



**Fraunhofer**

**IZM**

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ZUVERLÄSSIGKEIT UND MIKROINTEGRATION IZM



**JAHRESBERICHT**

**10/11**

# INHALT

---

<b>Vorwort</b>	<b>Seite 5</b>
----------------	----------------

---

## **Fraunhofer IZM**

Fraunhofer-Gesellschaft	Seite 8
Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik	Seite 9
Zuverlässig an Ihrer Seite: Fraunhofer IZM	Seite 11
Unsere Stärke: Zusammenarbeit mit der Industrie	Seite 13
Unsere Kompetenz: Von der Technologieentwicklung zur Anwendung	Seite 15
Unser Service: Von der Materialcharakterisierung bis zur Zuverlässigkeitsanalyse	Seite 16
Professor Reichl übergibt den Staffelstab	Seite 18
Zusammenarbeit mit Universitäten	Seite 22
Internationale Forschungs Kooperationen	Seite 24

---

## **Kooperation mit dem Fraunhofer IZM**

Ihre Verbindung zu unseren Technologien	Seite 28
Fraunhofer IZM Marketing	Seite 29
Applikationszentrum Smart System Integration	Seite 30
Veranstaltungen 2011	Seite 32

---

## **Forschungs-Cluster Integration auf Substratebene**

Highlight 2010: CoolLED	Seite 35
Systemintegration & Verbindungstechnologien	Seite 36
PCB Soldering Training/Qualification and Micro Mechatronics	Seite 40

---

## **Forschungs-Cluster Integration auf Waferebene**

Highlight 2010: Permanentes und temporäres Wafer zu Wafer Bonden	Seite 43
High Density Interconnect and Wafer Level Packaging	Seite 44
All Silicon System Integration Center Dresden ASSID	Seite 46

---

### **Forschungs-Cluster Materialien, Zuverlässigkeit und Nachhaltige Entwicklung**

Highlight 2010: Charakterisierung thermischer Interface-Materialien	Seite 49
Environmental & Reliability Engineering	Seite 50

---

### **Forschungs-Cluster Systemdesign**

Highlight 2010: FreshScan	Seite 53
System Design & Integration	Seite 54

---

### **Veranstaltungen**

Events & Workshops	Seite 58
Messeaktivitäten	Seite 62
Nachwuchsförderung	Seite 64

---

### **Facts & Figures**

Das Fraunhofer IZM in Fakten und Zahlen	Seite 68
Personalien	Seite 70
Auszeichnungen	Seite 72
Dissertationen, Best Paper-Auszeichnungen	Seite 74
Vorlesungen, Editorials	Seite 75
Mitgliedschaften	Seite 76
Kooperation mit der Industrie	Seite 78
Publikationen	Seite 80
Patente und Erfindungen	Seite 84
Kuratorium	Seite 85
Kontaktadressen	Seite 86
Impressum	Seite 89

// FRAUNHOFER IZM



*Prof. Klaus-Dieter Lang,  
Institutleiter Fraunhofer IZM*

# VORWORT

Der gesamtwirtschaftliche Aufschwung des vergangenen Jahres hat auch beim Fraunhofer IZM für eine erhöhte Anzahl von Forschungs- und Entwicklungsprojekten gesorgt. Mit einem externen Ertrag von über 90 Prozent konnte das Fraunhofer IZM den höchsten Wert seit der Gründung des Instituts im Jahr 1993 erreichen.

Dieser exzellente Wert bestärkt uns in unserer Ausrichtung, zeigt er doch, dass die Integration von Elektronik und Mikrosystemtechnik in Produkte verschiedenster Anwendungsgebiete eines der zentralen Entwicklungsthemen in der Industrie ist. Das Fraunhofer IZM wird diesen Weg in Zukunft noch konsequenter beschreiten und die strategische Technologieentwicklung des Instituts noch stärker an den speziellen Bedürfnissen der einzelnen Anwendungen ausrichten. Nicht unerwähnt bleiben soll in diesem Zusammenhang, dass auch die qualitäts- und zeitgerechte Unterstützung unserer Kooperationspartner maßgeblich zu unserem Erfolg beigetragen hat.

## **Anwendungsausrichtung**

Als strategische Maßnahme wurden zur weiteren Stärkung des Anwendungsbezugs für die Anwendungsfelder

- Auto- und Verkehrstechnik
- Medizintechnik
- Sicherheitstechnik
- Optik
- Leistungselektronik

Themenverantwortliche berufen, die Kunden schnell und kompetent beraten und gemeinsame Projekte auf den Weg bringen. Auch ist so sichergestellt, dass spezielle Anforderungen und Trends in den Anwendungsfeldern direkt in die Technologieentwicklungen eingebracht werden. Die Planung weiterer Themen ist in Vorbereitung.

Electronic Packing im Anwendungsbereich Auto- und Verkehrstechnik stellt höchste Anforderungen im Hinblick auf raue Umgebungen, eine hohe Zuverlässigkeit und Lebenszyklen in der Größenordnung von Jahrzehnten. Komplexe Wertschöpfungsketten erfordern gleichzeitig ein umfassendes Verständnis von Technologien und Fertigungsprozessen, um bereits im Entwurf optimale Lösungen erarbeiten zu können. Wesentliche Randbedingungen sind dabei eine bauraumgerechte Systemintegration, der Betrieb bei hohen Temperaturen sowie der Einsatz von Leistungselektronik und Multifunktionssensoren.

Neue Konzepte für den Aufbau von Leistungselektronik gewinnen nicht nur in der Automobilindustrie an Bedeutung. Auch in anderen Anwendungsgebieten sind neue Konzepte für die Aufbau- und Verbindungstechnik gefragt, die trotz des begrenzten Einbauraums und Gewichts eine zuverlässige und effiziente Funktionalität ermöglichen. Gleichzeitig müssen dabei eine optimierte Entwärmung und die Abschirmung gegen elektromagnetische Störungen im System realisiert werden.

Im Anwendungsfeld Optik bieten LEDs Lösungen für effiziente Beleuchtungen sowie neue Möglichkeiten für die Integration in Produkte. Hohe Verlustleistungsdichten erfordern neue Konzepte und Technologien zur Wärmeverteilung- und -abfuhr. Auch für die optische Signalübertragung müssen technologische Lösungen gefunden werden, die kostengünstig optische und elektrische Komponenten in einem Modul integrieren und verbinden.

Für Life Science Anwendungen mit den Bereichen Sport und Medizin soll Elektronik unsichtbar und unmerklich ein gesundes Leben unterstützen. Für die Anwendung unmittelbar am Menschen ist eine weitere Miniaturisierung erforderlich. Der Einsatz der Elektronik am Menschen führt dabei zu besonderen Anforderungen im Hinblick auf Sicherheit, Stabilität der Materialien und Lebensdauer.

Autarke Sensorsysteme, die kritische Zustände wie z. B. Schadgase erfassen und weitergeben können, sollen die Sicherheit unserer Lebensräume unterstützen. Für miniaturisierte Sensorknoten mit eigener Energieversorgung sind energiesparende Sensoren und Funkübertragungstechniken zu entwickeln.

### **Technologische Schwerpunkte**

Zukunftsweisende technologische Herausforderungen sind für das Fraunhofer IZM heute Multifunktionalität, Miniaturisierung und die Adaption an die Anwendungsumgebung. Diese Merkmale prägen die strategische Technologieentwicklung am Institut insbesondere auf Wafer-, Modul- und Boardebene. Damit schaffen wir die Basis, um weiter führend in der Technologie- und Prozessentwicklung von innovativen Produkten mitzuwirken. Die wichtigen Technologielinien des Fraunhofer IZM erreichen hier durchgängig Industriekompatibilität und Fertigungsqualität.

Der Bereich Wafer Level Packaging wurde 2010 wesentlich durch den Aufbau des Fraunhofer IZM - ASSID All Silicon System Integration Dresden gestärkt. Mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, des Freistaats Sachsen und der EU entstand ein neues, weltweit führendes Technologiezentrum zur 3D-Integration. Für unterschiedlichste Funktionalitäten auf kleinsten Bauräumen werden Systeme vollständig mit 300mm Siliziumtechnologien realisiert.

System-in-Package-Technologien auf Modul- und Boardebene sind prozessoptimiert und zuverlässig am Fraunhofer IZM Berlin realisierbar. Kleinste Systeme, z. B. ein Kamerasystem mit

Linsen für Endoskope, werden zuverlässig und kostengünstig aufgebaut. Wafer Level Molding ermöglicht die Verkapselung direkt auf Waferebene und den Aufbau von mehrschichtigen Heterosystemen. Flexibel können hier aus verschiedensten Komponenten und variablen Substrat- und Packaging-Technologien ganze Systeme hergestellt werden. Die Einbettung von Bauteilen und Chips in die Leiterplatte ermöglicht z. B. die platzsparende Integration von elektrischen und nicht-elektrischen Funktionen. Auch hier erfolgt die Umsetzung der Entwicklungen mit Hilfe durchgängiger, industriekompatibler Fertigungslinien.

### **Integrierter Entwurf, Umwelt und Zuverlässigkeit**

Das Fraunhofer IZM bietet als weitere Kompetenz Kunden und Partnern eine optimale Unterstützung während der gesamten Produktentwicklung über den industrietauglichen Prototyp bis hin zur Absicherung der Fertigungsqualität. Dazu sind selbstverständlich wesentliche Bestandteile der Entwurf, eine Zuverlässigkeitsbestimmung und eine Umweltbewertung. Wechselwirkungen von Technologie, Design, Umwelt und Lebensdauer werden gemeinsam erfasst und im Hinblick auf Anwendung, Effizienz und Lebenszyklus optimiert.

Um robuste Systeme für raue Umgebungen entwickeln zu können, ist ein grundlegendes Verständnis der Werkstoffeigenschaften, auftretenden Fehlermechanismen und Einflussgrößen von wesentlicher Bedeutung. Von der Nanocharakterisierung von Werkstoffeigenschaften bis zur Bewertung und Optimierung auf Systemebene entwickelt das Fraunhofer IZM Methoden, die eine kosteneffiziente, anwendungsorientierte und nachhaltige Produktentwicklung ermöglichen.

Wir sind uns damit sicher, allen Anforderungen unseres Fachgebietes weiter gerecht zu werden. Auch zukünftig werden wir maßgeblich die Mikrosystemtechnik gestalten und wichtiger Ansprechpartner für das Electronic Packaging für Industrie und Forschung sein.

Bestärkt werden wir durch zahlreiche Kooperationen mit Forschungseinrichtungen und Unternehmen, auch in Europa, USA und Asien, über die wir die Weiterentwicklung des Electronic Packaging vorangetrieben haben. Ein großer Erfolg war in diesem Zusammenhang beispielsweise die dritte Electronics System Integration Technology Conference ESTC im September 2010 in Berlin. Organisiert von IEEE CPMT, IMAPS Deutschland und dem Fraunhofer IZM war es mit rund 500 Teilnehmern aus 34 Ländern die größte bisherige ESTC-Konferenz.

Abschließend möchte ich die Gelegenheit nutzen, mich bei unseren Partnern und Auftraggebern aus Industrie und Forschung, in den Ministerien von Bund und Ländern sowie bei den Projektträgern für das Vertrauen und die gute Zusammenarbeit bedanken. Gleichzeitig danke ich allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für ihre Leistung, den unermüdlichen Einsatz und für eine immer wieder kreative Arbeit in einem dynamischen Forschungsgebiet.

Einen besonderen Dank möchte ich Herrn Prof. Herbert Reichl widmen, der im April 2010 in den wohlverdienten Ruhestand eingetreten ist. Als Institutsleiter seit der Gründung des Institutes hat er maßgeblich die weltweit führende Rolle des Fraunhofer IZM im Electronic Packaging gestaltet.

Herausragende und die Arbeit des Fraunhofer IZM charakterisierende Ergebnisse finden Sie in diesem Jahresbericht. Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen und freue mich auf die Zusammenarbeit.

Ihr

A handwritten signature in black ink, reading "Klaus-Dieter Lang". The signature is written in a cursive, flowing style.

Klaus-Dieter Lang

# DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

*Das Fraunhofer IZM ist eines von 60 Fraunhofer-Instituten, die sich mit überwiegend natur- und ingenieurwissenschaftlichen Themen der angewandten Forschung verschrieben haben. Denn: Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft.*

*Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.*

## **Zahlen und Fakten**

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit mehr als 80 Forschungseinrichtungen, davon 60 Institute. Mehr als 18.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 1,65 Milliarden Euro. Davon fallen 1,40 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen erarbeiten können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden. Internationale Niederlassungen sorgen für Kontakt zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

## **Forschen für die Praxis**

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses. Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.

Um ihren Kunden ein breites Dienstleistungsspektrum anbieten zu können, bündelt die Fraunhofer-Gesellschaft die Kompetenzen ihrer 60 Institute in den sieben Forschungsverbänden Informations- und Kommunikationstechnologie, Life Sciences, Mikroelektronik, Light & Surfaces, Werkstoffe und Bauteile, Produktion sowie Verteidigungs- und Sicherheitsforschung.

Das Fraunhofer IZM ist Mitglied des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik und dort Ihr Ansprechpartner für Packaging und Systemintegration.



# FRAUNHOFER-VERBUND MIKROELEKTRONIK

Der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik (V $\mu$ E) koordiniert seit 1996 die Aktivitäten der auf den Gebieten Mikroelektronik und Mikrointegration tätigen Fraunhofer-Institute: Das sind dreizehn Institute (und drei Gastinstitute) mit ca. 2.700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Das jährliche Budget beträgt etwa 255 Millionen Euro. Die Aufgaben des Fraunhofer V $\mu$ E bestehen im frühzeitigen Erkennen neuer Trends und deren Berücksichtigung bei der strategischen Weiterentwicklung der Verbundinstitute. Dazu kommen das gemeinsame Marketing und die Öffentlichkeitsarbeit.

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

- Licht
- Technologie – von CMOS zu Smart System Integration
- Sicherheit
- Energieeffiziente Systeme und eMobility
- Technologien der Kommunikationstechnik
- Ambient Assistent Living
- Unterhaltung

Innerhalb der Geschäftsfelder des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik ist das Fraunhofer IZM Ihr Ansprechpartner für Packaging und Smart System Integration.

Die Geschäftsstelle des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik ist das zentrale Koordinierungsbüro. In enger Zusammenarbeit mit den Instituten bildet sie das Bindeglied zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Beteiligt sind die Fraunhofer-Institute IAF, IDMT (Gast), FHR, IIS, IISB, IMS, HHI, FOKUS (Gast), IPMS, ISIT, ENAS, IZFP (Gast) und IZM sowie die Fraunhofer-Einrichtungen EMFT und ESK und das Fraunhofer-Center Nanoelektronische Technologien CNT.

#### **Verbundvorsitzender:**

Prof. Dr. Hubert Lakner

Telefon +49 351 8823-110

hubert.lakner@ipms.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS

Maria-Reiche-Straße 2, 01109 Dresden

#### **Leiter der Geschäftsstelle:**

Dr. Joachim Pelka

Telefon +49 30 688 3759-6100

Fax +49 30 688 3759-6199

joachim.pelka@mikroelektronik.fraunhofer.de

Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik

Anna-Louisa-Karsch-Str. 2, 10178 Berlin

#### **Projektmanagement:**

Jörg Stephan

Telefon +49 30 6883759-6102

Fax +49 30 6883759-6199

Joerg.stephan@mikroelektronik.fraunhofer.de

[www.vue.fraunhofer.de](http://www.vue.fraunhofer.de)

// FRAUNHOFER IZM



# ZUVERLÄSSIG AN IHRER SEITE: FRAUNHOFER IZM

## **Systemintegration**

Elektronik ist aus dem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Immer mehr Produkte enthalten Sensoren, die Signale aus der Umwelt aufnehmen, die dann elektronisch aufbereitet und dem Nutzer wie bei Navigationsgeräten grafisch dargestellt oder an technische Prozesse, etwa zur Steuerung einer Heizung, weitergeleitet werden.

Von der dahinter stehenden ausgeklügelten Elektronik merkt der Nutzer fast nichts, denn die Elektronik verschmilzt immer mehr mit dem Produkt. Damit dies möglich ist, muss sie extrem miniaturisiert, robust und langlebig sein – außerordentliche Eigenschaften, denen sich das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM unter dem Stichwort »Electronic Packaging« verschrieben hat.

## **Electronic Packaging: Kleiner – kostengünstiger – zuverlässiger**

Am Fraunhofer IZM wird entwickelt, was für den Anwender meist unsichtbar ist und oft unterschätzt wird: Aufbau- und Verbindungstechnik, auch Electronic Packaging genannt. Sie ist das Herzstück jeder Elektronikanwendung, verbindet die einzelnen Komponenten, schützt vor Vibration oder Feuchte und leitet Wärme zuverlässig ab. So ist gewährleistet, dass Elektronik auch bei widrigsten Umgebungsbedingungen zuverlässig funktioniert.

