesserung in Bezug auf die Größe und die Masse von Handpipetten sowie eine wesentlich höhere Flexibilität der Dosiermöglichkeiten für Mikrotiterplatten-Dosieraufgaben. Die einzelnen Kanäle können unabhängig voneinander je nach Volumina und Pipettiergeschwindigkeit angewählt werden.

Fluidmodul mit Silizium-Mikropumpen |

Gemeinsam mit dem Unternehmen Hirschmann Laborgeräte GmbH & Co KG wurde die Mikropumpentechnologie des IZM für den Einsatz in der Labortechnik weiterentwickelt. Die Anwendung als Luftpilsterpipette benötigt ein bidirektional förderndes Pumpmodul, weshalb hierfür zwei Mikromembranpumpen mit entgegengesetzten Pumprichtungen parallel geschaltet werden. Die Mikropumpenchips werden nach der Full-Wafer-Montage einschließlich der Piezomontage durch Sägen vereinzelt und einer Qualitätskontrolle (Hubvolumen, Förderrate, Leckrate) unterzogen. Dabei zeigt sich eine gute Ausbeute und Reproduzierbarkeit.

System on Package: Leiterplatten-Fluidik |

Die beiden Mikropumpenchips der Größe 7 x 7 x 1.1 mm³ werden auf eine Platine montiert. In der Platine sind Fluidports und Fluidkanäle integriert. Damit steht ein ultrakompaktes Fluidmodul zur Verfügung. Besonders Augenmerk wurde auf die chemische Beständigkeit der Materialien und Fügeschichten gelegt. Innerhalb der Silizium-Mikropumpen kommt das Fluid nur mit Silizium in Kontakt, so dass das Fluidmodul auch gegen aggressive Chemikaliendämpfe beständig ist.

Ansterelektronik |

Zunächst wurde gemeinsam mit dem Unternehmen JVI eine höchstflexible Ansterelektronik mit Freiheitsgraden in Signalverlauf, Spannungsamplitude und zeitlicher Abfolge der einzelnen Kanäle zueinander entwickelt. Aus den Messreihen mit unterschiedlichen Signalvarianten ergab sich dann der notwendige Schaltungsaufbau für eine autarke Kleinstelektronik einschließlich der Ladungstechnik auf der Platine für ein akkubetriebenes Kleinstgerät, wie eine Luftpilsterpipette. Ein zweiter Miniaturisierungsschritt erlaubt mittlerweile eine kleine Geometrie für eine neue Pipettengeneration.

Ausblick |

Die entwickelten Prototypen ermöglichen die erfolgreiche Integration einer mikrofluidischen MEMS-Komponente in ein Produkt. Derzeit werden die Fluidmodule beim Endkunden getestet und eine industrielle Fertigung in die Wege geleitet.

*VERANSTALTUNGEN



» VERANSTALTUNGEN

072 - 074 _ **WORKSHOPS**

075 _ **GIRLS' DAY**

076 - 077 _ **MESSEAKTIVITÄTEN DES FRAUNHOFER IZM 2005**

Workshops



Internationales Symposium in Tokyo, Dr. L. Stobbe



Zuhörer beim „Fraunhofer meets Continental“ Tag

» Internationales Symposium „Progress in Hetero System Integration“ in Tokyo, Japan |

Das Fraunhofer IZM veranstaltete am 7. April 2005 in Tokyo, Japan, ein Symposium, auf dem das Konzept der Hetero System Integration einem interessierten Fachpublikum vorgestellt wurde. Zu dieser Veranstaltung fanden sich im National Museum of Emerging Science and Innovation (MeSci) über 180 Teilnehmer aus den Reihen der japanischen Elektronikindustrie, der Wissenschaft und anderer Organisationen ein. Dieses starke japanische Interesse an innovativen Technologien im Bereich der Aufbau- und Verbindungstechnik für Mikroelektronik zeigt einmal mehr, wie notwendig und wirtschaftlich erfolgreich eine Vertiefung der internationalen Zusammenarbeit im Bereich von Hochtechnologien sein kann. Der globale Wettbewerb in der Mikroelektronik erfordert stetige Anpassung durch angewandte Forschung aber gleichzeitig auch langfristige Strategien für die Technologieentwicklung.

In den Vorträgen und vielfältigen Diskussionen wurde deutlich, dass die Technologieentwicklung nicht losgelöst von konkreten Anwendungen und globalen Erfordernissen erfolgen sollte. Das Konzept der „Nachhaltigen Entwicklung“ ist auch für technologieintensive Industrien umzusetzen. Vor diesem Hintergrund verlieh der DAAD in Kooperation mit dem Fraunhofer IZM den „Sustainability Award 2005“ an Kayoko Tsunozawa verbunden mit einem Doktorandenstipendium in Deutschland.

IZM-Workshop zur Zuverlässigkeit fand regen Zuspruch |

Wenn man die Zuverlässigkeit schon im Namen trägt, sollte man seine Kunden aus Industrie und Forschung auch über neue Entwicklungen in diesem Bereich auf dem Laufenden halten. Gesagt, getan. Und so organisierten Wissenschaftler des Fraunhofer IZM am 20. September 2005 einen ganztägigen Workshop zum Thema „Zuverlässigkeit mikroelektronischer Systeme“.

Fast 100 Teilnehmer, vor allem aus der Automobilindustrie, kamen nach Berlin, um sich über Anforderungen und Lösungskonzepte für Zuverlässigkeitsmodelle zu informieren und diese in lebhafter Atmosphäre und durchaus kritisch zu diskutieren.

Im ersten Teil wurden aktuelle Entwicklungen bei der Qualifizierung der Zuverlässigkeit elektronischer Systeme vorgestellt. Im zweiten Teil des Workshops gingen IZM-WissenschaftlerInnen anhand konkreter Beispiele u.a. aus den Bereichen Leiterplatte, Drahtbonden und Verkapselung mit Polymeren auf die Auswirkungen von Fertigungsprozessen auf die Systemzuverlässigkeit ein.

Zum Abschluss fasste Dr. Wunderle vom Fraunhofer IZM die zuvor präsentierten Methoden und Lösungsansätze zur Bestimmung der Zuverlässigkeit komplexer mikroelektronischer Systeme am Beispiel der Technologieentwicklung aus dem Bereich der Leistungselektronik (Chip on Board-Technologie) zusammen.



Teilnehmer beim Workshop „Forum 2005 – be flexible - Thin Semiconductor Devices“ in München



Teilnehmer beim Workshop „Microdosing Systems“

» Workshop “Forum 2005 – be flexible” |

Der internationale Workshop zu den Themen Manufacturing and Applications for Thin Semiconductor Devices, sowie Technology and Production Processes for Flexible Electronic Systems fand im November 2005 im Hotel “Le Meridien” in München statt. Über 160 Besucher aus 12 Ländern informierten sich über die neuesten technologischen Entwicklungen auf dem Weg hin zu flexiblen elektronischen Systemen.

Aufgrund des großen Interesses und der besonders positiven Bewertungen durch die Teilnehmer wird diese Workshop-Serie auch im Jahr 2006 weitergeführt werden. | www.be-flexible.de

Workshop „Low-Cost RFID IC Packaging and Assembly“ |

Dieser internationale Workshop zum Thema kostengünstige Technologien für die Produktion von RFID Label wurde in enger Zusammenarbeit mit der Firma TechSearch International, USA, am Münchener Institutsteil veranstaltet. Weit über 100 Teilnehmer aus Europa, den USA und Fernost informierten sich über die Herstellungsmöglichkeiten von Smart Labels, angefangen bei Chipproduktion und Chipmontage bis zum fertigen Etikett, und diskutierten die Pros und Cons der verschiedenen Lösungsansätze.