Moderne Packaging-Technologien sorgen dafür, dass etwa ICs verarbeitet werden können, die dünner sind als ein Blatt Papier. Damit ist es z. B. möglich, die gesamte Elektronik eines Hörgerätes dezent im Ohr verschwinden zu lassen.

Auch die Herstellungskosten für komplexe Elektroniksysteme sind durch cleveres Packaging reduzierbar. Mit Partnern aus der Industrie wird z. B. die nächste Generation von Radarsensoren für Fahrerassistenzsysteme so günstig aufgebaut, dass auch Mittelklassefahrzeuge davon profitieren.

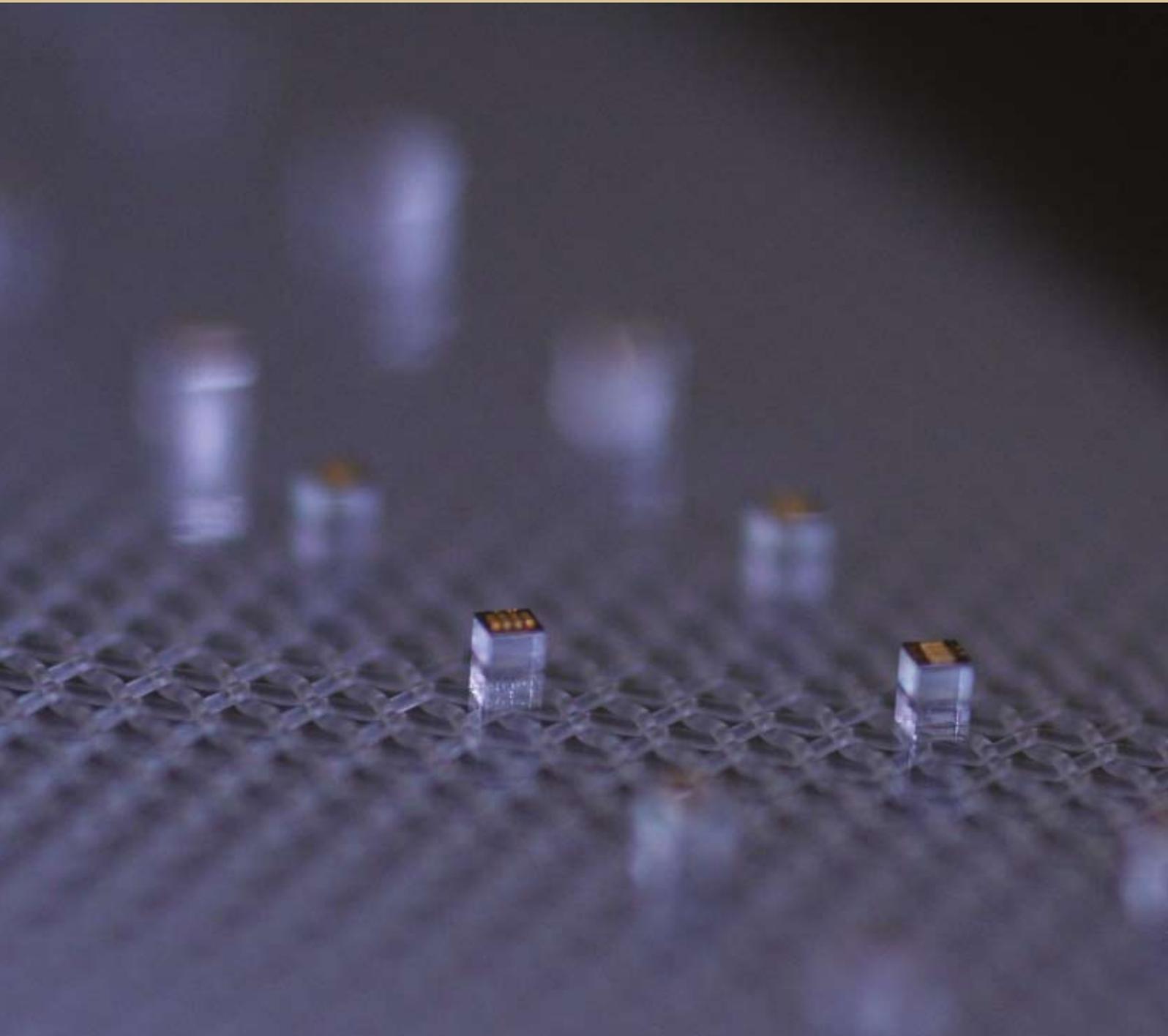
Doch was wäre die Unterstützung durch Elektronik, wenn diese nicht zuverlässig funktioniert?

Forschung am Fraunhofer IZM bedeutet: Elektronik zuverlässiger gestalten, um sichere Aussagen zur Haltbarkeit der Elektronik treffen zu können. Hier wird Elektronik unter realitätsnahen Einsatzbedingungen getestet und somit fit für die Anwendung gemacht – vom Wafer bis zum System, egal in welcher Umgebung.

## **Spitzenforschung mit Tradition**

Seit seiner Gründung 1993 aus Arbeitsgruppen des Forschungsschwerpunkts »Technologien der Mikroperipherik« an der TU Berlin, der Humboldt-Universität und des früheren Instituts für Mechanik an der Akademie der Wissenschaften in Chemnitz blickt das Fraunhofer IZM auf eine überaus erfolgreiche Entwicklung zurück. An den Standorten in Berlin, Dresden und Oberpfaffenhofen forschen und entwickeln 180 feste Mitarbeiter sowie 123 Studenten, Praktikanten und Diplomanden.

// FRAUNHOFER IZM



*Kameramodul, bei dem die  
Integration von Optik und  
Sensor auf Waferebene erfolgt*

# UNSERE STÄRKE: ZUSAMMENARBEIT MIT DER INDUSTRIE

## **3D Wafer Level Packaging von Kameramodulen**

Die moderne CMOS-Technologie ermöglicht es, Bildsensoren mit hoher Auflösung und geringer Baugröße herzustellen. Dieser Fortschritt revolutionierte den Einsatz von Kameras in vielen Konsumgütern wie z. B. Handys oder Webcams. Eine klassische Flip-Chip-Montagetechnik kann hier nicht verwendet werden, da der optische Zugang zur Chipoberseite gewährleistet werden muss. Daher werden Bildsensoren in derartigen Produkten meist mit Drahtbonds elektrisch ankontaktiert und die Optiken anschließend einzeln montiert. Die Größe dieser Systemaufbauten verhinderte bisher den Einsatz von Kameras in Anwendungsgebieten, wo es in besonderem Maße auf Miniaturisierung ankommt. Das Fraunhofer IZM hat nun im Projekt COMIKA (BMBF Verbundprojekt-Nr.: 13N9412) sowie in einem Industrieprojekt mit der Awaiba GmbH eine Aufbautechnik entwickelt, in der die Integration von Optik und Sensor noch auf Waferebene erfolgt. Dadurch werden nicht nur kleinere Kameraaufbauten möglich, sondern die Produktion kostet durch die Parallelisierung auch weniger.

Möglich wurde die Systemintegration auf Waferebene durch die Rückseitenkontaktierung des CMOS Wafers mit Through-Silicon-Vias (TSV). Dazu wird der CMOS-Wafer zunächst auf einen Glaswafer geklebt und auf wenige 10 Mikrometer Dicke gedünnt. Der Glaswafer dient währenddessen als Supportwafer, wodurch es überhaupt erst möglich ist, den Sensorwafer zu dünnen und die Sensoroberfläche zu schützen. Nach der Ankontaktierung durch TSVs und anschließender Rückseitenumverdrahtung integriert man Optik und Bildsensor mittels Waferbonding. Je nach Anwendung werden dazu mehrere Wafer, auf denen sich die Linsen und Abstandshalter befinden, mit hoher lateraler Genauigkeit (Versatz von unter 5 µm) miteinander verklebt. Dabei bearbeitet man Waferstacks mit einer Dicke von bis zu 4,5 mm. Als letzter Schritt werden die Kameramodule vereinzelt. Sie können im Anschluss direkt auf ein Substrat montiert werden (FCOB-Technik oder Interposer).

Die Anwendungen für diese Technologie reichen von der Medizintechnik bis zur Automobilindustrie. So wurde mit der Firma Awaiba der Prototyp einer Mikrokamera für den Einsatz in Einmalendoskopen entwickelt, deren Abmaße bei einer Auflösung von 62.500 Pixeln nur 1,0 mm x 1,0 mm x 1,0 mm betragen. Im COMIKA-Projekt wird die Aufbautechnik auch für Kameras verwendet, die im Innenraum von Kraftfahrzeugen zur Fahrerüberwachung zum Einsatz kommen sollen, um dem gefährlichen Sekundenschlaf vorzubeugen. Zusätzlich wird untersucht, ob sich die CMOS-Technologie auch für ein neuartiges Eingabegerät eignet, das bestimmte Funktionen mittels Handgesten steuert.

Im Projektkonsortium ist das Fraunhofer IOF verantwortlich für das optische Design der Kameras, während Süss Microoptics sowie Fresnel Optik die Waferoptiken liefern.

## **Ansprechpartner:**

Martin Wilke, martin.wilke@izm.fraunhofer.de  
Telefon +49 30 46403-602



*Leistungselektronikeinheit für elektrische Rotorblattverstellung in einem Hubschrauber*

# UNSERE KOMPETENZ: VON DER TECHNOLOGIEENTWICKLUNG ZUR ANWENDUNG

## **Leistungselektronik geht in die Luft**

Die Primärsteuerung des Hubschraubers wird heutzutage mit einer Taumelscheibe realisiert. Dies schränkt jedoch die Freiheitsgrade der Ansteuerung der Rotorblätter drastisch ein. Eine variabelere Steuerung kann sowohl Geräuschemissionen als auch Vibrationen reduzieren. Damit schütteln z. B. Rettungshubschrauber ihre Patienten nicht mehr so stark durch. Derzeit werden dafür IBC (Individual Blade Control)-Systeme verwendet, die zusätzlich zur Taumelscheibe installiert werden. Sie benötigen jedoch Versorgungs- und Signalleitungen sowie Steuerelemente, um die Rotorblätter bewegen zu können. Diese zusätzliche Hardware kann mit der direkten Steuerung jedes einzelnen Blattes über einen Elektromotor vermieden werden.

Das Fraunhofer IZM entwickelt für die ZF Luftfahrttechnik GmbH die Leistungselektronik für die Ansteuerung des Motors als Technologiedemonstrator im Luftfahrtforschungsprogramm IV. Da das System höchsten Sicherheitsanforderungen unterliegt, ist der Motor redundant ausgelegt. Diese Redundanz findet sich auch in der Leistungselektronik wieder: der Motor wird von drei dreiphasigen Power Control Units (PCU) gespeist. Die Schaltungstopologie einer Unit mit drei Vollbrücken erlaubt den unabhängigen Betrieb aller Motorphasen voneinander, sodass im Falle einer fehlerhaften Phase nur die fehlerhafte Phase getrennt wird.

Am Fraunhofer IZM wurde das komplette Systemdesign durchgeführt, beginnend bei der Auswahl der Leistungshalbleiter und der Berechnung der zu erwartenden Verlustleistung. Es schließt sich der Entwurf des thermischen Pfades an, in dem auch die Auswahl der zu verwendenden Materialien getroffen wird. Sie bestimmt die erzielbare Lebensdauer der AVT.

Da der zur Verfügung stehende Bauraum stark beschränkt ist, wurde eine kompakte Konstruktion entwickelt: Ansteuerung, Lastausgänge und Zwischenkreis werden auf mehrere Platinen verteilt und in Ebenen gestapelt. Die DCB wird in die Leiterplatte eingelassen und die Bonddrähte werden direkt von der DCB auf die Leiterplatte geführt. Für die Verkapselung wurde ein Gehäuse mit einer speziellen Gitterstruktur als Deckel entwickelt, damit sich das Silikongel zwar ausdehnen kann, sich unter Fliehkrafteinwirkung jedoch nicht ablöst. Mit der Inbetriebnahme und Qualifizierung wurde das Projekt erfolgreich abgeschlossen.

## **Ansprechpartner:**

Gudrun Feix, [gudrun.feix@izm.fraunhofer.de](mailto:gudrun.feix@izm.fraunhofer.de)  
Telefon +49 30 46403-142

Dr. Eckart Hoene, [eckart.hoene@izm.fraunhofer.de](mailto:eckart.hoene@izm.fraunhofer.de)  
Telefon +49 30 46403-146

# UNSER SERVICE: VON DER MATERIALCHARAKTERISIERUNG BIS ZUR ZUVERLÄSSIGKEITSANALYSE

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

Mit unseren Laboren:

- Trainingszentrum für Verbindungstechnologien (ZVE)
- Flip Chip-Linie
- Die- und Drahtbondzentrum
- Mikromechatronikzentrum
- Prozessentwicklung und Qualifikation für die Verkapselung von Elektronik
- Qualifikations- und Prüfzentrum für elektronische Baugruppen (QPZ)
- Electronics Condition Monitoring-Labor
- Labor für thermomechanische Zuverlässigkeit

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

Unsere herausragenden Labore im Bereich Zuverlässigkeit sind:

## **Trainingszentrum für Verbindungstechnologien (ZVE)**

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

### **Ansprechpartner:**

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

## **Qualifikations- und Prüfzentrum für elektronische Baugruppen (QPZ)**

Im Mittelpunkt des QPZ steht die anwendungsspezifische Qualifikation von neuen Lotlegierungen und Packaging-Lösungen für elektronische Baugruppen auf den unterschiedlichsten Substraten. Alle Tests werden nach DIN EN, IEC, IPC und MIL-Standards durchgeführt. Baugruppeninspektionen und Fehleranalysen nach den Prüfungen beinhalten die Untersuchung von Gefügeveränderungen, des Wachstums der intermetallischen Phasen sowie der Rissausbreitung mittels Metallografie, REM/EDX-Analyse oder Focused Ion Beam (FIB)-Präparation.

## **Online-Beratung bei Baugruppen-Ausfällen**

Durch optische Fehleranalysen an elektronischen Baugruppen auf der Grundlage der IPC-A-610 via Internet erhalten Unternehmen bei Auffälligkeiten im Baugruppenfertigungsprozess oder bei Frühausfällen im Feld schnell belastbare Aussagen zu Fehlern und deren möglichen Ursachen.

### **Ansprechpartner:**

Dr.-Ing. Klaus Halser, klaus.halser@izm.fraunhofer.de  
Telefon +49 30 46403-275

## **Electronics Condition Monitoring Labor (ECM)**

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

### **Ansprechpartner:**

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



### Prozesslinie zur Substratfertigung

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

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

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

#### Ansprechpartner:

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

### Labor zur Moldverkapselung

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

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

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

#### Ansprechpartner:

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

### Wafer Level Packaging Line Berlin

Auf 800m<sup>2</sup> Reinraum (Klassen 10 bis 1000) können unsere Kunden speziell für das erste Prototyping sowie die Verarbeitung unterschiedlicher Wafermaterialien (Silizium, III-V-Halbleiter, Keramik, Glas) und -größen (4", 6" und 8") in Berlin zurückgreifen auf:

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

#### Ansprechpartner:

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

### All Silicon System Integration Dresden - ASSID

In Dresden steht eine 300 mm Prozesslinie zur Entwicklung und Prozessierung von Integrationslösungen mit analog-digitalen oder digital- digitalen Schaltkreisen auf CMOS-Basis zur Verfügung. Folgende Services werden angeboten:

- TSV Silizium-Interposer
- Cu-TSV und Cu-Mehrlagenverdrahtung
- Integration aktiver Elemente (IC), Dünnpchipintegration
- High Density Multilayer-Dünnfilmttechnologie (RDL)
- Waferdünnen und Handling gedünnter Wafer
- Wafer Level Bumping (bleifrei)
- Wafer Level Assembly
- Wafer Level Solder Ball Attach (100–500 µm)
- Kundenspezifisches Prototyping

#### Ansprechpartner:

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

# PROF. REICHL ÜBERGIBT DEN STAFFELSTAB

Kaum eine Mikroelektronik-Konferenz kam ohne ihn aus, keine Podiumsdiskussion und kaum ein Gremium, das sich in Fragen der Mikrosystemtechnik nicht an Prof. Herbert Reichl wandte. Im April 2010 übergab Prof. Herbert Reichl den Staffelstab in Berlin an Prof. Klaus-Dieter Lang.

## **Prof. Herbert Reichl, Wegbereiter des Packaging in der Mikroelektronik, verabschiedet sich in den Ruhestand**

Dank seiner vorausschauenden Strategien wird die Lücke jedoch nicht zu groß werden. Insbesondere das Fraunhofer IZM, das er sechzehn Jahre leitete, sowie der Forschungsschwerpunkt »Technologien der Mikroperipherik« der TU Berlin sind fachlich hervorragend aufgestellt. Denn die Verflechtung international anerkannter Lehre mit erstklassiger Ausbildung hatte bei Herbert Reichl stets oberste Priorität. Daher stehen auf sämtlichen Technologie- und Managementebenen hochkompetente Wissenschaftler zur Verfügung, um die gemeinsame Erfolgsgeschichte von Fraunhofer IZM und dem Forschungsschwerpunkt »Technologien der Mikroperipherik« der TU Berlin weiter fortzuschreiben. Den Nachwuchswissenschaftlern war Herbert Reichl mit seinem Lebenslauf Ansporn und Vorbild zugleich. Geboren 1945 promovierte er nach seinem Studium der Elektrotechnik an der TU München 1974 bei Prof. Ruge am Institut für Integrierte Schaltungen. Während seiner Arbeit im Bereich Halbleitertechnologie und Sensorik am Fraunhofer-Institut für Festkörpertechnologie erkannte er als einer der ersten die Bedeutung des Packaging für die Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik und schuf dort mit innovativen, wegweisenden Ideen die Grundlage für die Verbindung zwischen erstklassiger Grundlagenforschung und der Entwicklung für industrielle Anwendungen. Diese Leistung blieb im Wissenschaftsgefüge nicht verborgen, so dass 1987 der Ruf auf eine C4-Professur an der TU Berlin folgte, verbunden mit der Leitung des Forschungsschwerpunktes »Technologien der

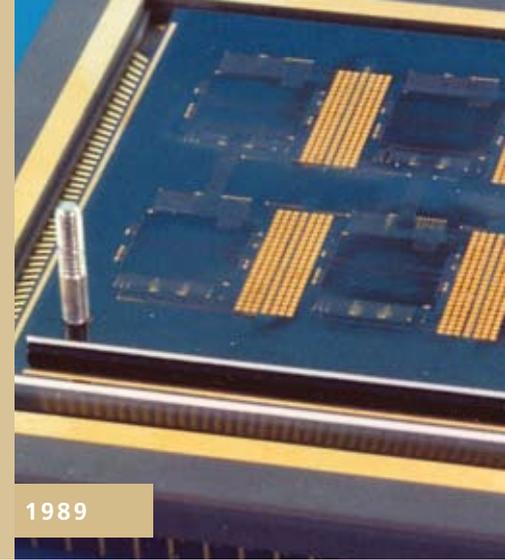
Mikroperipherik«. 1993 kam die Leitung des neugegründeten Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration in Berlin hinzu, das er zusammen mit seinen Mitarbeitern zu einer der weltweit ersten Adressen für die Systemintegration und produktorientierte Entwicklung von Aufbau- und Verbindungstechniken für Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik entwickelte.

## **Fachliche Exzellenz und internationale Reputation**

Im Ergebnis zählt Herbert Reichl mit weit mehr als 900 wissenschaftlichen Fachbeiträgen und Büchern, der Betreuung von 85 Promotionen und sechs Berufungen ehemaliger Doktoranden fraglos auch international zu den renommiertesten Wissenschaftlern auf dem Gebiet der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik. Seine Mitgliedschaften illustrieren die Reputation, aber auch sein unermüdliches Engagement: Unter anderem leitete er das Domain Team Heterogeneous Integration der europäischen Technologieplattform Nanoelektronik und war Mitglied des wissenschaftlichen Beirates der Eureka-Initiative MEDEA+ sowie des Councils der Eureka-Initiative Euripides. Er war Mitglied in wissenschaftlichen Beiräten von Forschungsinstituten wie dem Ferdinand Braun Institut für Höchstfrequenztechnik, dem Forschungszentrum Karlsruhe oder dem Fraunhofer FIRST. Auch Unternehmen wie etwa die Silicon Sensor GmbH und die KSG GmbH mochten auf seinen Rat nicht verzichten.



1



1989

Und so reicht sein Wirkungskreis weit über Deutschland und Europa hinaus. Hohe nationale und internationale Ehrungen, etwa das Bundesverdienstkreuz oder die höchste Auszeichnung des IEEE aus den USA, zeugen von dem Respekt, den er sich mit seinem Team aufgrund seines nahezu unerschöpflichen Forschergeists in den vergangenen Jahren erarbeitet hat.

### **Von der Vision zur Umsetzung: Elektronik für Produkte des täglichen Lebens**

Ob Abstandsradar, Chipkarte oder Herzschrittmacher, Technologien aus der Ideenschmiede Herbert Reichls haben eine Vielzahl innovativer Produkte zu mehr Leistung durch die Integration von Elektronik verholfen.

Im Ergebnis wurden über 500 Patente unter Reichls Leitung angemeldet. So war es beispielsweise möglich, schon in den 1990er Jahren hochentwickelte Flip-Chip-Technologien zu lizenzieren und international einzuführen. Heute ist diese Technologie weltweit etabliert. Unter seiner Ägide entstanden die ersten Zuverlässigkeitsmodelle für komplexere Chipaufbauten. Damit war es auch möglich, die Lebensdauer von Baugruppen vorherzusagen. Mit der Entwicklung von Einbettverfahren revolutionierte er mit seinen Mitarbeitern die Leiterplattentechnologie.

Die weltweit kleinste Pumpe, Brennstoffzelle und CMOS-Kamera sowie das kleinste Hörgerät und der kleinste autarke Funksensorknoten wurden während seiner Zeit am Fraunhofer IZM entwickelt.

1 Prof. Herbert Reichl

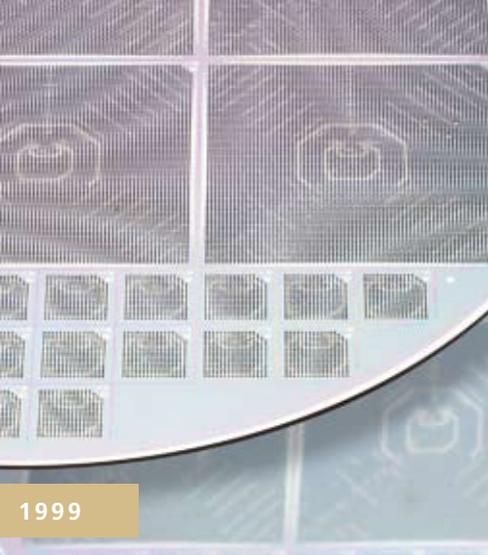
1989 Multichip-Einbettung  
für Dünnschicht-Hybride

## Meilensteine des Microelectronic Packaging

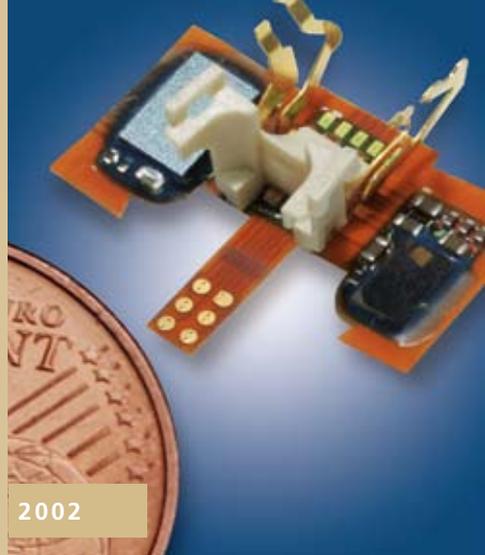
### **1989 Multichip-Einbettung für Dünnschicht-Hybride**

An der TU Berlin beginnt Reichl im Wendejahr 1989 mit dem Einbetten von ICs in Keramiksubstrate und der anschließenden elektrischen Kontaktierung mittels Dünnschichttechnik. Hierdurch werden zuverlässige, hochdichte Packungen von individuellen ICs in laserstrukturierte Öffnungen von keramischen Substraten schafft die notwendige Planarität zur Anlage einer Mehrlagen-Verdrahtung. Dabei ist die Einbettung kapazitiver Bauteile, optischer-, elektrischer-, thermischer Durchführungen ebenso möglich.

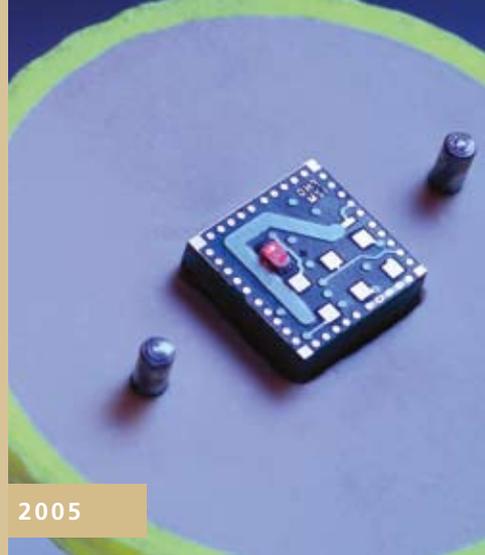
Im Zuge dieser sowohl technologisch als auch strategisch wegweisenden Entwicklung bringt Reichl außerdem Arbeitsgruppen der TU Berlin, der Humboldt-Universität und der Akademie der Wissenschaften der DDR zusammen und gründet 3 Jahre nach Öffnung der Mauer das erste gesamtdeutsche Fraunhofer-Institut: das Fraunhofer IZM.



1999



2002



2005

### 1996 Environmental Engineering Toolbox

Innerhalb der folgenden drei Jahre verankert Reichl außerdem den Umweltgedanken in der Mikrosystemtechnik. Wie wirken sich Veränderungen am Produkt auf den Energieverbrauch, die Toxizität oder das Recycling aus? Lang bevor das Schlagwort »Nachhaltigkeit« die Marketingagenden prägt, bieten das Fraunhofer IZM und die TU Berlin mit der Environmental Engineering Toolbox Unternehmen schon in der Entwicklungsphase die Möglichkeit, wesentliche Umweltaspekte in den Produktentwurf einzubeziehen. Je nach Bedarf kann das Unternehmen nur einzelne Werkzeuge oder den gesamten Baukasten nutzen.

### 1998 Wafer Level Packaging für neue Wege in der Medizin

Wissenschaftler der TU Berlin und des Fraunhofer IZM unterstützen die Firma Biotronik bei der Entwicklung einer neuen Herzschrittmachergeneration: Kleinere, leichtere und flachere Herzschrittmacher bei mehr Funktionalität und geringeren Herstellkosten sind das Ziel. Mit der Entwicklung eines Wafer Level Chip Size Package (CSP) und dessen Montage auf einer Starr-Flex-FR4-Leiterplatte anstelle einer Keramikplatte werden die Entwicklungsziele mehr als erfüllt.

### 1999 Chipgröße und die Zuverlässigkeit von Aufbauten

Die steigenden Leistungsanforderungen an die Rechentechnik verlangen Aufbautechniken für größere und schnellere ICs. In einem weltweit viel beachteten Forschungsprojekt finden die Forscher zusammen mit Kollegen des Georgia Institute of Technology für die Montage von Flip Chips auf FR4-Leiterplatten heraus, dass entgegen aller bisherigen Annahmen die Chipgröße allein nicht die Zuverlässigkeit des Aufbaus beeinflusst. Ein Meilenstein auf dem Weg zu einem besseren Verständnis der Zuverlässigkeit komplexer Aufbauten.

### 2002 Hochminiaturisierte flexible Elektronik

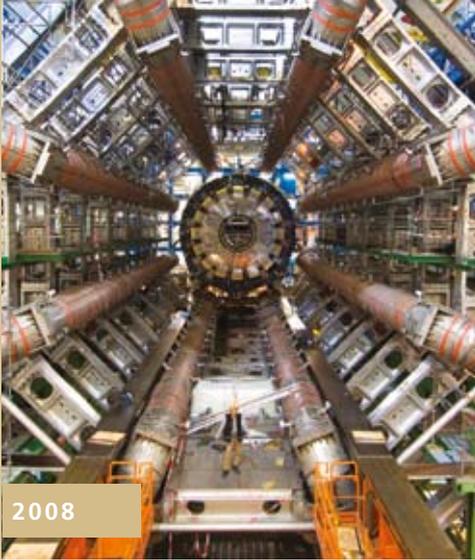
Ultradünne ICs in Sicherheitsdokumente und selbst in Papier zu integrieren: dieses lange Zeit unerreichbare Ziel wird dank der Technologien des Fraunhofer IZM und der TU Berlin Realität. Der Grundstein für hochminiaturisierte und extrem dünne Systeme wurde jedoch mit Entwicklungen für die Medizintechnik gelegt. Für den Hörgerätehersteller Phonak wird ein ultraflaches Innenohrhörgerät aufgebaut. Die Montage der ungehäuseten Bauelemente auf einer flexiblen Leiterplatte erlaubt durch das Falten der Schaltung eine weitere Reduktion des Platzbedarfes.

### 2003 / 05 Datenlogger für Pinguine und Golfbälle

Zur Erforschung der Lebensgewohnheiten und Umgebungsbedingungen von Meerestieren wird zusammen mit der Firma Driesen + Kern, der Universität Kiel und anderen Partnern ein miniaturisierter Mess- und Datenlogger für Pinguine entwickelt. Fixiert am Körper der Tiere kann der Fahrtenschreiber bis zu einer Tiefe von 800 Metern Druck, Temperatur, Helligkeit sowie chemische Kenngrößen des Wassers aufnehmen und speichern. Zwei Jahre später integrieren die Forscher sogar einen Beschleunigungssensor mitsamt Funkschnittstelle in einen Golfball, wo die Elektronik Beschleunigungen von weit über 1.500 g widerstehen muss.

### 2008 Detektoren für den CERN-Teilchenbeschleuniger

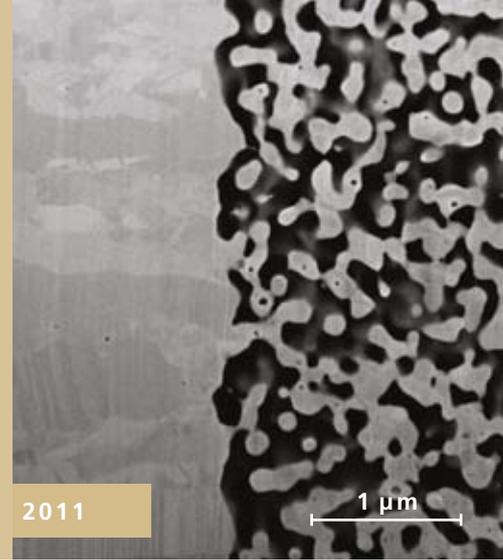
Wissenschaftler des Fraunhofer IZM und der TU Berlin bauen für den Large Hadron Collider im CERN-Teilchenbeschleuniger mehr als 1.700 Detektor-Module auf, die zusammen 2 m<sup>2</sup> der Innenwand am Kollisionsort auskleiden und Flugbahn sowie Energie von Elementarteilchen detektieren. Auf jedem visitenkartenkleinen Detektormodul befindet sich ein Sensor mit über 46.000 Pixeln. Die Verbindung von Sensor und Auswertelektronik erfolgt mittels Flip Chip-Technik, da nur so die geometrischen Abmessungen und Signalwege auf ein Minimum reduziert und ein verbesserter elektrischer, mechanischer und thermischer Kontakt erreicht werden können.



2008



2010



2011

1 μm

### 2010 Berührungslose Bestückverfahren (eWetting)

Für die kostengünstige Montage von Komponenten mit unter 250 μm Kantenlänge und weniger als 50 μm Dicke entwickeln Forscher unter Reichls Leitung Selbstassemblierungstechniken – kontaktlose Verfahren, bei denen die Bauteile durch chemisch-physikalische Kräfte mikrometergenau platziert werden.

### 2011 Herstellung und Kontaktierung von nano-porösen Golddepots

Kompressible Nanoschwämme ermöglichen auch für empfindliche Bauelemente die Flip-Chip Kontaktierung bei außergewöhnlich niedrigen Bondtemperaturen und Bonddrücken durch TC-Bonden oder Kleben. Die Schwämme erlauben aufgrund der Kompressibilität einen Ausgleich von Oberflächentopographien. Darüber hinaus sind Goldschwämme als biokompatibles Interface für Zellwachstum und medizinische Implantate von Interesse.

Die Herstellung poröser Golddepots auf Halbleitersubstraten kann durch gezieltes Herauslösen von galvanisch abgeschiedenen Ag/Au (70/30)-Schichten geschehen. Die Bildung des Metallskeletts beruht auf Oberflächendiffusion und Clusterbildung während der Ag-Abreicherung. Diese offenporigen Metallschwämme lassen sich mit einer gemittelten Skelettstruktur von etwa 20 nm bis 200 nm gezielt einstellen und besitzen ein Porenvolumen von 70 bis 80 Prozent.