Workshop “Microdosing Systems” |

Der Einsatz von Mikrofluidaktoren in der Mikrodosierung stellt in vielen industriellen Bereichen eine Schlüsseltechnologie dar. Daher findet seit fünf Jahren am Münchener Institutsteil des Fraunhofer IZM regelmäßig ein Mikrodosierseminar statt, das 2005 zum ersten Mal als internationaler Workshop „Microdosing Systems, Drug Delivery Applications“ konzipiert war und ein internationales Publikum an die Isar lockte.

Über fünfzig Teilnehmer aus fünf Ländern, primär aus Unternehmen der Medizin- und Biotechnologie, haben sich im Rahmen dieses Workshops intensiv mit den Besonderheiten und Herausforderungen der Mikrodosierung von Medikamenten befasst. Dabei wurden Fragestellungen der konventionellen Infusionstechnologie, der trans- und intradermalen Injektion ebenso thematisiert wie die Besonderheiten des Einsatzes von Mikronadeln bei der Medikamentendosierung. Auch die neuesten Trends im Bereich der druckgesteuerten Medikamentendosierung oder der Einsatz von intraoralen Dosiersystemen wurden diskutiert.

Aufgrund der positiven Rückmeldung der Teilnehmer wird der internationale Workshop 2006 erneut stattfinden.

Workshops



Industrietag am IZM Teltow



Prof. Monika Bauer beim Industrietag in Teltow

» Industrietag Leichtbau mit Polymeren in Teltow, 07.09.2005 |

Das IZM in Teltow öffnete am 07.09.2005 seine Türen für Besucher aus der Luftfahrt-, Fahrzeug- und Zulieferindustrie. Die Teilnehmer informierten sich in Workshops über aktuelle Entwicklungen und künftige Herausforderungen des Leichtbaus mit Polymeren. Hier ging es z.B. darum, wie die Karosserie der Zukunft aus Polymeren brandfest gemacht wird, wie Prepregs so ausgerüstet werden, dass sie Energie absorbieren und Schutz im Crashfall bieten und wie Smart Labels für ihre Anwendungen optimiert werden können.

- Verbundwerkstoffe und Bauteile mit Polymeren
- Brandfestigkeit von Duromeren und Verbunden
- Integration von Smart Labels

Einstein-Ehrung am Fraunhofer IZM in Berlin |

Im Rahmen des deutschlandweiten Einsteinjahres fand am 5. April 2005 in Berlin ein wissenschaftliches Kolloquium unter dem Motto „Fraunhofer-Einstein-Ehrung in Berlin“ statt. 75 Teilnehmer aus mehreren Fraunhofer-Instituten und Gäste aus Universitäten, zahlreichen Instituten und Forschungseinrichtungen sowie aus der Industrie nahmen an der Veranstaltung teil. Das Kolloquium stand unter der Leitung von Professor Bernd Michel.

Die Veranstaltung befasste sich in sieben Vorträgen mit dem Wirken von Albert Einstein und mit den Auswirkungen auf die heutige und künftige Entwicklung von Wissenschaft und Gesellschaft. Die prominenten Vortragenden setzten sich sachlich und z.T. auch kritisch mit den Theorien Einsteins und deren Auswirkungen auseinander.

Konferenzen und Workshops organisiert oder mitorganisiert vom Fraunhofer IZM		
April 2005	Berlin	Einstein-Ehrung am Fraunhofer-Institut IZM Chairman: B. Michel
	Tokyo	Internationales Symposium „Progress in Hetero System Integration“ Chairman: L. Stobbe
Juni 2005	München	Innovative SiGe-Technologien für multifunktionale Systeme Chairman: P. Ramm
	Teltow	Wissenschaftliches Kolloquium: 50 Jahre Polymerphysik auf dem Forschungsstandort Teltow Seehof Chair: M. Bauer
September 2005	Berlin	IZM-Zuverlässigkeitsworkshop Chairman: H. Reichl
	Colorado Springs	Advanced Metallization Conference 2005 (AMC 2005) Chairman: P. Ramm
	Teltow	Industrietag Leichtbau mit Polymeren Chair: M. Bauer
November 2005	München	Workshop „Low-Cost RFID IC Packaging and Assembly“ Chairman: K. Bock
		Workshop “ Forum 2005 – be flexible“ Chairman: K. Bock
		Microdosing Systems Chairman: M. Richter

Girls' Day



Demontage eines Handys



Besuch im Reinraum

» Girls' Day Berlin |

Das Fraunhofer IZM Berlin beteiligte sich zum zweiten Mal am bundesweiten Girls' Day. Insgesamt zwölf Schülerinnen im Alter zwischen zwölf und fünfzehn Jahren kamen, um sich am Institut in die Grundlagen und Anwendungen der Mikroelektronik einführen zu lassen.

Auf große Begeisterung stieß der erste praktische Teil des Besuchs – unter der Anleitung der IZM-Wissenschaftlerin Tanja Braun konnten die Mädchen selber zum Lötkolben greifen und in Eigenregie einen Lügendetektor zusammenbasteln, der dann anschließend am Röntgenmikroskop auf etwaige Schwachstellen untersucht wurde. Ein Besuch des Reinraums in reinraumgerechter Kleidung rundete den Vormittag ab.

Und praktisch ging es auch am Nachmittag weiter – im Umweltlabor des Instituts wurden alte Handys von den Mädchen demontiert und die Einzelteile ihrer korrekten Verwertung zugeführt.

Zum Abschluss des Tages entwickelten die Mädchen in kleinen Gruppen unterschiedliche Ideen für die Integration von Elektronik in die Kleidung, so genannte Wearables. Eine Windel, die bei Benutzung Alarm schlägt, intelligente Kleidung für einen Feuerwehrmann – die Fantasie der jungen Forscherinnen kannte keine Grenzen.

Girls' Day München |

Auch in diesem Jahr fand am Münchner IZM wieder das bewährte Mädchenferienpraktikum „Die intelligente Milchtüte“ statt. 10 Mädchen nutzten die Gelegenheit, sich auf spielerische Weise an die Themenstellung der berührungslosen Identifikationssysteme (RFID) heranführen zu lassen. 15 weitere Mädchen nutzten den bundesweiten Girls' Day, um sich mit der Themenstellung „Einführung in die Welt der Mikroelektronik“ vertraut zu machen.

Mentoring |

Das Münchner IZM beteiligt sich am Projekt Cybermentor – ein Mentoringprogramm der Universität Ulm für Schülerinnen ab 11 Jahren.

Gender Mainstreaming |

Die Vorgaben des Gender Mainstreaming bilden die Basis für weitere Bemühungen mittelfristig mehr junge Frauen für eine Karriere im naturwissenschaftlich-technischen Bereich zu gewinnen. Das IZM wird vor allem in der Förderung von Mädchen und jungen Frauen weitere Anstrengungen unternehmen, um diesem Ziel näher zu kommen.

Messeaktivitäten des Fraunhofer IZM 2005



» Rund ein Dutzend Mal präsentierte das Fraunhofer IZM seine vielfältigen Aktivitäten im Jahr 2005 auf Messen im In- und Ausland. Höhepunkt der Frühjahrsmessen war wie in jedem Jahr die SMT in Nürnberg, die diesmal ganz im Zeichen anwendungsspezifischer Elektronikentwicklungen für unterschiedliche High Tech-Branchen stand. Am Beispiel unterschiedlicher Komponenten des Automobils (Airbagsensor, 3D-Beschleunigungssensor) wurden die Entwicklungsdienstleistungen des Instituts illustriert.

Auf der Sensor in Nürnberg präsentierte das Fraunhofer IZM neuartige Technologien für die Sensorentwicklung, wie z.B die Integration aktiver und passiver Komponenten in eine Leiterplatte (Chip-in Polymer) als auch funktionale opto-elektronische und mikrofluidische Bauelemente. Das besondere Highlight am Fraunhofer IZM Stand war ein nur würfelzucker großes, energieautark und drahtlos funktionierendes Mikrosensorsystem. Dieser Elektrowinzing ist Teil eines Funknetzwerkes, das zahlreiche baugleiche Winzlinge (Mikrosensoren und -aktoren) miteinander vernetzen kann und ist der erste ernstzunehmende Vorläufer des viel zitierten intelligenten elektronischen Staubs.

Ein absolutes Messe-Highlight des Jahres 2005 war die Internationale Funkausstellung in Berlin. Das Fraunhofer IZM präsentierte hier erstmalig seinen „intelligenten“ Golfball, in den ein kleines autarkes Mikrosystem, bestehend aus Sensoren, Informationsverarbeitung, drahtlosen Kommunikationsmöglichkeiten und einer Energieversorgung, integriert ist.

Dieses Mikrosystem, ein sogenanntes eGrain, misst die Beschleunigung des Golfballs und sendet diese Information an einen PDA. Daran kam selbst Miss IFA nicht vorbei – vor vielen Schaulustigen und laufenden Fernsehkameras schlug das IFA-Aushängeschild am Stand des Fraunhofer IZM einen Golfball ins Netz. Neben diesem Besuchermagneten stieß besonders die Integration von Elektronik direkt in die Kleidung, sog. „Wearable Electronics“, nicht nur bei den Besuchern sondern auch bei den Medien auf lebhaftes Interesse.

	Berlin	µSys Berlin
März 2005	Chongqing	China Chongqing - High Tech Fair
	Shanghai	Productronica 2005
	München	SEMICON 2005
April 2005	Hamburg	Aircraft Interiors Show 2005
	Paris	JEC Composites Show 2005
	Nürnberg	SMT 2005
Mai 2004	Nürnberg	Sensor 2005
September 2005	Berlin	IFA 2005
Oktober 2005	München	MST 2005
November 2005	München	Productronica 2005
	Frankfurt/M.	Continental Teves
	Düsseldorf	Medica



Bereits seit 1990 veranstaltet das Fraunhofer IZM gemeinsam mit der Mesago Messe Frankfurt GmbH die Konferenz Micro System Technology MST in München. An einem eigenen Messestand präsentierte das Fraunhofer IZM u. a. seinen intelligenten Golfball, welcher wieder zahlreiche Besucher anlockte und begeisterte. Doch auch die Resonanz auf die anderen Exponate des Fraunhofer IZM war groß – **zahlreiche** Messebesucher informierten sich zur Themen wie Ultrasonic Transducer, Wafer Bumping und Gehirnsensor.

Mitte November präsentierte das Fraunhofer IZM seine gesamte Leistungspalette auf der Productronica. Besonderes Highlight am IZM-Stand war ein nachgebautes LogistikszENARIO, anhand dessen die Funktionsweise autarker verteilter Mikrosysteme demonstriert wurde. Diese eGrains, die auch die Basis des intelligenten Golfballs bilden, waren in Spielzeug-Containern auf einem kleinen Lastwagen platziert. Die integrierten Sensoren schlugen Alarm, wenn eine Überladung des LKWs drohte.

Unter dem Motto: „Forschung fürs Leben“ wurden im November auf der MEDICA in Düsseldorf die Forschungsschwerpunkte des Institutsteils in München ins „Licht der medizinischen Anwendung“ gerückt. Besucher konnten sich von der Funktionalität neuartiger Low-Cost-Plastikmikropumpen für die Medikamentendosierung, ebenso überzeugen, wie von modernster Technologie für den Einsatz im Infusionsalltag, direkt am Patienten. Ein hochparallel arbeitendes Protein-Biochip-System für eine schnelle

vor-Ort-Diagnostik von Infektionskrankheiten, diverse Mikroventile und Nanojet-Bauelemente rundeten das Portfolio am Fraunhofer IZM-Stand ab.

Den Abschluss des Messejahres 2005 stellte die von der Fraunhofer Gesellschaft veranstaltete Hausmesse in der Hauptverwaltung der Continental Teves AG in Frankfurt/Main dar. Gemeinsam mit anderen Fraunhofer-Instituten informierte das IZM zu Innovationen aus den Bereichen Werkstoffe, IuK, Prozesstechnologie, Qualitätssicherung und Zuverlässigkeit spezifisch für die Konzernbereiche Continental Teves und Continental Temic.

*FACTS & FIGURES



» FACTS & FIGURES

-	-
080 - 081	DAS IZM IN FAKTEN UND ZAHLEN
082	AUSZEICHNUNGEN UND PREISE
083	AUSBILDUNG
084	VORLESUNGEN, EDITORIALS
085	DISSERTATIONEN, BEST PAPER AUSZEICHNUNGEN
086	KOOPERATIONEN MIT DER INDUSTRIE
087	MITGLIEDSCHAFTEN
088 - 091	VERÖFFENTLICHUNGEN
092	PATENTE UND ERFINDUNGEN
093	IZM KURATORIUM
094 - 095	IZM KONTAKTADRESSEN

Das IZM in Fakten und Zahlen

» Finanzielle Situation |

Der Umsatz des IZM blieb im Jahr 2005 mit einer Summe von 27,3 Millionen Euro stabil.

Dieser wurde zu 43% aus direkten Aufträgen deutscher und internationaler Industrieunternehmen und Wirtschaftsverbänden finanziert. Dies entspricht einer Summe von 11,7 Millionen Euro.

Insgesamt konnten 21 Millionen Euro durch externe Erträge finanziert werden.

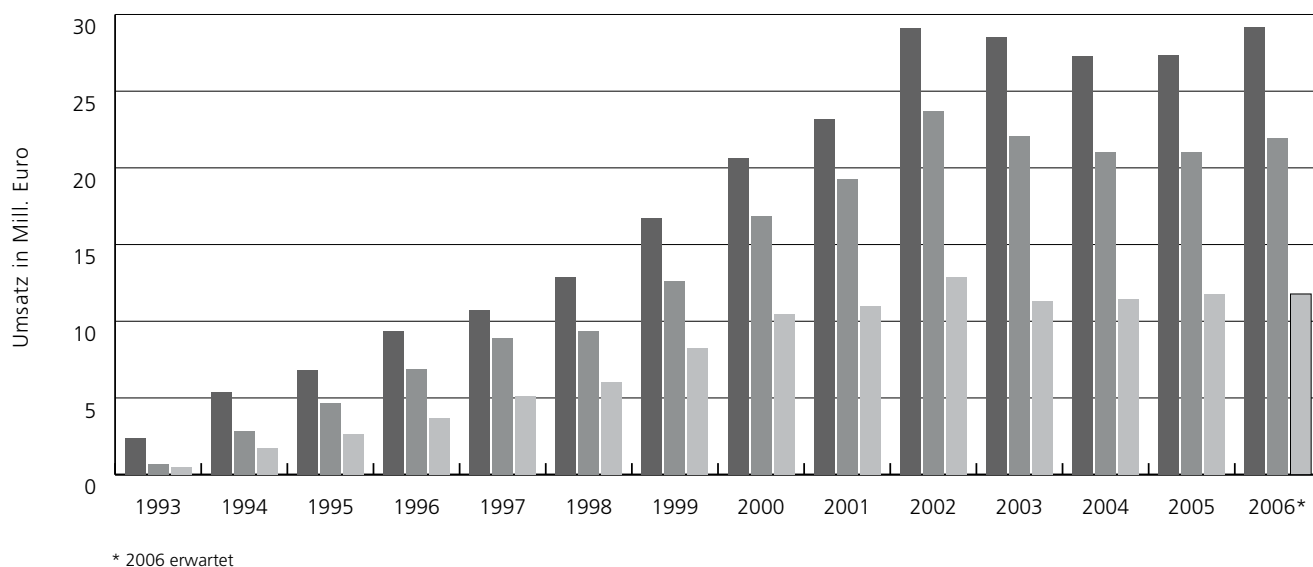
Die dem Institut zur Verfügung stehende Grundfinanzierung des Bundes und der Länder wurde zu wesentlichen Teilen für Eigenforschungsprojekte eingesetzt, mit dem Ziel, das Leistungsspektrum des IZM zu verbessern.