### Neuer Institutsleiter: Prof. Dr. Klaus-Dieter Lang

Umsichtig waren nicht nur Reichls Jahre am Fraunhofer IZM und der TU Berlin, sondern auch seine Vorbereitungen für die Zukunft der beiden Institutionen:

Mit Prof. Dr. Klaus-Dieter Lang tritt nun ein international renommierter Experte für Systemintegration in der Mikrosystemtechnik sowie für die anwendungsgetriebene Erforschung von energieautarken Sensornetzwerken die Nachfolge an. Unter Langs Leitung werden neue Aufbau- und Verbindungstechnologien beim Übergang vom Mikro- in den Nanobereich die Forschungsagenda treiben. Neue Vorgehensweisen und ein verbessertes Verständnis zur Ermittlung der Wechselwirkung zwischen Integrationstechnologien und anwendungsbezogener Leistungsfähigkeit von komplexen Mikro-Nano-Systemen sind zentrale Forschungsziele.

Da aus systemischer Sicht die Heterointegration hier eine entscheidende Rolle spielt, sind die Forschungsziele nicht nur auf elektrische Funktionalitäten begrenzt, sondern beinhalten z. B. auch optische Verbindungen oder die biologisch-chemische Funktionalitäten.

**1999** Chipstrukturen, die zeigen, dass die Chipgröße allein nicht die Zuverlässigkeit des Gesamtaufbaus beeinflusst

**2002** Hochminiaturisiertes Hörgerät auf flexiblem Träger

**2005** Drahtloses Sensor-system in 3D-Leiterplatten-stack mit COB integriert in einen Golfball

**2008** Blick in den im Aufbau befindlichen Detektorbereich des ATLAS-Teilchenbeschleunigers am Cern in Genf. Hier kommen die Detektormodule des Fraunhofer IZM zum Einsatz

**2010** Prof. Klaus-Dieter Lang, neuer Leiter des Fraunhofer IZM

**2011** Nanoporöser Goldschwamm, gewachsen auf Goldschicht

# ZUSAMMENARBEIT MIT UNIVERSITÄTEN

Zur effektiven Umsetzung seiner Forschungsziele hat das Fraunhofer IZM strategische Netzwerke mit Universitäten im In- und Ausland geknüpft. Die folgenden Seiten geben einen Überblick der wichtigsten Kooperationen.

## **Kooperation mit der Technischen Universität Berlin**

Mit der Technischen Universität Berlin besteht seit der Gründung des Fraunhofer IZM eine enge und fruchtbare Zusammenarbeit. Keimzelle dieser erfolgreichen Kooperation ist der Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik der TU Berlin. Dieser entstand 1987 auf Initiative der TU Berlin hin, unterstützt vom damaligen Bundesministerium für Forschung und Technologie sowie dem Berliner Senat. Unter der Leitung von Professor Herbert Reichl entstand so eine der weltweit ersten wissenschaftlichen Einrichtungen auf dem Gebiet der Aufbau- und Verbindungstechnik.

Seit der Gründung des Fraunhofer IZM im Jahr 1993 besteht ein reger wissenschaftlicher Austausch zwischen den beiden Forschungseinrichtungen. Mit Professor Klaus-Dieter Lang wird es in guter Tradition eine gemeinsame Leitung des Forschungsschwerpunkts Technologien der Mikroperipherik und des Fraunhofer IZM geben. Beide Partner verfolgen mit der Smart System Integration das gleiche Ziel: Komponenten, die in unterschiedlichsten Technologien gefertigt sein können, auf oder in einem Trägersubstrat zu integrieren. Höhere Flexibilität, größere Ausbeuten und niedrigere Kosten bei hohen Integrationsdichten sind die Vorteile.

Professor Karlheinz Bock verstärkt die Kompetenz des Forschungsschwerpunkts im Bereich der Polytronischen Mikrosysteme. Im Vordergrund der Forschungsarbeiten auf diesem jungen Forschungsfeld stehen die Herstellung und Charakterisierung technologischer Oberflächen und Grenzschichten für polymere Bauelemente, insbesondere Kontaktverfahren zwischen Metallen, organischen Leitern und Halbleitern.



Bei der Verfolgung der gemeinsamen Ziele übernimmt der Forschungsschwerpunkt in Kooperation mit dem Fraunhofer IZM vermehrt den Part der Grundlagenforschung zur Aufbau- und Verbindungstechnik von Sensoren, Mikroelektronik und Mikro-systemtechnik.

Schwerpunkte der wissenschaftlichen Arbeit sind:

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

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

### **H-C3: Human Centric Communication Center**

Das »Human Centric Communication Center«, kurz H-C3 ist eine Initiative der Technischen Universität Berlin, an der über 50 Fachgebiete der Universität sowie 11 außeruniversitäre Forschungsinstitute beteiligt sind. Ziel ist es, durch geeignete Hard- und Softwaretechniken Menschen einen intuitiven Zugang und Umgang mit der wachsenden Menge an Informationen zu ermöglichen.

Innerhalb von fünf Forschungsgebieten, die neben technologischen auch ökonomische und soziologische Aspekte der menschlichen Kommunikation untersuchen, befassen sich vier Promovenden am Fraunhofer IZM und am Forschungsschwerpunkt mit Design- und Integrationstechnologien zum Aufbau der benötigten Hardware sowie dem Energiemanagement in Netzwerken autarker Sensoren.

### **Eine Auswahl weiterer universitärer Forschungspartner des Fraunhofer IZM**

BTU Cottbus

FH Senftenberg

Fudan University Shanghai, China

Humboldt Universität zu Berlin

Jiatong University Shanghai, China

Technische Universität Chemnitz

Technische Universität Dresden

Technische Universität Dortmund

Universität Bonn

Universität Heidelberg

Universität Regensburg

Universität Rostock

University of Tokyo, Japan

University of Utah, USA

# INTERNATIONALE FORSCHUNGSKOOPERATIONEN

## **Heterogeneous Technology Alliance (HTA)**

Zusammen mit anderen Fraunhofer-Instituten und führenden europäischen Forschungseinrichtungen der Mikroelektronik (CEA-Leti aus Frankreich, CSEM aus der Schweiz und VTT aus Finnland) engagiert sich das Fraunhofer IZM in der Heterogeneous Technology Alliance (HTA). Die Allianz erlaubt es den Partnern, gemeinsam Themen weiterzuentwickeln, auf europäische Ausschreibungen zu reagieren und so den Vorsprung vor internationalen Wettbewerbern auszubauen. Unter dem Namen »4-Labs« bündelt die Allianz ihre Kompetenzen für gemeinsame Forschungsvorhaben für die Industrie, um so den Kunden Lösungen für innovative Produkte aus einer Hand anbieten zu können.

## **Equipment Materials Consortium – 3D**

Das Fraunhofer IZM ist Technologiepartner im EMC-3D-Konsortium ([www.emc3d.org](http://www.emc3d.org)). Das Konsortium aus Anlagen- und Materialherstellern sowie wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen hat sich zum Ziel gesetzt, eine Technologieplattform für die 3D-Silizium-Integration zu entwickeln und zu qualifizieren.

Neben der Weiterentwicklung von Einzelprozessen steht die Prozessintegration in eine Fertigungsumgebung sowie die Weiterentwicklung des interaktiven Zusammenspiels von Einzelprozessen unter den Aspekt eines technologie- und kostenoptimierten Gesamtprozessflows im Mittelpunkt.

Im EMC-3D-Konsortium ist das Fraunhofer IZM als wissenschaftlicher Partner für die Prozessintegration verantwortlich. Mit dem Zentrum »All Silicon System Integration Dresden – ASSID« des Fraunhofer IZM bestehen die Voraussetzungen, einer produktorientierten Gesamtprozessentwicklung inklusive Prototypenrealisierung für 3D-Systeme umzusetzen.

## **Kooperation mit der Universität Utah**

Die Kooperation mit der Universität Utah wurde im Jahr 2005 initiiert. Basis waren zwei Projekte zum Thema »neurale Prothese«, die mit den Kompetenzen des Fraunhofer IZM auf eine drahtlose Kommunikationsweise umgestellt werden sollten. Zur Unterstützung der Arbeiten in Utah wurden in der Zeit von 2006 – 2008 zwei IZM-Forscher im Austausch nach Salt Lake City



entsandt. Seither beteiligt sich das Fraunhofer IZM in mehreren Projekten zur Miniaturisierung von Neuroprothesen und innovativen Ansätzen der Neurostimulation. Im Rahmen der Zusammenarbeit finanziert das Institut eine Forscherstelle und unterstützt den bilateralen Studentenaustausch. Neben der transatlantischen Forschungsk Kooperation ist das Fraunhofer IZM auch an der Realisierung von kommerziellen Komponenten zur Neurosignalverarbeitung beteiligt und hat mit dem Technology Commercialization Office (TCO) eine gemeinsame Patentverwertungsinitiative gestartet.

#### **European Woundcare Initiative**

Auf Initiative des Fraunhofer IZM wurde im November 2010 auf der Medica in Düsseldorf die European Woundcare Initiative ins Leben gerufen. Ziel des neuen Netzwerkes ist es, Partner aus der Medizin, aus HiTech-Forschungsinstituten und Anbieter aus der Wundversorgung zusammenzubringen, um die Möglichkeiten moderner Elektronik, Sensorik und IT auf dieses wichtige Gebiet der medizinischen Forschung auszuweiten. Die Partner aus Deutschland, Frankreich, den Niederlanden und der Schweiz bündeln gegenwärtig europäische Forschungsinitiativen in diesem Bereich um Innovationen voranzutreiben. Ein erstes Kooperationsprojekt zielt darauf ab, mittels Sensorik das korrekte Anlegen von Kompressionsverbänden in der medizinischen Versorgung zu überwachen.

#### **Internationales Forschungsprojekt für patientennahe Labordiagnostik**

Die Alterung der Gesellschaft und die ständig steigenden Kosten für die medizinische Versorgung stellen die Gesundheitssysteme der Industrienationen vor große Herausforderungen. Um die Gesundheitsversorgung nachhaltig zu verbessern und die Kosten zu senken sind neue Methoden zur frühzeitigen Erkennung von Krankheiten, sowie individuelle und effektive Therapien erforderlich. Mit diesem Ziel entwickeln insgesamt 32 Partner aus acht europäischen Ländern im Rahmen des ENIAC-Projektes »Chip Architectures by Joint Associated Labs for European Diagnostics« (CAJAL4EU) eine innovative, kostengünstige Analyseplattform für die In-Vitro-Diagnostik.

Ziele des Projektes sind insbesondere

- die Realisierung und Optimierung neuartiger Biosensoren auf Basis von Halbleiter-Chips,
- die Entwicklung mikrofluidischer Lab-on-a-Chip-Systeme zur Probenaufnahme und -vorbehandlung sowie
- die Integration der Sensoren in die Lab-on-a-Chip-Umgebung.

Das Fraunhofer IZM ist für die Projektkoordination verantwortlich und entwickelt Technologien zur mikrosystemischen Integration von Prozesssteuerung und Diagnostikkomponenten in eine Point-of-Care-Plattform.

// KOOPERATION



# KOOPERATION MIT DEM FRAUNHOFER IZM

---

Ihre Verbindung zu unseren Technologien **Seite 28**

---

Fraunhofer IZM Marketing **Seite 29**

---

Applikationszentrum Smart System Integration **Seite 30**

---

Veranstaltungen 2011 **Seite 32**

# IHRE VERBINDUNG ZU UNSEREN TECHNOLOGIEN

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

## **Fraunhofer IZM Marketing – die Technologie kennen und in die Zukunft investieren**

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

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

## **Applikationszentrum Smart System Integration – Vorsprung sichern durch Einsatz neuer Technologien**

Sie wollen Ihre Produkte aufwerten, haben aber bislang nicht in elektronische Technologien investiert oder nutzen diese bislang nur im geringen Maße? Trotzdem wollen Sie von den Vorteilen moderner Aufbau- und Verbindungstechniken und der Mikrosystemtechnik profitieren und an unserem Know-how sowie dem Angebot des Technologietransfers partizipieren? Dann führt Ihr Weg in das Applikationszentrum Smart System Integration, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt wird.

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



# FRAUNHOFER IZM MARKETING

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

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

## **Firmenspezifische Technologieworkshops**

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

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

## **Workshops zu speziellen Technologien**

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

## **Beratung bei technologiespezifischen Fragen**

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

*Kontakt:*  
*H. Pötter*  
*harald.potter@*  
*izm.fraunhofer.de*  
*Telefon +49 30 46403*  
*-136*

# APPLIKATIONSZENTRUM SMART SYSTEM INTEGRATION

Entwicklungskapazitäten für Produkte der Mikrosystemtechnik zur Verfügung zu stellen und Produktideen schneller in konkrete Anwendungen zu bringen, das sind die wesentlichen Ziele des Applikationszentrums am Fraunhofer IZM.

Damit wollen wir sowohl etablierte Unternehmen in der MST ansprechen als auch Firmen, die neu in die Mikrosystemtechnik investieren wollen. Das Applikationszentrum entstand aus einer Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und wird von diesem gefördert.

## **Realisierung Ihrer Produktideen**

Wenn Sie mit Ihrer Produktidee zu uns kommen, stellen wir Ihnen einen Mitarbeiter als Innovations-Scout an die Seite. Je nach Reifegrad Ihrer Ideen vermitteln wir den Kontakt zu den Fachabteilungen des Fraunhofer IZM, beraten Sie bei der Produktkonzeption oder organisieren bei Bedarf unternehmensspezifische Produktkonzeptions-Workshops.

## **Unterstützung bei der Produktentwicklung**

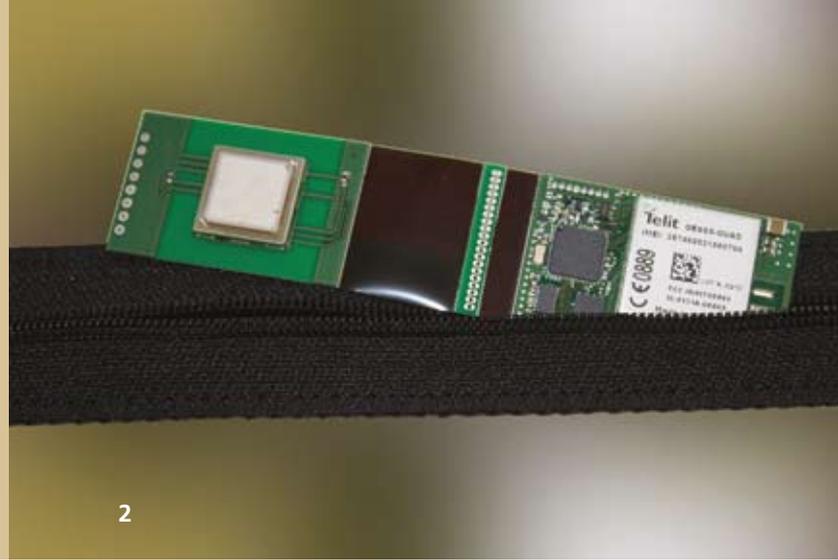
Wenn Sie Machbarkeit, Qualität, Entwicklungsdauer und Kosten zur Realisierung Ihrer Idee noch nicht beurteilen können, stehen wir Ihnen mit unserem Entwicklungs- und Dienstleistungsangebot, das Sie stufenweise in Anspruch nehmen können, zur Seite:

- Wir fertigen zunächst eine Kurzstudie an, um die generelle Machbarkeit der Idee zu beurteilen und liefern erste Konzeptvorschläge für die Umsetzung.

Auf Wunsch werden auch Patentrecherchen, Marktbeurteilungen zu vergleichbaren Produkten und grobe Kostenermittlungen für die Herstellung angefertigt. Als Ergebnis erhalten Sie ein auf Ihre Anforderungen abgestimmtes Lastenheft.

- Im zweiten Schritt werden die realisierbaren Lösungsvorschläge aufgegriffen und durch Berechnungen, Simulationen und Tests mit konkreten Zahlen hinterlegt. Im Ergebnis erhalten Sie ein Pflichtenheft.
- Als nächsten Schritt bieten wir die Entwicklung eines Funktions- oder Technologiemusters zur erstmaligen Umsetzung Ihrer Idee an.
- Auf Wunsch erfolgt auch die Weiterentwicklung zu einem Prototypen (Hardware, Software, Technologie). Damit wird das Funktionsmuster in ein herstellungsnahes Produkt überführt. Dies erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen, das später die Fertigung des Produktes übernimmt.
- Gerne unterstützen wir Sie bei der Suche nach Fertigungskapazitäten, sofern dies gewünscht ist.

Sprechen Sie uns an. Wir unterstützen Sie gerne bei der Realisierung Ihres Produktes, wie schon die Unternehmen der nachfolgend vorgestellten Produkte.



### Ortungssystem für demenzkranke Personen

In Deutschland sind – mit steigender Tendenz – gegenwärtig circa 1,3 Millionen Menschen an Demenz erkrankt. Orientierungslosigkeit ist eine häufige Folge der Erkrankung. Für Angehörige und Pflegepersonal heißt das, ständig präsent sein zu müssen, damit die an Demenz erkrankte Person nicht die Wohnung verlässt und umherirrt. Das brachte die ESYS GmbH, Spezialist auf dem Gebiet der flexiblen Fernortungssysteme für Fahrzeuge, auf die Idee, ein Ortungsmodul zu entwickeln, das in den Gürtel integriert den Aufenthaltsort der demenzkranken Person bestimmt und bei Bedarf an Angehörige oder Betreuer weiterleitet.