» Investitionen und Labore |

Im Jahr 2005 wurden im IZM 3,8 Millionen Euro für Investitionen eingesetzt. Hervorzuheben sind die folgenden Maßnahmen.

Mit Unterstützung durch strategische Mittel der Fraunhofer-Gesellschaft wurden ein Flip-Chip-Bonder für 0,4 Millionen Euro sowie eine Power-COB-Fertigungslinie für 0,5 Millionen Euro am Standort Berlin beschafft.

Um die wissenschaftliche Zusammenarbeit standortübergreifend zu fördern, ist mit der Maßnahme „Verteilter modellbasierter Systementwurf“ für 0,7 Millionen Euro begonnen worden.



» Personalentwicklung |

Der Personalbestand des IZM konnte im Wesentlichen konstant gehalten werden, lediglich im Institutsteil München erfolgte eine Reduzierung um 10 Personen. Dieses konnte durch das Auslaufen befristeter Verträge realisiert werden.

Das IZM stellte 2005 insgesamt 213 Vollzeitarbeitsplätze zur Verfügung. Das Institut unterstützt weiterhin Studentinnen und Studenten mit der Möglichkeit, ihr Studium mit praktischer wissenschaftlicher Arbeit in den Laboren und Büros des Instituts zu kombinieren. Die Zahl von durchschnittlich 110 Praktikanten, Diplomanden und studentischen Hilfskräfte konnte beibehalten werden.

Darüber hinaus bietet das IZM in Kooperation mit der TU Berlin neun Auszubildenden die Möglichkeit, die Berufe des Mikrotechnologen, Fachinformatikers und Kauffrau für Bürokommunikation zu erlernen.

» Kontakt |



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

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

Auszeichnungen und Preise



Fraunhofer-Preisträger Dr. Vogel (Mitte), Dr. Keller (rechts)



IZM-Forschungspreisträgerin Christine Kallmayer mit Institutsleiter Prof. H. Reichl

- » Der Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2005 geht an Prof. Bernd Michel, Dr. Dietmar Vogel und Dr. Jürgen Keller | Für ihre herausragenden Arbeiten zur Produktzuverlässigkeit in der Mikro- und Nanotechnologie durch Nanodeformationsanalyse wurden Prof. Dr. Bernd Michel aus Chemnitz, Dr. Dietmar Vogel aus Berlin und Dr. Jürgen Keller aus Berlin in diesem Jahr mit dem dritten Joseph-von-Fraunhofer-Preis ausgezeichnet.

Durch das von den Preisträgern entwickelte nano-DAC/fibDAC-Verfahren können Eigenspannung, Materialverformung und -schädigung von miniaturisierten Systemen erfasst werden, in Größenbereichen, in denen konventionelle Messverfahren bislang an ihre Grenzen stießen.

Das patentierte Verfahren wird bereits in zahlreichen Unternehmen und Forschungseinrichtungen eingesetzt.

Sustainability Award 2005 für Kayoko Tsunazawa |

Im Rahmen des vom Fraunhofer IZM veranstalteten Symposiums „Progress by Hetero System Integration“, das am 7. April 2005 in Tokyo stattfand, verlieh der Deutsche Akademische Austauschdienst in Kooperation mit dem Fraunhofer IZM den „Sustainability Award 2005“ an Kayoko Tsunazawa, verbunden mit einem Doktorandenstipendium in Deutschland.

Dr.-Ing. Robert Hahn erhält den f-cell award 2005 in Bronze |

Für ihre Arbeiten rund um die Mikrobrennstoffzelle wurden Dr. Robert Hahn und sein Forschungsteam am 26. September mit dem f-cell award 2005 in Bronze ausgezeichnet. Die Preisvergabe war Teil des f-cell Forums im Neuen Schloss in Stuttgart.

- » IZM Forschungspreis 2005 geht an Christine Kallmayer | Bereits zum sechsten Mal verlieh das Fraunhofer Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM den IZM-Forschungspreis für herausragende Leistungen auf dem Gebiet der Aufbau- und Verbindungstechnik. Die Ehrung der diesjährigen Preisträgerin Christine Kallmayer durch den Institutsleiter des IZM, Prof. Herbert Reichl, fand am 21. Dezember 2005 im Rahmen eines Festkolloquiums statt. Christine Kallmayer wurde für ihre zukunftsweisenden Arbeiten zur Flip Chip Montage auf flexiblen Substraten ausgezeichnet.

Christine Kallmayer forscht bereits seit 1994 für das Fraunhofer IZM in Berlin und hat sich dort als Leiterin der Gruppe System Integration on Flex ein internationales Renommee erarbeitet. Spätestens seit der Entwicklung neuer Verbindungstechnologien für die Integration flexibler Schaltungen in Textilien, die vor zwei Jahren u.a. die Vollvernetzung eines Fahrradkurriers ermöglichten, zählt Kallmayer zu den am meisten gefragten Wissenschaftlern auf diesem Gebiet. Sie ist außerdem Spezialistin für die Montage ultradünner Chips, das leitfähige Kleben und das Drucken von Polymer-Pasten.

iNEMI-Ehrung für Hansjörg Griese |

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

Ausbildung



Auszubildende am Fraunhofer IZM



Reinraumführung



Bewerbungstraining mit Schülerinnen

» Berufsausbildung |

Das Fraunhofer IZM hat früh den Bedarf an umfassend qualifizierten und verantwortungsbereiten Fachkräften für die Herstellung mikrotechnischer Bauteile und Komponenten erkannt und sich deshalb entschieden, die Ausbildung von Mikrotechnologen anzubieten. Als qualifizierte Fachkraft auf Facharbeiterebene besitzt der Mikrotechnologe die in diesem Technologiefeld benötigten Kenntnisse und Fähigkeiten auf hohem Niveau. Das Fraunhofer IZM bildet seit 1998 jährlich 2-3 Mikrotechnologen mit den Schwerpunkten Mikrosystemtechnik und Chipverbindungstechniken aus. Die Berufsausbildung wird im Berliner Verbund mit der Technischen Universität Berlin, Forschungsinstituten und Berliner Unternehmen gemeinsam durchgeführt.

Zusätzlich wird seit 2005 im Verwaltungsbereich eine Fachfrau für Bürokommunikation ausgebildet.

» Lokale Ausbildungsnetzwerke |

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

Im Rahmen der seit 2004 mit dem in der Nähe gelegenen Diesterweg-Gymnasium eingegangenen Schulpartnerschaft werden regelmäßig eine Elektronik AG, Bewerbungstrainings und Hilfe bei der Berufsorientierung angeboten. Die Schüler waren zudem bei der „Langen Nacht der Wissenschaften“ zu Gast und können an Institutsführungen teilnehmen. Das Institut präsentierte sich beim Schulfest.

Um die Einführung von Nachhaltigkeitsaspekten u.a. von Elektronik in die schulische und duale Ausbildung zu fördern, arbeiten wir eng mit der wibz GmbH zusammen. Langfristiges gemeinsames Ziel ist die Integration von lebenszyklusorientierten Ausbildungsinhalten. So fand im Rahmen des bundesweiten Girls' Day am Berliner Standort wiederholt ein gemeinsam organisierter Praktikumstag zum Thema Handy und Umwelt statt.

Vorlesungen, Editorials

»» Vorlesungen (Auswahl) |

Prof. Reichl, TU Berlin

- Technologien der Mikrosysteme II
- Grundzüge der Elektronik
- Halbleiterbauelemente

Prof. Reichl, Dr. Schneider-Ramelow

- Werkstoffe der Mikrosystemtechnik II

Prof. Reichl, Dr. Dieckerhoff, Dr. Wunderle

- Entwurf und Simulation von Mikrosystemen

Prof. Reichl, Dr. Töpfer

- Physikalisch-Chemische Grundlagen der Mikrosystemtechnik

Prof. Geßner, Technische Universität Chemnitz

- Semiconductor Device Technology
- Microtechnologies

Prof. Bauer, BTU Cottbus

- Organic Chemistry
- Polymeric Materials

Dr. Kurth, TU Chemnitz

- Prüftechnik (Hauptstudium)
- Elektronische Messtechnik (Hauptstudium)

Dr. Mehner, TU Chemnitz

- Computer Aided Design CAD, Mikrosystemtechnik

Dr. Streiter, TU Chemnitz

- Prozesssimulation / Equipmentmodellierung

Dr. Strohhofer, Fachhochschule München

- Biosensors (for bioengineers)

»» Kooperation mit der BTU Cottbus |

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

Editorials |

SMT/ES&S/Hybrid Nürnberg, Proceedings

Prof. H. Reichl (Editor)

Micro System Technologies, Journal

(Springer Verlag International Heidelberg, New York)

Prof. B. Michel (Editor),

Prof. T. Geßner, Prof. H. Reichl

(Members of Editorial Board)

PLUS Journal (Eugen G. Leuze Verlag, Saulgau)

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

Prof. H. Reichl, Prof. W. Scheel

(Members of Editorial Board)

Micromaterials and Nanomaterials

Prof. B. Michel (Editor)

Prof. H. Reichl, R. Aschenbrenner, Prof. M. Bauer,

Prof. T. Geßner (Members of Advisory Board)

Advanced Metallization Conference 2004 (AMC 2004), Proceedings

Materials research society,

Warrendale, Pennsylvania, 2005

D. Erb, P. Ramm, K. Masu, A. Osaki (Editors)

Dissertationen, Best Paper Auszeichnungen

» Archodoulaki, V.

Eigenschaftsänderungen von Polyoxymethylenen induziert durch Verarbeitung, Alterung und Recycling

Chenping, Jia

„Mikromechanischer Ultraschallwandler aus Silizium – Silicon Micromachined Ultrasonic Transducers“

Knechtel, Roy

„Halbleiterwaferbondverbindungen mittels strukturierter Glaszwischen-schichten zur Verkapselung oberflächenmikromechanischer Sensoren auf Wafer-ebene“

Oberender, Christof

Die Nutzungsphase und ihre Bedeutung für die Entwicklung umweltgerechter Produkte (The Use Phase and its Importance for Design for Environment)

Rau, Ingolf

Bewertung und Zuverlässigkeitsanalyse von Underfillmaterialien für die Flip-Chip-Technik

Schmitz, Andreas

System Development of Miniaturised Planer Self-breathing Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC): Simulation, Characterisation and Construction

Schneider, Jens

Nucleation and growth during the formation of polycrystalline silicon thin films

Wolf, Heinrich

Modellierung von Prüfsystemen und Schutz-elementen zur Kompaktsimulation von elektrostatischen Entladungen an integrierten Schaltungen

Best Paper Awards

„He Bong Kim“ Best Paper Award 2005 given to: **K. Bock, J. Wolf and H. Reichl:** for their paper “Trends in RF and Wireless Packaging” GaAs Mantech Conference, 11 – 14 April 2005, New Orleans , Louisiana, USA

Best Poster Award, GaAs Mantech 2005

K. Bock, C. Landesberger, M. Bleier, D. Bollmann, D. Hemmetzberger: “Characterization of Electrostatic Carrier Substrates to be Used as a Support for Thin Semiconductor Wafers”

Best Paper des ESD-Forums 2005

H. Gieser, H. Wolf, F. Iberl: „Comparing Arc-free Capacitive Coupled Transmission Line Pulsing CC-TLP with Standard CDM Testing and CDM Field Failures“

Best Paper der SMTA 2005

L. Böttcher, A. Neumann, A. Ostmann, H. Reichl: “Integration of Active and Passive Components Using Chip in Polymer Technology“

„Philips Best Paper Award“, ICEPT 2005

Th. Löher, A. Neumann, L. Böttcher, B. Pahl, A. Ostmann, H. Reichl: „Smart PCB’s Manufacturing Technologies“

Best Paper Intern. Conference on Device Packaging

M. Töpfer, V. Glaw, K. Zoschke, . Ehrmann, H. Reichl: „WLCSP Technology Direction“

Best Paper des ISSE 2005

D. Polityko, S. Guttowski, W. John, H. Reichl: „Physical Design and Technology Parameters for Vertical System-in-Package Integration“

Kooperationen mit der Industrie (Auswahl)

Unternehmen	Ort
3D-Micromac	Chemnitz
AEMtec GmbH	Berlin
AIM GmbH	Heilbronn
Airbus Deutschland GmbH	Hamburg
AMD Saxony LLC & Co. KG	Dresden
Amitronic GmbH	Seefeld
Andus Electronic GmbH	Berlin
Angewandte Mikrosesstechnik GmbH	Berlin
Atmel Germany GmbH	Dresden, Heilbronn
Atotech Deutschland GmbH	Berlin
BMW	München
Brose GmbH	Coburg
Chemnitzer Werkstoffmechanik GmbH	Chemnitz
Colour Control Farbmesstechnik GmbH	Chemnitz
Conti TEMIC microelectronic GmbH	Nürnberg, München
Degussa AG Creavis Technologies & Innovation	Marl
DaimlerChrysler AG	Stuttgart, München
Dilas Diodenlaser GmbH	Mainz
directif GmbH	Erlangen
Dow Chemical Company	Midland, MI (USA)
Drägerwerk AG	Lübeck
EADS	Paris, Toulouse (F), München, Ulm
Ekra GmbH	Bönningheim
Emerson&Cuming	Westerlo (BE), Bridgewater (USA)
EMZ GmbH & CoKGaA	Nabburg
Endress & Hauser Conducta GmbH	Gerlingen
EPCOS AG	München
First Sensor GmbH	Berlin
Hella	Lippstadt, Bremen
Henkel KgaA	Düsseldorf
Heraeus	Hanau

Unternehmen	Ort
Hitachi PERL	Yokohama (J)
hmp Heidenhain Mikroprint GmbH	Berlin
Hymite Deutschland GmbH	Berlin
Infineon AG	München, Regensburg, Dresden
InnoMat GmbH	Teltow
Infratec GmbH	Dresden
Laser Components GmbH	Garching
LG Thermo Technologies GmbH	Annaberg-Buchholz
Lust Antriebstechnik GmbH	Lahnau
Mandigo GmbH	München
Mikrogen GmbH	Neuried
Nanotest und Design GmbH	Berlin
Philips Semiconductors B.V.	Eindhoven (NL)
Phonak	Stäfa (Ch)
Polytec GmbH	Waldbronn
Ricoh Company Ltd.	Yokohama (J)
RKT GmbH	Roding
Robert Bosch GmbH	Stuttgart, Berlin, Reutlingen
Rohde & Schwarz GmbH	München
Schott Electronics GmbH	Landshut
Sentech Instruments GmbH	Berlin
Siemens AG	München
Smart Fuel Cell AG	Brunnthal
ST Microelectronics	Agrate Brianza (I); Tours (F)
Süss Microtec GmbH	München
TÜV Bayern	München
X-Fab GmbH	Erfurt
Texas Instruments	Freising
Hewlett Packard	Böblingen
Tanaka Denshi Kogyo Co. Ltd.	Tokyo (J)
Volkswagen AG	Wolfsburg

Mitgliedschaften (Auswahl)