Das gemeinsam mit dem APZ entwickelte Ortungssystem besteht aus einem GPS-System zum Empfang der Ortskoordinaten, einem GSM-System zu deren Fernübertragung und einem Bluetooth-Modul für die Nahkommunikation. Die einzelnen Module des Gesamtsystems sind über teiflexible FR4-Leiterplatten raumsparend und kostengünstig verbunden. Ein Akku mit 500mAh ermöglicht eine Laufzeit von mindestens 24 Stunden.

Die Positionsdaten werden über ein Internet-Gateway an einen Server oder direkt an eine ausgewählte Handynummer weitergeleitet. Je nach Anwendungsfall können die Ortungssignale auf Anforderung, zeitabhängig oder bei Verlassen eines vorher definierten Gebietes (z. B. eines Grundstücks) gesendet werden. Um die Bediensicherheit zu erhöhen, wurde auf User-Interface-Komponenten verzichtet. Lediglich ein Panik-Knopf ermöglicht die sofortige Aktivierung des GPS/GSM-Systems und überträgt umgehend die aktuelle Position.

### RFID-Funkkopplung für Logistikprozesse

Erfolgreiche Händler verbinden stationären Handel und Internethandel. Grund genug für die gaxsys GmbH, mit Ihrem g.a.x.-System verschiedene Marken-Webshops und Fachhändler online mit den Konsumenten zu verbinden. Mit dem Projekt »RFID-Funkkopplung für Logistikprozesse« geht gaxsys in Kooperation mit dem APZ eine weitere Lücke in der Logistikkette an. Für die Markenhersteller ist es zur Optimierung des Online-Handels wichtig zu wissen, welches Fachgeschäft welche Marken anbietet und wie viele Produkte welcher Art aktuell vorrätig sind.

Die Lösung dieser Aufgabenstellung erfolgt durch eine elektronische Kennzeichnung der Produkte mittels preiswertem, mit dem Produkt fest verbundenen RFID-Transponder, der eindeutige Daten zum Produkt (Typ, Farbe, Größe, etc.) enthält. Ein temporär zugeordnetes aktives Funkmodul (Funk-Clip) liest diese Daten, speichert diese zwischen und sendet sie über ZigBee oder ein anderes energiesparendes Funkprotokoll zu einer Empfangsstation im gleichen Fachgeschäft und von dort weiter an einen zentralen Server. Das aktive Funkmodul ist wieder verwendbar und wird dazu bei Verkauf der Ware entfernt, entsprechend aufgeladen und der Logistikkette wieder zur Verfügung gestellt.

#### Kontakt:

H. Pötter

harald.poetter@

izm.fraunhofer.de

Telefon +49 30 46403

-742

Dr. S. Guttowski

stephan.guttowski@

izm.fraunhofer.de

Telefon +49 30 46403

-632

1 Orientierungslosigkeit – ein typisches Phänomen bei Demenzkranken

2 Miniaturisiertes Ortungssystem, bestehend aus GPS- und GSM-Modul, zur Unterstützung von Angehörigen und Pflegepersonal

# VERANSTALTUNGEN 2011

## **Regelmäßige Workshops am Applikationszentrum Smart System Integration**

Auch im Jahr 2011 steht Ihnen wieder unser umfangreiches Workshopprogramm zur Verfügung. Aus erster Hand erhalten Sie das Know-how unserer Experten.

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

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

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

Weitere Informationen finden Sie auch unter [www.apz.izm.fraunhofer.de/bau/index.php?events](http://www.apz.izm.fraunhofer.de/bau/index.php?events)

### **Ansprechpartner:**

Harald Pötter, [harald.poetter@izm.fraunhofer.de](mailto:harald.poetter@izm.fraunhofer.de)

## **[ 1 ] Workshop Chemisch Silber**

Der Workshop gibt im ersten Teil einen Überblick über aktuelle Trends in der Baugruppenintegration. Chemisch Silber als Finish mit den stärksten Zuwachsraten in den vergangenen Jahren wird vorgestellt. Der zweite Teil vermittelt einen umfassenden Einblick in die relevanten Technologien, angefangen vom Lötten und Kleben auf chemisch Silber, über das Au-TS-Drahtbonden bis hin zur Verkapselung.

### **Inhalt:**

- Trends und Anforderungen in der Leiterplattentechnik
- Technologische Grundlagen praktischer Tests
- Zuverlässigkeit und Praxisbeispiele

Diese Veranstaltung wendet sich an Praktiker, Manager und Entwickler.

## **[ 2 ] 3D-Integration für den Mittelstand**

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

### **Inhalt:**

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

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



### **[3] LED - Anwendung, Zuverlässigkeit und Technologie**

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

#### **Inhalt:**

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

Diese Veranstaltung wendet sich an Entwickler und Produzenten von LEDs.

### **[4] Substratechnologien**

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

#### **Inhalt:**

- SiP-Entwurf
- Integration auf Substratebene
- Embedding
- Schaltungsträger, Montage und Packaging
- Zuverlässigkeit

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

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

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

#### **Inhalt:**

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

Diese Veranstaltung wendet sich an technologieorientierte kleine und mittelständische Unternehmen.

### **[6] Lehrgänge zum Die- und Drahtbonden**

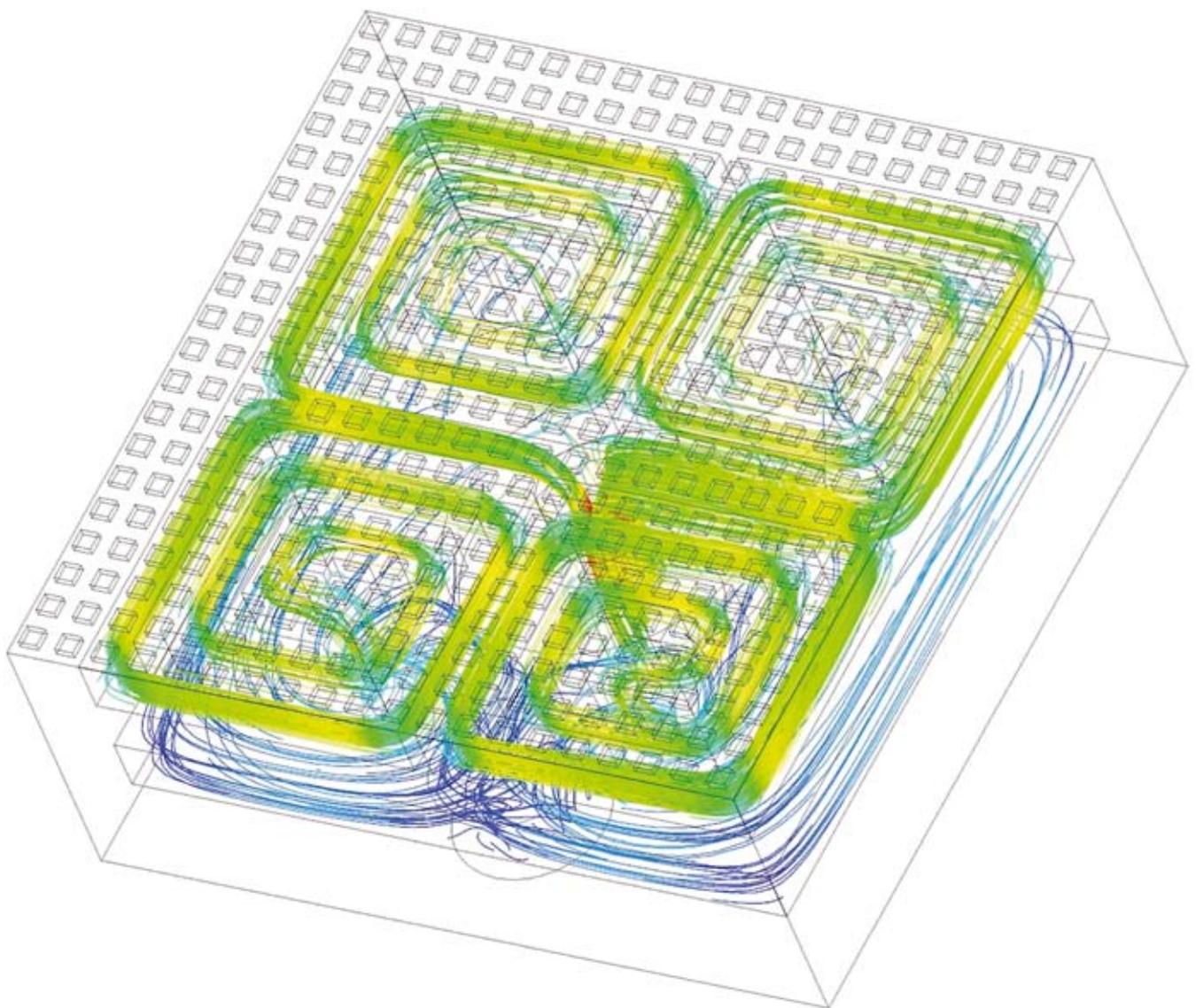
Diskutiert werden Qualitäts- und Zuverlässigkeitsaspekte von Bondverbindungen, zudem werden praktische Bondversuche auf Testsubstraten durchgeführt.

#### **Inhalt:**

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

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

# FORSCHUNGS-CLUSTER INTEGRATION AUF SUBSTRATEBENE



*Geschwindigkeitsverteilung der Kühl-  
flüssigkeit in den Keramikkanälen*

## HIGHLIGHT 2010

### CoolLED – LED-Module mit hoher Packungsdichte und extremen Leistungen

Beim BMBF-Projekt »CoolLED« arbeitet das Fraunhofer IZM Hand in Hand mit zwei führenden Industriepartnern. Einer davon ist die CeramTec GmbH, die neuartige Wasserkühler aus Aluminiumnitrid liefert, die im Strangpressverfahren hergestellt werden. Hier legt das Fraunhofer IZM in Oberpfaffenhofen die Kühlung thermisch und fluidisch aus und bestückt den Kühlkörper unter Einsatz neuer Verbindungstechniken mit LEDs. Als zweiter wichtiger Industriepartner fertigt Excelitas Technologies (ehem. PerkinElmer Elcos GmbH) abschließend das funktionsfähige LED-Modul mit elektrischen und fluidischen Schnittstellen und optischem Verguss.

Anders als bei konventionellen LED-Modulen werden in diesem Projekt elektrische in optische Energien mit bis zu 600 Watt auf engstem Raum umgesetzt, so dass besondere Herausforderungen an die Entwärmung gestellt sind. Das Fraunhofer IZM hat entsprechende Materialdaten zusammengestellt und die Spezifikationen von und an Ceramtec festgelegt. Auf dieser Basis wurde ein produzierbares Modell erstellt, das nicht nur den Anspruch einer generellen Entwärmung erfüllt, sondern auch eine homogene Temperaturverteilung berücksichtigt. Auch die thermische Charakterisierung der Module erfolgte am Fraunhofer IZM mit Hilfe der IR-Thermografie und elektrischer Junction-Temperaturmessung. Da eine Bestimmung der Junction-Temperatur über den Wellenlängenshift im UV nicht präzise genug ist, wurde eigens ein Messaufbau entwickelt, der die Temperatur über die Vorwärtsspannung mit einer Genauigkeit bestimmt, die weniger als ein Grad Celsius abweicht.

Die hohen Leistungsdichten bei der Entwärmung des LED-Chips stellen auch die konventionelle Klebtechnologie für den Diebond in Frage, auch hier ist das Fraunhofer IZM neue Wege in den Löt- und Sintertechnologien gegangen. Vor allem die hohen Anforderungen an die Platziergenauigkeit stellen eine besondere Herausforderung dar, so dass auch Techniken zum kollektiven Bonden entwickelt wurden. Neben den eigentlichen Projektzielen erreichte das Fraunhofer IZM weitere Erfolge in der Qualifizierung von zugekauften und von den Projektpartnern hergestellten Komponenten sowie bei der experimentellen Abschätzung der Verwendbarkeit der neuen Verbindungstechnologien für konventionelle Produkte.

Über den Langkühler hinaus wurden für eine zweite quadratische Modulvariante der Kühlkörper und die AVT entwickelt. Bei dieser Variante ist mit 400 LEDs (~1200 Watt) auf 16 cm<sup>2</sup> eine noch höhere Leistungsdichte gegeben.

*Dr. R. Jordan*  
[rafael.jordan@izm.fraunhofer.de](mailto:rafael.jordan@izm.fraunhofer.de)

*Dr. T. Schreier-Alt*  
[thomas.schreier-alt@izm.fraunhofer.de](mailto:thomas.schreier-alt@izm.fraunhofer.de)

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

# SYSTEMINTEGRATION & VERBINDUNGSTECHNOLOGIEN

## DIE ABTEILUNG

Das Leistungsspektrum der Abteilung mit ihren rund 110 Mitarbeitern reicht von der Beratung über Prozessentwicklungen bis hin zu technologischen Systemlösungen. Die Wissenschaftler befassen sich schwerpunktmäßig mit der Entwicklung von Prozessen und Materialien für Verbindungstechniken auf Board-, Modul- und Package-Ebene sowie mit der Integration elektrischer, optischer und leistungselektronischer Komponenten und Systeme.

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

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

Des Weiteren entwickeln, funktionalisieren und verarbeiten wir innovative Materialien wie:

- Nanostrukturierte Oberflächen
- Additive Metallisierungen
- Biokunststoffe
- Lichtwellenleiter

## TRENDS

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

Folgende Ziele werden verfolgt:

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



## FORSCHUNGS-HIGHLIGHTS

### Verkapselungstechnologien

Im Bereich der Verkapselung lag ein Schwerpunkt im Präzisionsdosieren von nano- und mikro-funktionalisierten Materialien, hier vor allem auf der kontaktlosen Jet-Dosierung von höher-viskosen Materialien von 1 Pas bis > 300 Pas. Durch die Verfügbarkeit eines Hochgeschwindigkeitskamarasystems ergeben sich neue Möglichkeiten in der Prozessanalyse. Mit Hilfe von Vacuum Compression Molding hergestellte rekonfigurierte Wafer mit Durchmessern bis zu 8" sind die Basis für die Arbeiten zur 3D-Integration – im Fokus stand hier die Realisierung eines stapelbaren Multisensormoduls (z. B. Druck, Beschleunigung, Magnetfeld oder Drehrate) für die Consumer-Elektronik. Die Arbeiten des Instituts zur Elektromobilität wurden u. a. durch Entwicklungen im Bereich Transfer Molding hochintegrierter Leistungselektronikmodule und Materialqualifikation für den HT-Einsatz (>> 150 °C) unterstützt.

Im Bereich Platzierung/Assembly lagen die Schwerpunkte auf der 3D-Integration von MEMS, Sensoren, SMDs und ICs und auf der Präzisionsbestückung auf großflächigen Schaltungsträgern – vom 200mm Wafer bis zu dünnen Leiterplattenpanels. Im Rahmen von Vorlauforschungsprojekten zur Feuchtediffusion in nanopartikel-modifizierten Polymeren (Polcap), zur berührungslosen Handhabung von kleinsten Komponenten mittels Electrowetting und magnetischen Greifern (Touchless) und zur 3D-Kontaktierung von gemoldeten, rekonfigurierten Wafern (LowCost-TMV) wurden die Grundlagen für die Realisierung von SiP-Modulen der Zukunft gelegt.

### Medical Micro Systems

Medizinische Mikrosysteme sind vielversprechende Hilfsmittel, um das Leben vieler Patienten mit chronischen Krankheiten oder Behinderungen nachhaltig zu verbessern. Hierbei sind spezielle Anforderungen an die Mikrosysteme im medizinischen Anwendungsfeld zu berücksichtigen. So müssen eine hohe Zuverlässigkeit, aber auch der Komfort des Patienten gewährleistet werden. Moderne Mikrotechnik stellt jetzt sicher, dass all diese Anforderungen wie auch ein erweiterter Funktionsumfang eingebracht werden können. Neue Technologien machen es möglich, das zu integrierende System klein, zuverlässig und kostengünstig zu realisieren. Hierbei kommen die Nacktchipverarbeitung, die Nutzung integrierter Komponenten sowie schützende, biokompatible Verkapselungsprozesse zum Tragen.

Innerhalb der Fraunhofer Allianz »Ambient Assisted Living« (AAL) steuert das Fraunhofer IZM innovative Aspekte der Sensorik und des Monitorings in der Lebensumgebung der Menschen bei. Als Initiator des »European HighTech Wound Care Network« unterstützt das Institut die Wundtherapie mit modernsten Technologien.