Academy of Sciences of New York	Prof. B. Michel	Member
Sächsische Akademie der Wissenschaften / Leipzig	Prof. T. Geßner	Member
Advanced Metallization Conference (AMC)	Peter Ramm	Executive Committee
ALCATECH Council of Technical Sciences of the Union of German Academies of Sciences and Humanities	Prof. T. Geßner	Member
American Chemical Society (ACS), USA	Prof. M. Bauer	Member
Arnold Sommerfeld Gesellschaft zu Leipzig	Prof. B. Michel	Scientific Committee
Chongqing University	Prof. T. Geßner	Advisory Professor
Deutscher Verband für Schweißtechnik (DVS)	Prof. W. Scheel	Executive Board
EcoDeNet (Tokyo/Japan), EcoPac (Wuxi/China)	H. J. Griese	Member
European Technology Platform Nanoelectronics (ENIAC)	Prof. H. Reichl	Team Leader Domain "Heterogeneous Integration"
ESD Association	Dr. H. Gieser H. Wolf	Technical Program Committee
FUDAN University	Prof. T. Geßner	Advisory Professor
German Science Foundation	Prof. T. Geßner	Referee
Interessengemeinschaft Electrostatic Discharge e.V.	Dr. H. Gieser	President
International Technology Roadmap Semiconductors (ITRS) (Technical Working Group Assembly and Packaging)	M. J. Wolf	Chairman Europe
Kompetenzzentrum Kunststoffe des Landes Brandenburg	Prof. M. Bauer	Advisory Council
KoWi, Service Partner for European R&D funding, Brussels	Prof. T. Geßner	Member of the Board of KoWi
LEIBNIZ-SOZietät e.V.	Prof. M. Bauer	Member
Organic Electronics Association OEA of the VDMA	Dr. K. Bock	Vice President
PIDEA+ (Packaging and Interconnection Development for European Applications)	Dr. K.-D. Lang	Chair of the PIDEA+ Technical Advisory Committee
Senatsausschuss Evaluierung der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz (WGL)	Prof. T. Geßner	Member
Silicon Sensor	Prof. H. Reichl	Advisory Board
Stiftung Industrieforschung	Prof. M. Bauer	Reviewer
The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE), USA	Prof. H. Reichl	IEEE Fellow
IEEE Component, Packaging and Manufacturing Technology Society Technical Committees: Green Electronics, Manufacturing and Packaging MEMS and Sensor Packaging Wafer Level Packaging	R. Aschenbrenner H. Griese E. Jung M. Töpfer	Vice President Conferences Technical Chair Technical Chair Technical Chair
VDI/VDE- Gesellschaft für Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik (GMM) Technical Committee Packaging and Interconnection Technologies	Dr. K.-D. Lang	Chairman
Wissenschaftlich-technischer Rat der Fraunhofer-Gesellschaft	H. Griese	Representative of IZM
Wissenschaftlich-technischer Rat Forschungszentrum Karlsruhe	Prof. H. Reichl	Member

Veröffentlichungen (Auswahl)

- » *Aschenbrenner, R.; Pfahl, R. C.; Bird, J. M.*
The 2004 International Electronics Manufacturing Initiative (iNEMI) Technology Roadmaps
IMAPS Brugge 2005, Brügge, Belgium
- Bauer, M.*
“Brandverhalten”
Praxis der Kunststoffprüfung (Kapitel 11.2),
W. Grellmann, S. Seidler
(Ed.) München: Hanser 2005,
ISBN 3-4446-22086-0, S. 599-621
- Bauer, M.*
Polymere für eine immer rasantere Informationsübertragung
Sitzungsberichte der Leibniz Sozietät, 80, 2005,
S. 103-114
- Becker, K.-F.; Braun, T.; Neumann, A.; Ostmann, A.; Coko, E.; Koch, M.; Bader, V.; Aschenbrenner, R.; Reichl, H.*
A New Wafer Level Packaging Approach: Encapsulation, Metallization And Laser Structuring For Advanced System In Package Manufacturing
ASME Journal of Electronics Packaging, Vol. 127,
No. 1, pp. 1-6
- Bock, K.*
Polymer Electronics Systems - Polytronics
Proceedings of IEEE, 93, 8/2005, pp.1400-1406
- Braun, T.; Becker, K.-F.; Sommer, J.-P.; Löher, T.; Schottenloher, K.; Kohl, R.; Pufall, R.; Bader, V.; Koch, M.; Aschenbrenner, R.; Reichl, H.*
High Temperature Potential of Flip Chip Assemblies for Automotive Applications
Proceedings of ECTC 2005, Orlando, Fl., USA
- Deubzer, O.*
European Legislation and its Effects on the Chinese Electronics Industry
Opening Workshop of the EcoPac Demonstration Line, Wuxi, China, March 2005
- Dudek, R.; Döring, R.; Michel, B.; Picault, A.; Autissier, J. F.*
Thermo-mechanical Reliability Analysis on Solder Joints of Ceramic Components
3rd International Conference on Lead-free Electronics, Barcelona, Spain, June 2005
- Endres, H.-E.; Bock, K.*
Condition Monitoring with Electrochemical Sensors
Proceedings of Micro System Technologies 2005, October 2005, Munich, Germany, pp. 368-377
- Fiedler, S.; Zwanzig, M.; Schmidt, R.; Gimsa, U.; Klimm, D.; Gimsa, J.*
Generation and Application Potential of Metal Nano-Lawn Structures
Nanobionics III; Marburg 04.-08.04.2005
- Geißler, U.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K. D.; Reichel, H.*
Investigation of Microstructural Processes during Ultrasonic Wedge/Wedge Bonding of AlSi1 Wires
Journal of ELECTRONIC MATERIALS,
Vol.35, No.1, 2006
- Geßner, T.; Schulz, S.E.; Schulze, K.; Ecke, R.; Frühauf, S.; Streiter, R.*
Challenges of Advanced Interconnect Systems: Cu Diffusion Barrier, Porous Low k Dielectrics and Thermal Issues
Invited Talk. ICMAT 2005, Singapore, June 2005
- Gieser, H.; Wolf, H.; Iberl, F.*
Comparing Arc-free Capacitive Coupled Transmission Line Pulsing CC-TLP with Standard CDM Testing and CDM Field Failures
Tagungsband 9. ESD-Forum Berlin 2005, pp. 11-17
- Jung, E.; Bader, V.; Kolesnik, I.; Kaschlun, K.*
Hetero System Integration for a System in Package Using Wafer Level Packaging and Assembly
IEEE System in Package Workshop Berlin, Berlin, Januar 2005

Griese, H.; Stobbe, L.; Müller, J.; Deubzer, O.; Middendorf, A.

Global Sustainable Development and Technological Innovations
EcoDesign 2005, Tokyo, Japan, Dezember 2005

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

The Status of Micro Fuel Cell Technology and its Contribution to the Energy Supply of Autonomous Sensors
SENSOR 2005, Mai 2005, Nürnberg, pp.341-346

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

Precise Flip Chip Assembly Using Electroplated AuSn20 and SnAg3.5 Solder
Proceedings 56th Electronic Components and Technology Conference, San Diego, USA, 2006

Keil, N.; Yao, H.H.; Zawadzki, C.; Beyer, F.; Radmer, O.; Bauer, M.; Dreyer, C.

Super Compact Optical Add-drop Multiplexer (OADM) for FTTH Application Based on Low-loss Polymer Wave Guide Materials
Electronic Letters, 41 (4), 2005, S. 186-188

Keoschkerjan, R.; Wenninger, F.; Richter, M.

High-throughput Microreactor Fabricated in Silicon for Chemical and Biological Engineering
Proceedings Micro System Technologies 2005, München, Oktober 2005, pp. 390-397

Klein, M.; Oppermann, H.; Reichl, H.

Gold-Gold Flip Chip Bonding Processes for RF, Optoelectronic, High Temperature and Power Devices
Proceedings Micro System Technologies 2005, München, Oktober 2005, pp.345-352

Klink, G.; Hammerl, E.; Drost, A.; Hemmetzberger, D.; Bock, K.

Reel-to-Reel Manufacturing of Integrated Circuits Based on Soluble Polymer Semiconductor
Proceedings of Polytronic 2005, pp. 1-6
Polytronic 2005, Wroclaw, Polen

Klumpp, A.; Bonfert, D.; Merkel, R.; Nebrich, L.; Weber, J.; Wieland, R.; Ramm, P.

3D Integration of CMOS Transistors with ICV-SLID Technology
Proceedings RTI 2005 Conference, Tempe, Arizona, USA

Kurth, S.; Kaufmann, C.; Hahn, R.; Mehner, J.; Dötzel, W.; Geßner, T.

A Novel 24-kHz Resonant Scanner for High-Resolution Laser Display
Proceedings of SPIE, Vol No. 5721, pp. 23 – 33

Lang, K. D.; Großer, V.; Amiri Jam, K.; Wolf, J.; Semionyk, P.; Schmitz, S.; Rochlitzer, R.; Prietzsch, D.; Reichl, H.

Industrially Compatible PCB Stacking Technology for Miniaturized Sensor Systems
Fraunhofer IZM Berlin; Germany ESYS GmbH; Swissbit Germany AG

Linz, T.; Kallmayer, C.; Aschenbrenner, R.; Reichl, H.
Embroidering Electrical Interconnection with Conductive Yarn for the Integration on Flexible Electronic Modules into Fabric
IEEE International Symposium on Wearable Computing, Osaka, Japan, Oktober 2005

Michel, B.

Experimental Mechanics on the Way from Micro to Nano
Experimental Technique, vol. 29 (2005), No. 2, pp. 3-5

Michel, B.; Keller, J.

Nanodeformation Analysis near Small Cracks by Means of nanoDAC Technique
G. Wilkening (Ed.): Nanoscale Calibration Standards and Methods, Wiley VCH, Weinheim 2005, pp. 481-489

Middendorf, A. Griese, H.; Hulsken, G.; Neß, O.; Reichl, H.; Schrank, K.

Condition Monitoring of Automotive Electronic Systems with Life Cycle Units
Micromaterials and Nanomaterials, p. 68, ISSN 16192486 MicroCar 2005, Leipzig, Juni 2005

Veröffentlichungen (Auswahl)

Müller, J.; Griese, H.; Schischke, K.; Stobbe, L.
**Transition to Lead-free Soldering– A Great
Chance for a Better Understanding of Materials
and Processes and Green Electronics**
Proceedings International Conference on Asian Green
Electronics, Shanghai/China, März 2005

Nebrich, L.; Neumeier, K.; Stadler, A.; Weber, J.;
Bensch, F.; Kreuzer, S.; Vogg, G.; Herrmann, K.;
Klumpp, A.; Wieland, R.; Bonfert, D.; Soldner, W.;
Ramm, P.

**Process Integration of Infrared Sensitive PIN
Photodiodes and CMOS Transistors in a Single
SiGe Substrate**

Proceedings of the 2nd ISTDM Conference 2004,
Frankfurt/Oder
Materials Science in Semiconductor Processing,
Vol. 8, No 1-3 (2005), pp. 429-433

Nowottnick, M.; Scheel, W.; Pape, U.; Wittke, K.
**Flüssige Lötverbindungen für die Hochtempera-
tur-Elektronik**
2. Fachkongreß MicroCar 2005; Leipzig 21.-22. Juni
2005

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

**Passive Alignment Flip Chip Assembly Using
Surface Tension of Liquid Solder and
Micromechanical Stoppers**

SPIE 2005 Reliability, Packaging, Testing and
Characterization of MEMS/MOEMS - MOEMS-MEMS
MICRO & NANOFABRICATION Symposium, Photonics
West 2005, Januar 2005, San Jose, California, USA

Ramm, P.

3-D Integration of ICs

Tutorial
Proceedings AMC Workshop on 3 D Integration,
Colorado Springs, USA, 2005

Richter, M.; Congar, Y.; Nissen, J.; Neumayer, G.;
Heinrich, K.; Wackerle, M.
**A Multi-material Micropump for Applications in
Microfluidics**
4M 2005 Proceedings, pp. 397-400

Scheel, W.; Nowottnick, M.

**Die Leiterplatte als multifunktionale System-
plattform**

13. FED-Konferenz; Fulda, September 2005, Tagungs-
band S. 19-46

Scheel, W.; Wittke, K.; Nowottnick, M. (Editor)
**Innovative Produktionsprozesse für die Hoch-
temperatur-Elektronik**

Buchreihe Aufbau- und Verbindungstechnik in der
Elektronik – aktuelle Berichte, Band 2; Verlag Dr. Mar-
kus Detert, Templin 2005; ISBN 3-934142-52-4

Schischke, K.; Middendorf, A.; Reichl, H.; Griese, H.;
Kasper, M.; Ong, K.

**Green MST Design from a Designer's
Perspective: How to Base Decisions on
Environmental Issues**

Conference Record 2005 IEEE Int. Symposium on
Electronics and the Environment, New Orleans,
Mai 2005

Schmidt, R.; Elkin, B.

**Funktionalisierung, Metallisierung und Struktu-
rierung von Schaltungsträgern für die Aufbau-
und Verbindungstechnik in der Elektronik**
27. Ulmer Gespräch; Neu-Ulm 28.-29.04.2005

Schreier-Alt, T.; Rebholz, C.; Badstübner, K.;
Ansorge, F.; Michel, B.

**Measurement and Simulation of Packaging
Induced Stress on Sensors**

Conference Proceedings Sensor + Test Nürnberg

Schulze, K.; Schuldt, U.; Kahle, O.; Schulz, S.E.; Uhlig, M.; Uhlig, C.; Dreyer, C.; Bauer, M.; Geßner, T.
Novel Low-k Polycyanurates for Integrated Circuit (IC)

Metallization Microelectronics Engineering, 82(3-4), 2005, pp. 356-361

Sommer, J.-P.; Michel, B.; Ostmann, A.

Numerical Characterization of Electronic Packaging Solutions Based on Hidden Dies

6th Int. Conf. on Electronic Packaging Technologies, Shenzhen, China, August, 2005

Töpper, M.; Lopper, Ch.; Röder, J.; Hauck, K.; Baumgartner, Th.; Reichl, H.; Tönnies, D.

Photo-Resist Technology for Wafer Level Packaging and MEMS Applications

European IMAPS Conference 2005, Brugge, Belgium, Juni 2005

Uhlig, C.; Bauer, M.; Kahle, O.

Toughening of Reactive Resins by Phase Separation and by Particles and Measuring Fracture Toughness by Optical Crack Tracing

Micromaterials and Nanomaterials 4, 2005, p. 60

Vogel, D.; Sabaté, N.; Wunderle, B.; Keller, J.; Michel, B.

Nanoreliability for Mechanically Loaded Devices

Proceedings International Congress of Nanotechnology 2005 (ICN 2005), No. 2-5, 2005

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

Foil Type MEMS Fuel Cell

Small Fuel Cells for portable Applications 2005, 6th Edition, pp. 179-198

Weber, J.; Nebrich, L.; Bensch, F.; Neumeier, K.; Vogg, G.; Wieland, R.; Bonfert, D.; Ramm, P.
High Quality Strained Si / SiGe-Substrates for CMOS and Optical Devices

Proceedings European Workshop Materials for Advanced Metallization MAM 2005, Microelectronic Engineering 82 (2005), pp. 215-220

Wolf, H.

Modellierung von Prüfsystemen und Schutzelementen zur Kompaktsimulation von elektrostatischen Entladungen an integrierten Schaltungen

Dissertation an der TU Berlin 2006, ISBN 3-8322-4886-2, Aachen, Shaker Verlag, 2006

Wolf, H.; Streiter, R. Rzehak, R.; Meyer, F.; Springer, G.