#### Leitung:

*R. Aschenbrenner*

*rolf.aschenbrenner@*

*izm.fraunhofer.de*

*Telefon +49 30 46403*

*-164*

*Dr. M. Schneider-Ramelow*

*martin.schneider-ramelow@*

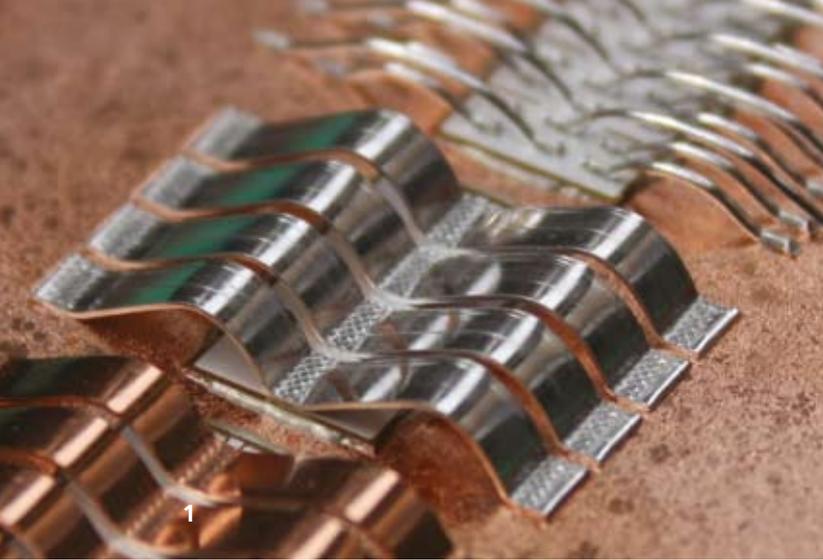
*izm.fraunhofer.de*

*Telefon + 49 30 46403*

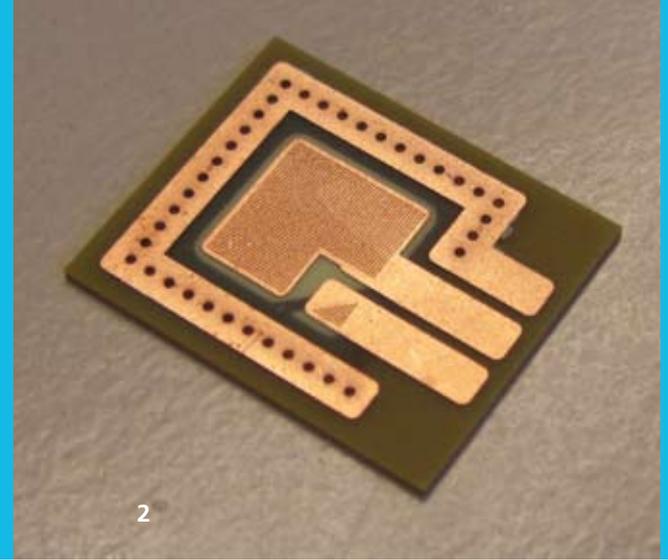
*-172*

#### 1 *Flexibles Towa-Moldsystem*

*(120 t) für Transfer und Compression Molding, ein 8"-Wafermold-Werkzeug ist integriert*



1



2

### System on Flex

Im Rahmen des vom BMELV geförderten Verbundvorhabens »Intelligentes Holz – RFID in der Rundholzlogistik« wurden UHF-Transponder für die Holzlogistik entwickelt und getestet, die bei nachfolgenden Prozessen am Holz verbleiben können, da sie überwiegend aus Papier und einem Lignin-basierten Verkapselungsmaterial bestehen. Da sich die Transponder ähnlich verhalten wie das Holz selbst, werden die Prozesse nicht behindert.

Im EURIPIDES-Projekt »SINETRA« werden in Zusammenarbeit mit europäischen Partnern seit Mitte 2010 neue Integrationstechniken entwickelt, um Sensorik, Ortung und Kommunikation in Schutzbekleidung zu integrieren. Mit dem Fokus auf der Zuverlässigkeit solcher Systeme werden neue Ansätze der Textilintegration verfolgt, z. B. das Krimpen.

### Nanoporöse Fügeflächen für Klebeverbindungen

Für Flip-Chip-Verbindungen können die Kontaktflächen mit kompressiblen, nanoporösen Metallschwämmen versehen werden. Bei der Kontaktierung werden die leitfähigen Füllpartikel bereits bei geringen Andruckkräften in den Schwamm gedrückt. Die große Kontaktfläche zwischen dem Schwamm und den Partikeln sorgt für einen niedrigen Übergangswiderstand bei gleichzeitig hoher Leitfähigkeit der Füllpartikel und des Metallschwamms selbst.

### Transient Liquid Phase Soldering

Für Leistungsbaulemente und für Hochtemperaturanwendungen wurde eine Paste entwickelt, die geeignet ist, Bauelemente zu löten und den Lötspalt komplett in eine intermetallische Phase zu verwandeln. Die Lötung erfolgt unter 260 °C und ist somit SMD-kompatibel. Dabei lassen sich Wiederaufschmelztemperaturen von über 400 °C erreichen.

### Einbettung von Leistungskomponenten in organische Substrate

Eingebettete Powerchips werden zunehmend interessant für die Industrie- und Automobilelektronik. Innerhalb des Projekts »Hochstromleiterplatte« werden Verbindungstechnologie, Materialien, Designanforderungen und Zuverlässigkeit untersucht. Die Ergebnisse sollen an einer Sanftanlaufschaltung für Industriemotoren demonstriert werden, die zwei gekoppelte Thyristorelemente enthält. In der ersten Projektphase konnte die volle elektrische Funktionalität eines Thyristors gezeigt werden, der in ein FR4-Substrat mit dicker Kupferrückseitenmetallisierung eingebettet und vorderseitig über Mikrovia-Arrays kontaktiert ist. Der Chiprückseitenkontakt wurde mit Ag-Leitkleber hergestellt.

### Implantierbares elastisches Elektrodenarray

In einem Gemeinschaftsprojekt mit der Neurologischen Klinik der Universität Regensburg und dem Lehrstuhl für Biophysik der Universität Rostock wurden dehnbare, implantierbare Elektroden zur Ableitung von Signalen aus peripheren Nerven entwickelt.

Die aus Gold hergestellten Elektrodenflächen und ihre abführenden Leiterbahnen wurden in dehnbare Polyurethanfolien eingebettet. Drei getrennte Elektrodenköpfe mit je zwei Elektroden können frei im Raum auf der Oberfläche eines peripheren Nervs positioniert werden. Eine höhere Signalausbeute und ein verbessertes Signal-Rauschverhältnis wird durch die Dekoration der Elektrodenflächen mit mikro-nanokristallinem Gold (»Haizahn«-Gold) erreicht.



### **Untersuchung der Zuverlässigkeit von Al-Dickdrahtbondkontakten auf Leistungshalbleitern**

Ein Arbeitsschwerpunkt im Bereich der Drahtbondtechnologien sind gegenwärtig Zuverlässigkeitsuntersuchungen an mit Dickdraht (z. B. Al oder Cu) oder dicken Bändchen gebondeten Leistungshalbleitern. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Untersuchung des Interfaces zwischen Draht bzw. Bändchen und dem Leistungshalbleiter. Dieses Interface wird durch periodische Temperaturhübe, wie sie auch im normalen Betrieb des Halbleiters entstehen, geschwächt und letztlich zerstört. Zurückzuführen ist dies primär auf die unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Ein am Fraunhofer IZM entwickelter Teststand ermöglicht die Untersuchung von bis zu 24 aktiv beschalteten Proben gleichzeitig – ist aber kostengünstig ausbaufähig auf bis zu 250 Proben. Dabei können für jede Probe unterschiedliche Testparameter eingestellt werden. Denkbar sind z. B. verschiedene Kombinationen von Minimal- und Maximaltemperaturen oder verschiedene Zykluszeiten. Die intelligente Steuer- und Regelelektronik sorgt für konstante Bedingungen und für das Einhalten der Testparameter auch über viele Millionen Zyklen hinweg. In den aktuellen Forschungsergebnissen konnte nun erstmalig nachgewiesen werden, dass das Testkonzept absolut vergleichbare Daten zu konventionellen Testständen liefert, bei denen allerdings nur eine geringe Zahl an Proben gleichzeitig getestet werden kann und häufig überlagernde Fehlermechanismen auftreten.

### **Low-cost multifunktionale CMOS Bildsensorintegration**

Durch ein planares, auf dem Light-pipe-Prinzip beruhendes optisches Verbindungselement wurde ein kompaktes Bildsensormodul für die Automobilindustrie (Nebel, Regen, Dämmerung) realisiert. Das optische Design mit integrierten Light-pipes, optischen Umlenkelementen und Fresnellinsen ermöglicht eine kompakte Aufbauweise, die Herstellung durch Heißprägetechnik und gestapelter Montage auf dem den CMOS-Chip enthaltenden Baugruppenträger eine fertigungstaugliche Gehäuseintegration. Für die Kamerafunktion unnötige Bereiche des Chips können auf die entwickelte Weise für sensorische Funktionen genutzt werden, das optische Signal wird exakt auf diese Stellen geleitet und in Kombination mit der Bildinformation ausgewertet.

### **Vollautomatische Aufbautechnik für Mikrolinsen in High-Power Lasermodulen**

Die Automatisierung der Linsenaufbautechnik für Lasermodule ist ein notwendiger Schritt, um die Ausbeute und den Durchsatz in der Herstellung zu steigern. Im Rahmen des Verbundprojektes PrOpSys wurden dafür ein auf aktivem Alignment beruhender Klebprozess und der Prototyp einer Montagestation entwickelt. Die Station besteht aus einem hochpräzisen Handlingsystem, entsprechender Messtechnik und einem leistungsstarken Bildverarbeitungssystem sowie der notwendigen Dispens- und UV-Vernetzungstechnik. Im Ergebnis steht am Fraunhofer IZM eine auch für andere Modulkonzepte anpassbare, automatische Aufbautechnik für Kunden- und Entwicklungsprojekte zur Verfügung.

1 *Cu- und Al-Bändchenbonden für Leistungshalbleiter*

2 *In FR4-Substrat eingebetteter Thyristor*

3 *Prozesslinie zur Substratfertigung*

# PCB SOLDERING TRAINING/ QUALIFICATION AND MICRO MECHATRONICS

## DER STANDORT

Am Fraunhofer IZM Standort Oberpfaffenhofen sind das Mikro-Mechatronik Zentrum (MMZ) und das Zentrum für Verbindungstechnik in der Elektronik (ZVE) vereint.

Die Kompetenzen des MMZ umfassen den Entwurf, die Entwicklung und das Rapid Prototyping elektronischer Systeme auf neuartigen Trägersubstraten. Es werden Konzepte zur funktionalen Anpassbarkeit von Gehäuseformen und -strukturen erarbeitet. Dies beinhaltet ein vollständiges Entwurfskonzept für Aufbau und Häusung von Bauteilen, das sowohl elektrische als auch mechanische Eigenschaften der Systeme mit Struktursimulationen vereint.

Das ZVE evaluiert Verbindungstechniken für elektronische Baugruppen mit erhöhten Zuverlässigkeitsanforderungen unter rauen Umgebungsbedingungen. Dies beinhaltet kundenspezifische Qualifikationen elektrischer Systeme bis hin zur strukturellen und elektrischen Zuverlässigkeitsbewertung und Fehleranalyse elektronischer Baugruppen. Darüber hinaus werden praxisorientierte Kurse für Löttechniken angeboten (Standard, neue Techniken, Handlöten und lotfreie Verbindungstechniken).

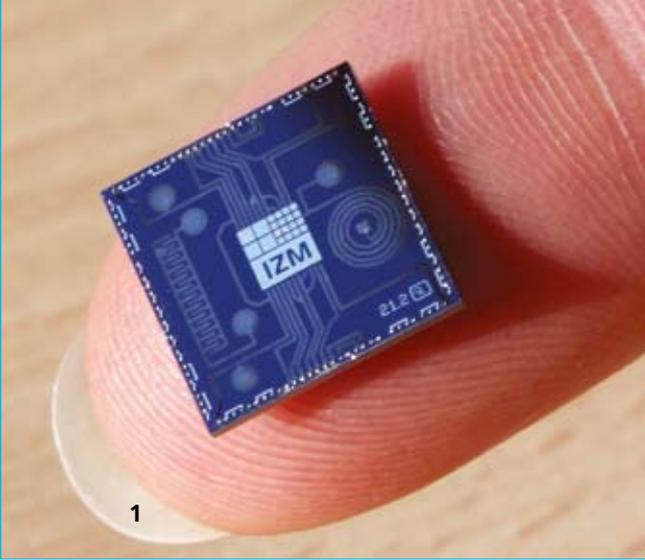
Oberpfaffenhofen zählt zu den ESA- und IPC-akkreditierten Schulungszentren sowie zu den bundesweit durch die AZWV anerkannten Ausbildungsstätten.

## TRENDS

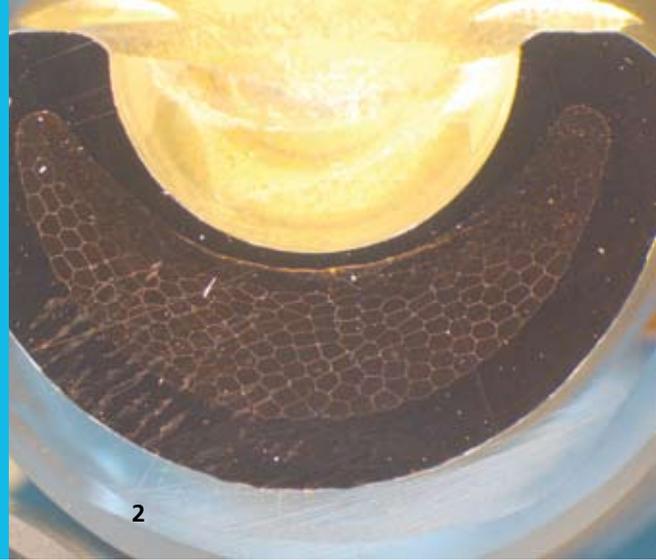
Die Integration elektronischer Systeme führt auch in der Anwendung zu fundamental veränderten Ansprüchen wie der Verschmelzung von Form und Funktion. Wirtschaftszweige wie Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik und Automobil suchen nach leichten, funktionsintegrierten, kostengünstigen, aber dennoch hochzuverlässigen Alternativen zu den klassischen, in aller Regel verschraubten, geklebten und gesteckten Funktionsteilen aus mehreren Komponenten.

Folgende Ziele werden verfolgt:

- Entwicklung technologieübergreifender Innovationen zur Produktqualifikation elektronischer Systeme
- Aufbau nicht-planarer elektronischer und mechatronischer Systeme
- Entwicklung von generativen Technologien und INK-Jet-Druck-Prozessen
- Verbesserung von Rework- und Repair-Prozessen
- Anwendung von lotfreier Verbindungstechnik wie Crimp und Press-Fit-Verbindungen
- Methodenentwicklung zum zeit- und kostensparenden in-situ-Monitoring kritischer Zustandsgrößen in der Produktqualifikation
- Entwicklung neuer Qualifikations- und Zuverlässigkeitskriterien z. B. für Betaung oder Elektro-Mobilität
- Weiterentwicklung des Schulungskonzepts (insbesondere für Medizinanwendungen, Solartechnologie, ...)



1



2

## FORSCHUNGS-HIGHLIGHTS

### Simulation und Messtechnik

Am Standort Oberpfaffenhofen wurden die technischen Möglichkeiten, um Stress in elektronischen Bauteilen zu messen, vervollständigt. Für die Experimente und ihre Auswertung steht eine große Auswahl an Simulationstools zur Verfügung, insbesondere die Polymerverkapselung mit der Berücksichtigung der Mikrostruktur im Polymer. Eine Besonderheit stellt die Messung mit Stressmess-Chips dar. Mit bis zu 60 Messzellen auf einem CMOS-Chip können seit 2010 auch die Einzelkomponenten der Hauptspannungen  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  und des Scherstress  $\sigma_{xy}$  bei Temperaturen bis 190 °C erfasst werden. Optische und elektrische Dehnmessstreifen vervollständigen die Messtechnik. Faser Bragg Gitter und elektrische DMS ergänzen sich hervorragend und wurden gewinnbringend im EU-Projekt »Clean Sky« in Carbonfaser-Laminaten für den Flugzeugbau eingebettet.

### Generative Herstelltechnologien in der Elektronik

Generative Verfahren sind additive, schichtaufbauende Fertigungsverfahren. Ihr besonderer Reiz besteht darin, dass die mechanischen Modelle mit leitenden und beweglichen Strukturen (»integrierte Montage«) kombiniert werden können. Damit lassen sich strukturierte Metallisierungen (verfügbare Tinten: Silber, Gold, Kupfer, Nickel, ITO, ...) auf nahezu jeder Oberflächenform auch bei dreidimensionalen Oberflächen (Folien, Wafern, Polymeren, Holz, Papier, ...) wirtschaftlich und zuverlässig herstellen. Der Aufbau von komplexen, generativ hergestellten Sensor/Aktor-Modulen ist realisierbar.