Empirical Modeling of Oxide CMP at Chip Scale

Materials for Advanced Metallization - MAM, Dresden, 2005 March 6-9; Microelectronic Eng. 82/3-4 (2005) 686-694 (ISSN 0167-9317)

Wolf, H.; Gieser, H.; Soldner, W.; Goßner, H.

A Dedicated Set-Up to Investigate the ESD Robustness of RF Elements and Circuits

Proceedings of the ESREF Symposium 2005, Microelectronics Reliability Journal, vol. 45, issues 9-11 2005, pp. 1421-1424

Wolf, J.; Reichl, H.

Hetero System Integration Technologies: Challenges & Choices

IMAPS Nordic, September 05

Zoschke, K.; Wolf, J.; Töpper, M.; Ehrmann, O.; Fritzsich, Th.; Scherpinski, K.; Reichl, H.

Fabrication of Application Specific Integrated Passive Devices using Wafer Level Packaging Technology

Proceedings ECTC 2005 Florida, USA, pp. 1594 - 1601

Patente und Erfindungen (Auswahl)

» Becker, K.-F.; Manke, I.; Ostmann, A.; Reichl, H.
**Verfahren zur Erzeugung von Verbindungen
in der Mikroelektronik**
DE 103 34 391

Bock, K.
**Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen
eines Systems mit einer an einer vorbestimmten
Stelle einer Oberfläche eines Substrats
aufgebrachten Komponente**
DE 1032559

Dreyer, C.; Bauer, M.; Iyer, S.; Smith, D. W.
**Synthesis of Novel Monomers Containing
the Trifluorovinylidene- Group and the
Cyanato-Group and Polymers there of**
US Patent Application 2005

Dreyer, C; Bauer, M.; Bauer, J.; Schneider, J.
New Triazine Containing Polymers
EP Patent Application 2005

Landesberger, C.; Bollmann, D.
**Traegerwafer und Verfahren zum Bearbeiten
eines Halbleiterwafers unter Verwendung
eines Traegerwafers**
DE 10340409

Landesberger, C.; Reichl, H.; Ansorge, F.;
Ramm, P.; Ehrmann, O.
**Multichip Module and Method for
Producing a Multichip Module**
Japanese Patent JP 3662539,
1. April 2005

Otto, T.; Nestler, J.; Baum, M.; Geßner, T.
**Mikrofluidische Vorrichtung für
die optische Analyse**
Deutsches Patent 10 2004 015 906 A1

Otto, T.; Nestler, J.; Frömel, J.; Geßner, T.
**Verfahren und Vorrichtung zum Abformen
von mikrofluidischen Strukturen**
Deutsche Patentanmeldung: 10 2005 041 505.9

Ramm, P.; Buchner, R.
**Method for Producing
Three-Dimensional Integrated Circuits**
Japanese Patent JP 3660904,
25. März 2005

Uhlig, C.; Bauer, M.
**Baelement, insbesondere zur
Wandverkleidung, und Verfahren
zu dessen Herstellung**
Internationale Patentanmeldung PCT/EP
2005/013800; 2005.

IZM Kuratorium

Vorsitzender

Dr. W. Schmidt
HDIC, Russikon, Schweiz

Mitglieder

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

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

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

Dr. L. Cergel
MOTOROLA, Genf, Schweiz

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

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

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

Dr. Ch. Kutter
Infineon Technologies, München

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

B. Lietzau
Regierungsdirektor der Senatsverwaltung für Wissen-
schaft, Forschung und Kultur, Berlin

Dr. M. Meier
Advanced Technology Management, Oberhofen am
Tunersee, Schweiz

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

Dipl.-Ing. E. Schmidt
BMW AG, München

Prof. Dr. Dr. h.c. E. Sigmund
Präsident der Brandenburgischen Technischen
Universität Cottbus

Prof. Dr. A. Stevels
TU Delft, Niederlande

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

Prof. Dr. H.-J. Werrmann (i.R.)
DLR, Berlin

Prof. Dr. H. Wolf
Universität Regensburg

Prof. Dr. E. Wolfgang
SIEMENS AG, München

Gastmitglieder (ständig) /

Dr. G. Finking
Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, For-
schung und Technologie (BMBF), Berlin

Dr. D.-M. Polter
Vorstand der Fraunhofer Gesellschaft, München

Dr. A. Gossner
Vorstand der Fraunhofer Gesellschaft, München

Dr. B. Rauscher
Fraunhofer Gesellschaft, Zentrale, München

IZM Kontaktadressen

» Institutsleiter:

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

Adresse:

Gustav-Meyer-Allee 25
D-13355 Berlin

Stellvertreter des Institutsleiters:

Dr. 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: klausdieter.lang@izm.fraunhofer.de

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

Leitungsassistentz:

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

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

Leitung Administration:

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

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit:

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

Marketing:

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

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

Abteilung Micro Materials Center

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

Abteilung Environmental Engineering

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

Abteilung High Density Interconnect & Wafer Level Packaging

Leitung: Dipl.-Phys. Oswin Ehrmann
Tel.: +49 (0)30 4 64 03-1 24
Fax: +49 (0)30 4 64 03-1 23
e-mail: oswin.ehrmann@izm.fraunhofer.de

Abteilung Photonic and Power System Assembly

Leitung: 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: klausdieter.lang@izm.fraunhofer.de

Abteilung Advanced System Engineering

Leitung: Dipl.-Ing. Werner John
Tel.: +49 (0)30 4 64 03-1 44
Fax: +49 (0)30 4 64 03-1 58
e-mail: werner.john@pb.izm.fraunhofer.de

Abteilung Mikro-Mechatronische Systeme (in Oberpfaffenhofen/Bayern)

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

Abteilung Chip Verbindungstechnologien

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

Abteilung Baugruppenteknologie und Verbindungstechniken

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

Abteilung Micro Devices and Equipment (in Chemnitz/Sachsen)

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

Institutsteile

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

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

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

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

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

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

Außenstelle Teltow

Polymermaterialien und Composite
 (in Teltow / Brandenburg)
 Leitung: Prof. Dr. sc. nat. Monika Bauer
 Kantstraße 55
 D-14513 Teltow
 Tel.: +49 (0)33 28 33 02-84
 Fax: +49 (0)33 28 33 02-82
 e-mail: monika.bauer@epc.izm.fraunhofer.de

Projektgruppen

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

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

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

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

Zentrum für Mikrotechnologien (ZfM)
 Leitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Geßner
 Reichenhainer Straße 70
 D-09126 Chemnitz
 Tel.: +49 (0)371 5 31-31 30
 Fax: +49 (0)371 5 31-31 31
 e-mail thomas.gessner@che.izm fraunhofer.de

Packaging Design Center (PDC)
 Leitung: Dipl.-Ing. Werner John
 Technologiepark 34
 D-33100 Paderborn
 Tel.: +49 (0)52 51 54 02-1 00
 Fax: +49 (0)52 51 54 02-1 05
 e-mail. werner.john@pb.izm.fraunhofer.de

Herausgeber:

Dr. Klaus-Dieter Lang _ Fraunhofer IZM

Harald Pötter _ Fraunhofer IZM

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

Redaktionelle Bearbeitung:

Martina Creutzfeldt _ MCC Public Relations GmbH

Design + Layout:

Ivo Moszynski _ MCC Public Relations GmbH

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

© Fraunhofer IZM 2006

Fotografie:

Sämtliche Bildrechte Fraunhofer IZM, ansonsten Fraunhofer IZM zusammen mit:

Marcus Bleyl (9), Martina Creutzfeldt (75, 76, 77), Volker Döring (Titel, 18, 31, 66, 67), Verena Günther (72, 77), Medioimages (78), Jörg Metzke (4, 70, 82), Bernd Müller (15, 16, 19, 28, 30, 34, 42, 43, 44, 45, 46, 62), Armin Okulla (15, 18, 23, 56, 65), Frank Welke (25)