### Rework und Repair

Neue Anforderungen an elektronische Baugruppen und die damit verbundenen neuen Bauteile und komplexen Leiterplattenaufbauten bringen extreme Herausforderungen an Rework- und Repairprozesse mit sich. Es werden Themen untersucht wie das gezielte Aufbringen von Lotpaste auf kleinste Flächen von bereits bestückten Leiterplatten. Das Wärmemanagement in Verbindung mit Dickkupferleiterplatten und wärmeempfindlichen Bauteilen ist ebenfalls von Bedeutung. Weitere Arbeiten beschäftigen sich mit innovativen Methoden des Lotauftrages z. B. für MID, durch Folientransfer oder Ink-Jet-Drucktechniken.

### Leitung:

*Dr. F. Ansorge*

*frank.ansorge@*

*oph.izm.fraunhofer.de*

*Telefon +49 8153 9097  
-500*

1 *Ink-Jet gedruckte*

*Umverdrahtung auf einem  
Si-Chip*

2 *Hochzuverlässige Crimp-*

*Verbindung für Hochstrom-  
Anwendungen – Elektromo-  
bilität*

# **FORSCHUNGS-CLUSTER INTEGRATION AUF WAFEREBENE**



## HIGHLIGHT 2010

### Permanentes und temporäres Wafer zu Wafer Bonden

Das Fraunhofer IZM bietet umfassende Prozesse zum permanenten und temporären Waferbonden auf voll- und halbautomatisierten Anlagen an, womit Anwendungen wie Verkapselung, MEMS Herstellung, Transfer funktionaler Lagen, Hausung von optischen Sensoren sowie Dünnwaferprozessierung bedient werden. Die zur Verfügung stehenden Anlagen bieten die Möglichkeit Wafer mittels Kleberschicht, anodisch, eutektisch oder durch Thermokompression zu bonden, wobei in geeigneten Bondkammern Druck, Temperatur, Spannung, UV-Licht oder eine Kombination dieser Größen auf die Wafer einwirken. Um defektfreie, stabile und zuverlässige Bondverbindungen über die gesamte Waferfläche mit ausreichender Justagegenauigkeit zu erhalten, werden Vorbehandlungsschritte wie Partikelentfernung, nasschemische Entfernung von metallischen und organischen Verunreinigungen sowie Oberflächenaktivierungen im Plasma durchgeführt. Zur Sicherstellung einer hohen Bondqualität werden abhängig von der Art des durchgeführten Prozesses sowie der zu fügenden Materialpaarung während des Bondprozesses unterschiedliche atmosphärische Zustände mittels Vakuum, Formiergas, Inertgas und Luft erzeugt. Die Justage der Wafer zueinander erfolgt vor dem eigentlichen Bondprozess indem geeignete Muster auf den Wafervorderseiten oder auf Vorder- und Rückseite mithilfe von Mikroskopen und präzisen Verfahrtschichten zueinander ausgerichtet werden. In Abhängigkeit vom gewählten Justageverfahren, der Art der Justagemarken sowie der Waferbeschaffenheit können Justagegenauigkeiten von wenigen Mikrometern erreicht werden.

Um Schlüsseltechnologien wie die Herstellung dünner Komponenten und dreidimensionaler Architekturen vorantreiben zu können, hat das Fraunhofer IZM verschiedene Verfahren zum temporären Bonden und Lösen von Wafern etabliert. Diese Verfahren ermöglichen es Wafer extrem zu dünnen sowie dünne Wafer zu bearbeiten, ohne Anpassungen an Maschinen und Prozessen vornehmen zu müssen.

Beim temporären Waferbonden werden die Prozesswafer unter Verwendung spezieller Klebeschichten mit Ihrer Vorderseite gegen Trägerwafer geklebt. Durch die Verklebung mit den Trägerwafern können die Prozesswafer sehr stark abgedünnt sowie rückseitig prozessiert werden. Die zur Verfügung stehenden Trägersysteme sind kompatibel mit einer großen Anzahl von Prozessen, wie beispielsweise Trocken- und Nassätzen, chemisch/mechanisches Polieren, chemische und physikalische Gasphasenabscheidung, Fotolithografie, Galvanik sowie Schleuderbeschichtung von Lacken und Polymeren. Die anschließende Entfernung der Trägerwafer von den Prozesswafern wird durch spezielle Einwirkung auf die Kleberschichten erreicht, die mittels Laserbelichtung, durch Lösungsmittel oder bei erhöhter Temperatur mechanisch erfolgt.

*K. Zoschke  
kai.zoschke@  
izm.fraunhofer.de*

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

# HIGH DENSITY INTERCONNECT AND WAFER LEVEL PACKAGING

## DIE ABTEILUNG

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 800m<sup>2</sup> Fläche.

Die Abteilung arbeitet weltweit sowohl mit Herstellern und Nutzern von Mikroelektronik-Systemen als auch mit Reinraumgerätheherstellern und Materialentwicklern aus der chemischen Industrie zusammen.

Für Industriepartner und Auftraggeber werden in stets verfügbaren Technologiesäulen Forschungsarbeiten bis zum Prototyping oder zum Erhalt kleinerer Stückzahlen in den Bereichen 3D Systemintegration, 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. Einzelne Prozesse sind auch auf 300mm Wafern möglich, sowie im Verbund mit unserem Standort in Dresden. Die angewandte Technologie kann transferiert und auf kundenspezifische Geräte übertragen werden.

In zahlreichen FuE-Vorhaben werden weiterführende Fähigkeiten und Know hHow entwickelt, die in Form von Entwicklungsarbeiten an KMUs weitergegeben werden können.

## TRENDS

### • 3D Integration

Silizium Interposer, mit Kupfer gefüllte Through Silicon Vias (TSVs), Dünnschicht-Integration, 3D Packaging von Image Sensoren, Umverdrahtung zur Waferrückseite, Handling von dünnen Wafern mittels temporärer Supportsysteme

### • Wafer Level CSP

Dünnschicht Umverdrahtungen aus Kupfer oder Gold mit verschiedenen Polymer-Dielektrika, Glas Passivierung, Package-Vereinzelung, Zuverlässigkeitsuntersuchungen

### • Wafer Bumping

Galvanische Abformung in Photoresist, Copper Pillars, Aufbau von Ultra Fine Pitch Pixel Detektoren, Bumping von Einzelchips, Nano poröse Goldbumps, Flip Chip, Optische Inspektion. Bumpmetalle Cu, Ni, Au; Lotlegierungen SnAg, AuSn, SnPb, Sn, In

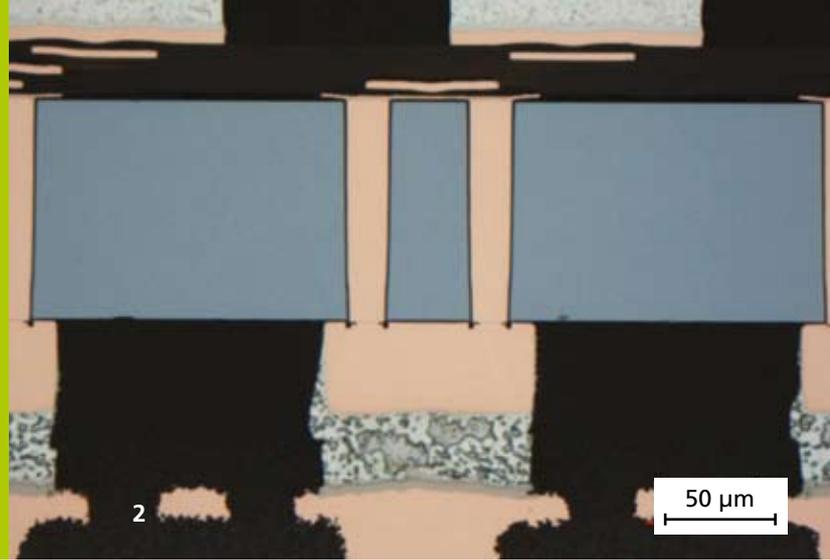
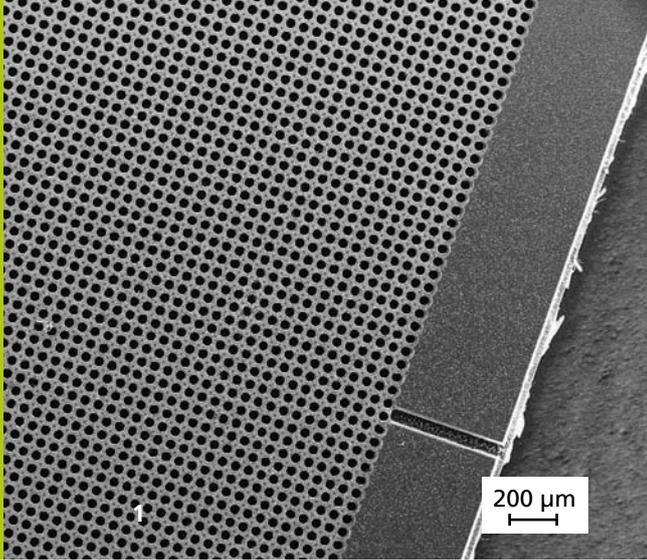
### • Dünnschicht Multilayer

Diverse Polymere und Photolacke, kundenspezifische Layoutanpassung, Mehrlagenverdrahtung, Polymerschichten für Hochfrequenzanwendungen, Fine Pitch Umverdrahtung und Spulen, Integrierte passive Elemente, mikrogalvanische Abscheidungen von magnetischen Schichten für Spulen & Transformatoren

### • Mikroenergysysteme

Wafer Level-Batterie, Mikrobrennstoffzellen, hermetische Verkapselung, autonome Energieversorgung für Mikrosysteme, Integration von Folienbatterien in Wafer Level und auf Folien

### • Beratungs- und Applikationszentren mit der Industrie



## FORSCHUNGS-HIGHLIGHTS

### Hochdichte vollflächige Wafer-Verdrahtungstechnologie

Das Fraunhofer IZM hat seine etablierte Umverdrahtungstechnologie weiterentwickelt, um hochdichte Chip-zu-Chip Verbindungen auf 200 mm CMOS Wafern realisieren zu können, die als Cluster für neuronale Netzwerke dienen. Basierend auf Polymer-Planarisierung und Passivierung sowie galvanischem Kupfer können feine, hochdichte Leiterbahnen über bis zu 4 μm tiefe Gräben von benachbarten ICs geführt werden. In einer ersten Studie wurden 56 ICs mit insgesamt 159.744 Verbindungen vernetzt, wobei eine Ausbeute von mehr als 99,9 Prozent erzielt wurde.

### Siliziumzwischenträger mit vertikalen Durchkontaktierungen

Siliziumzwischenträger mit vertikalen Durchkontaktierungen (TSVs) haben sich zu Schlüsselkomponenten für dreidimensionale Systemarchitekturen mit Komponenten wie MEMS, ASICs und Speichern entwickelt. Die vom Fraunhofer IZM etablierten Verfahren zur Herstellung solcher Zwischenträger umfassen neben der Erzeugung der hochdichten mit Kupfer gefüllten TSVs auch Techniken zur Handhabung dünner Wafer, zur Kupfer/Polymer-Mehrlagenverdrahtung sowie zur Komponentenmontage auf Waferebene.

### Entwicklung kompakter Gasentladungsdetektoren auf Wafer Level

Gasentladungsdetektoren mit einer hochauflösenden Auslese-Elektronik dienen zur genauen Bestimmung der Bahnen hochenergetischer geladener Teilchen. Es wurden Technologien entwickelt, um diese Gasentladungsdetektoren (GEMGrids bzw. InGrids) in kompakter Form auf den CMOS-Auslesechip-Wafer zu integrieren. Erste Testchips konnten mit WLP-Technologien aufgebaut werden. Ihre Funktionstüchtigkeit wurde erfolgreich mit  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung nachgewiesen.

### Polymere mit niedriger Cure-Temperatur

Polyimide (PI) und Polybenzoxazole (PBO) werden weltweit als stressabsorbierende Schichten sowie als Dielektrikumsschichten im WLP eingesetzt. Mit einem neuartigen Niedertemperatur-PBO mit Curetemperaturen bei 175 °C wurden Zuverlässigkeitsuntersuchungen mit Testchips durchgeführt, die zeigten, dass dieses PBO sehr gut im Bereich Unterhaltungselektronik und mit einem zusätzlichen Underfiller auch im Bereich Automotiv benutzt werden kann.

### Mikroenergie - Mikrobatterie

Zur Realisierung des Verkapselungskonzepts von Mikrobatterien mit Wafer-Prozessen wurden neue Materialien erprobt und der Einfluss der Dicke der Aktivmaterialien auf die Strombelastbarkeit der Mikrobatterien analysiert. Ein numerisches Modell wurde entwickelt, mit dem der Einfluss der Werkstoff- und Geometrieparameter auf Lade- und Entladekennlinien sowie das Impulsverhalten analysiert werden kann.

Leitung:

O. Ehrmann

oswin.ehrmann@

izm.fraunhofer.de

Telefon +49 30 46403

-124

1 GEMGrid Testchip

2 TSV Silicon Interposer  
Assembly

# ALL SILICON SYSTEM INTEGRATION CENTER DRESDEN

## DIE ABTEILUNG

Das »All Silicon System Integration Center Dresden« (ASSID) des Fraunhofer IZM wurde im Jahre 2010 etabliert und beschäftigt gegenwärtig 29 wissenschaftliche und technische Mitarbeiter.

Das IZM-ASSID ist eingebunden in das Netzwerk des Silicon Saxony e. V. und kooperiert auf dem Gebiet der 3D-Integration sehr eng mit Anwendern, Anlagenherstellern und Materialzulieferern sowie unterschiedlichen Organisationen, Netzwerken und Clustern (u. a. EMC-3D, ITRS, Sematech). Darüber hinaus bestehen enge Kooperationen mit Fraunhofer-Instituten und anderen wissenschaftlich-technischen Einrichtungen im Freistaat Sachsen.

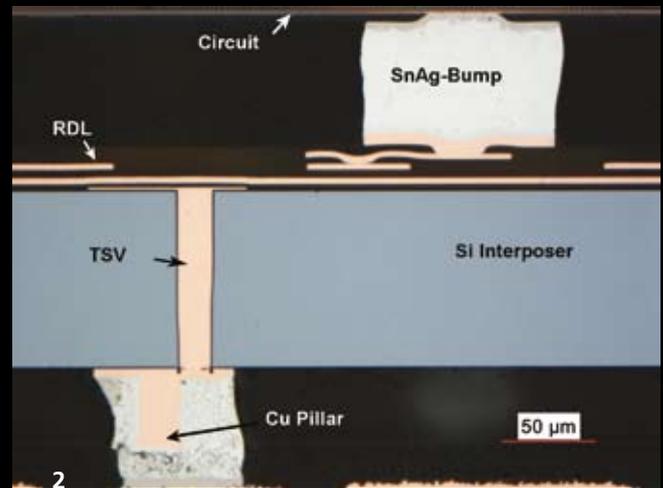
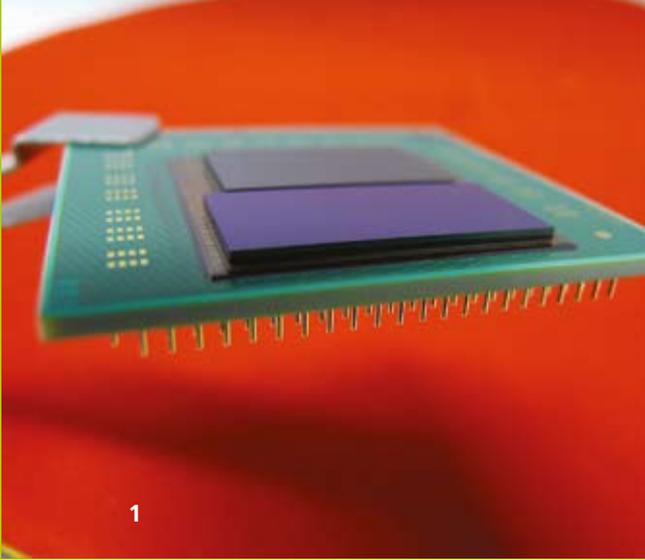
Das Fraunhofer IZM-ASSID verfügt über eine hochmoderne 300 mm Technologielinie für die 3D-Wafer-Level Systemintegration auf der Basis der Kupfer-Through-Silicon-Via (Cu-TSV)-Technologie. Die Konzeption der Linie erlaubt sowohl eine anwendungsbezogene Entwicklung von Prozessen als auch die Qualifikation und Prototypenfertigung für 3D-Wafer Level System-in-Packages.

## TRENDS

Die 3D-Systemintegration ist die Schlüsseltechnologie im Microelectronic Packaging. Die heterogene 3D-Integration bietet speziell Vorteile bezüglich Erhöhung der Funktionalität und Leistungsfähigkeit, sowie Kostenreduktion von komplexen, hochminiaturisierten mikroelektronischen Systemen.

Mit dem IZM-ASSID ist in der Fraunhofer Gesellschaft erstmalig eine durchgehende Prozesslinie auf einer 300 mm Technologieplattform etabliert. In Zusammenarbeit mit den Fraunhofer-Instituten IZFP, IIS, ENAS, EMFT und anderen Forschungseinrichtungen ist damit eine Umsetzung von 3D-Silizium-Systemen vom Entwurf über die Prototypenfertigung bis zur Kleinserienfertigung einschließlich der Zuverlässigkeitsbewertung und Fehleranalyse möglich.

Dies eröffnet neue Möglichkeiten für die Entwicklung und schnelle Umsetzung neuer hochfunktionaler energieeffiziente Systeme für unterschiedliche Applikationsbereiche wie u. a. Information und Kommunikation, Medizin, Automotive und Umwelt unter Nutzung neuester Technologien. Die volle Nutzung der Potentiale der 3D-Systemintegration erfordert die Synergie von Design, Technologie und Zuverlässigkeit unter anwendungsspezifischen Gesichtspunkten.



## FORSCHUNGS-HIGHLIGHTS

Die Vision des Fraunhofer IZM ASSID ist die Integration von heterogenen elektronischen Komponenten (MEMS, ASIC, MPU, Memory, etc.) in einem Wafer Level System-in-Package unter Einsatz von neusten technologischen Prozessen und Verfahren sowie Materialien. Die Systemintegrationskonzepte für die 3D-Integration beruhen auf einer 300 mm Technologieplattform.

### Si-Interposer mit Durchkontaktierungen und Mehrlagenverdrahtung

Silizium Interposer mit Durchkontaktierungen (TSV) und angepassten Verdrahtungssystemen bilden das Basiselement der 3D-Integration, welches es ermöglicht, elektronische Komponenten unterschiedlichster Größe, Form und Funktion zu einem 3D-System umzusetzen.

Wesentliche Kernelemente sind:

- Cu-TSV und Cu-Mehrlagenverdrahtung
- Integration von passiven Komponenten in Mehrlagenverdrahtung
- Integration aktiver Elemente (IC); Thin Chip Integration (TCI)
- angepasste Kontaktstrukturen für die Flip Chip Montage und das Stacking

### Through Silicon Via (TSV) Technology

Die Siliziumdurchkontaktierung (Cu-TSV) ist das Kernstück aller 3D-Wafer Level-Integrationskonzepte. Wesentliche Kenngrößen sind:

- Siliziumdurchkontaktierungen unterschiedlichster Größe, Dichte und Aspektverhältnis (5–20 μm Durchmesser und Aspektverhältnis bis > 30)
- TSV-Prozessintegration (Via-middle und Via-last)
- TSV Isolation, Barriere- und Haftsichten
- Via-Metallisierung mittels galvanischer Abscheidung

### 3D Aufbau- und Verbindungstechnik

Grundelement der Aufbau- und Verbindungstechnik für 3D-Systeme ist die Umsetzung geeigneter Kontaktstrukturen und Verbindungsverfahren unter Berücksichtigung der funktionalen Randbedingungen der Komponenten. Teilthemen sind:

- Entwicklung geeigneter Aufbaukonzepte und Teststrategien
- Präparation der Komponenten inklusive Thinning, Dicing, Bumping
- Handling von ultra-dünnen Komponenten
- Wafer Level Assembly
- Testverfahren

*Leitung:*

*M. J. Wolf*

*juergen.wolf@*

*izm.fraunhofer.de*

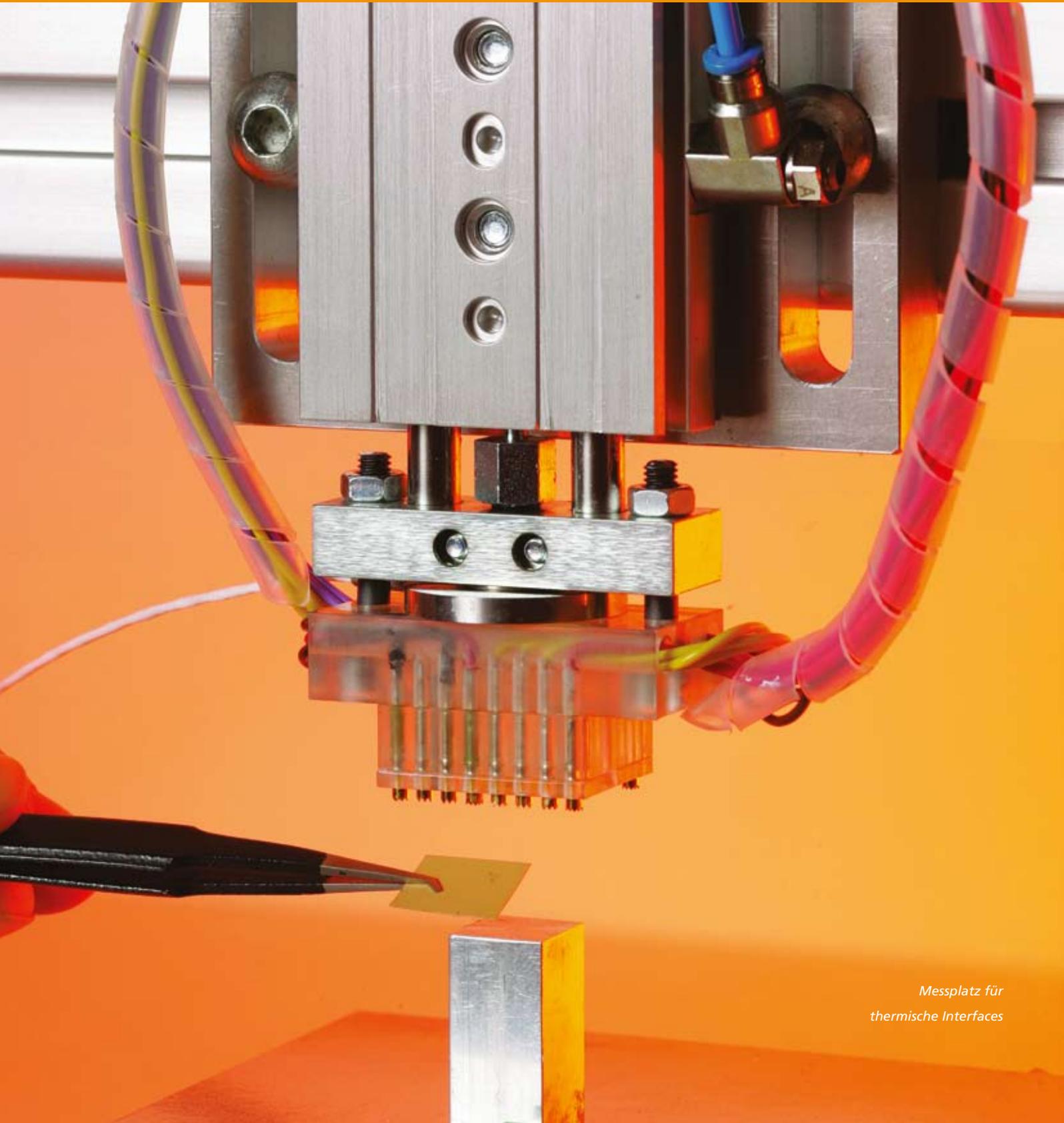
*Telefon +49 351 795572*

*-12*

*1 3D-Modul mit TSV-Interposer und Flip-Chip-assemblierten elektronischen Komponenten*

*2 Silizium-Durchkontaktierung (Cu-TSV) in Silizium-Interposer mit Flip-Chip-montiertem Siliziumchip*

# **FORSCHUNGS-CLUSTER MATERIALIEN, ZUVERLÄSSIGKEIT UND NACHHALTIGE ENTWICKLUNG**



*Messplatz für  
thermische Interfaces*

## HIGHLIGHT 2010

### Neue Testsysteme zur Charakterisierung thermischer Interface-Materialien

Die zunehmende Integrationsdichte in der Mikroelektronik und der vermehrte Einsatz von Leistungselektronik und LEDs führen zu dem Problem einer erhöhten thermischen Verlustleistungsdichte. Im Rahmen des »thermischen Managements« arbeitet das Fraunhofer IZM an der Analyse und der Lösung dieses Problems. Dabei werden geeignete Technologien und innovative Methoden eingesetzt und weiterentwickelt. Sie ermöglichen es, das Produktdesign im Entwicklungsprozess so zu optimieren, dass ein erhöhter Funktionsumfang erreicht wird und das Produkt gleichzeitig hinreichend klein, leicht und kosteneffizient gestaltet ist. Das »thermische Management« ist eine der übergreifenden Kompetenzen am Fraunhofer IZM.

### Thermische Interface-Materialien

Häufig stellt der Wärmeübergang an Grenzflächen den Engpass für eine effektive Wärmeabfuhr dar. Die Materialien (Thermal Interface Materials, TIM), die hier eingesetzt werden, müssen für die Lebensdauer des Produktes eine hinreichende Wärmeleitfähigkeit und teilweise auch elektrische Leitfähigkeit sicherstellen. Dafür ist es wichtig, diese Materialdaten schon im Entwicklungsprozess zu kennen und zu charakterisieren.

### Neue Plattform zur Charakterisierung thermischer Interfaces

Der bestehende Versuchsaufbau wurde zu einer universell einsetzbaren TIMA-Plattform weiterentwickelt, die es ermöglicht, die gebräuchlichsten thermischen Interfaces zu charakterisieren. Es stehen nun Module zur Verfügung, die TIMs mit geringer Wärmeleitfähigkeit (z. B. Kleber, Pasten, ...) charakterisieren und die mit einer In-Situ-Zuverlässigkeitsprüfung gekoppelt werden können. Selbst Materialien mit extrem hoher Wärmeleitfähigkeit (z. B. Sintered Ag) oder extrem dünne Materialschichten (Sissy Module) können charakterisiert werden. In Kombination mit moderner Analytik (z. B. FIB-Schnitte) lassen sich zudem Rückschlüsse von der Wärmeleitfähigkeit auf die Materialstruktur ziehen.

*M. Abo Ras  
mohamad.abo.ras@  
izm.fraunhofer.de*

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

# ENVIRONMENTAL & RELIABILITY ENGINEERING

## DIE ABTEILUNG

Die Anforderungen an neue Produkte und Technologien werden immer vielfältiger und anspruchsvoller; gleichzeitig spielen Kosteneffizienz und Umweltschutz zunehmend eine Rolle. Die Abteilung »Environmental and Reliability Engineering« unterstützt technische Entwicklungen auf dem Weg zur Marktreife durch Umwelt- und Zuverlässigkeitsuntersuchungen von der Nanocharakterisierung bis zur Bewertung und Optimierung auf Systemebene.

Unter der gemeinsamen Leitung von Dr. Nils F. Nissen und Dr. Olaf Wittler sind die etablierten Querschnittskompetenzen der ehemaligen Abteilungen »Environmental Engineering« und »Micro Materials Center Berlin« zusammengeführt:

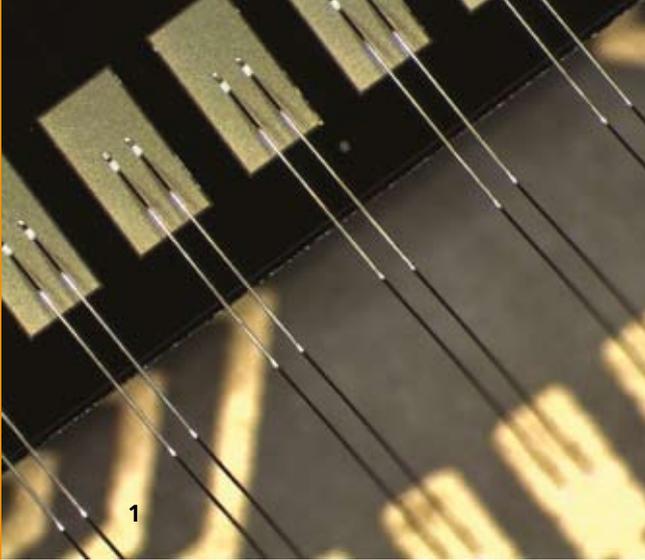
- EcoDesign, Lebenszyklusmodellierung
- Umweltgesetzgebung (u. a. RoHS, WEEE, EuP/ErP)
- Carbon Footprint, Green IT, Einsatz nachwachsender Rohstoffe
- Eco-Reliability mikroelektronischer Konzepte, z. B. Energy Harvesting
- Systemzuverlässigkeit von der AVT bis zur Produktebene
- Simulationen zur Zuverlässigkeitsoptimierung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

## TRENDS

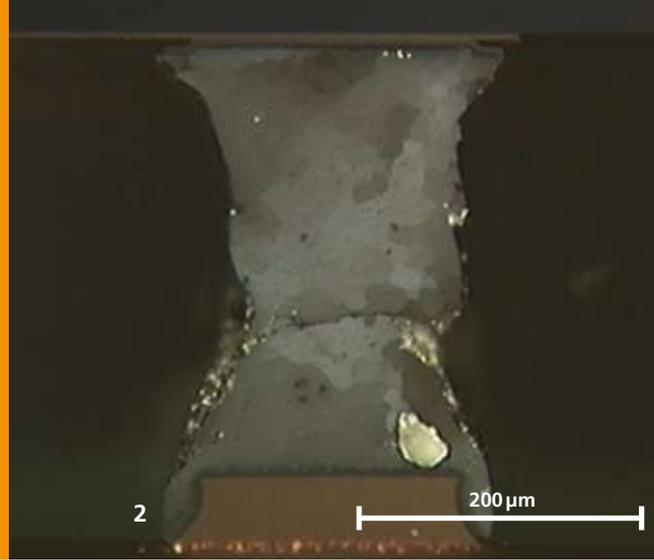
Die Anforderungen an die Qualität und Zuverlässigkeit von Elektronik steigen, weil der vermehrte Elektronikeinsatz die Wahrscheinlichkeit, dass das Gesamtsystem ausfällt, ohne Gegenmaßnahmen um ein Vielfaches erhöht. In Maschinen und Anlagen wird die Elektronik an ganz neuen Einbauorten integriert, dadurch steigen zudem die thermischen und mechanischen Belastungen an den elektronischen Baugruppen.

Zusätzlich wird Hightech immer mehr als Green Tech positioniert. Dabei geht es neben dem vordergründigen Beitrag zu Klimaschutz und Energieeffizienz vermehrt auch um knappe Rohstoffe, internationale Wettbewerbsfähigkeit und Arbeitsplätze. Grüne – sprich ökoeffiziente – Technologien in elektronischen Anwendungen und in der Elektronikindustrie selber sind daher auf dem Weg zum industriellen Mainstream.

Das Beispiel der LED-Technik in Beleuchtungssystemen macht die kombinierten Herangehensweisen deutlich: Es werden zum einen thermische Charakterisierungen und Simulationen durchgeführt, um die Zuverlässigkeit abzusichern. Erwartete Lebensdauer und nachlassende Effizienz sind wiederum entscheidende Einflussgrößen für die Lebenszyklusmodellierung, bei der zu entscheiden ist, welche Kombination von LEDs und Vorschalt elektronik wirklich Umweltvorteile bringt. Die drohende Ressourcenverknappung bei etlichen Hightech-Elementen bedingt zusätzliche Methoden zur Risikominimierung.



1



2

200 μm

## FORSCHUNGS-HIGHLIGHTS

### Standby minimieren: Zero Watt Inside (ZeWIn)

Unnötiger Standby-Modus und der Leerlauf elektronischer Geräte verursachen Kosten in Höhe von mehreren Milliarden Euro und tragen zur Klimaerwärmung bei. Das ZeWIn-System nimmt deshalb ethernetfähige Geräte nach Gebrauch vollständig vom Netz und schaltet sie erst bei Bedarf wieder an. Das System benötigt keine zusätzliche Energie. Bei einem Laserdrucker lassen sich z. B. bis zu 50 Euro Stromkosten im Jahr einsparen. Um unnötige Wartezeiten und hohen Stromverbrauch durch zu häufiges Anfahren zu vermeiden, schaltet eine intelligente Steuerung die Geräte nicht aus, wenn sie in Kürze wieder benutzt werden. Der Einbau von ZeWIn soll auf Geräte mit anderen standardisierten Anschlüssen ausgeweitet werden, z. B. auf USB.

### Energieautarkes Condition Monitoring System (ECoMoS)

Die Implementierung von Sensornetzwerken in komplexe Maschinen und Anlagen bietet die Grundlage für fortgeschrittene Konzepte der Zustandsüberwachung (Condition Monitoring), um Ausfälle zu vermeiden und Wartungszyklen effektiv zu planen. Im Verbundprojekt ECoMoS wird ein autarkes Mikrosystem für die kabellose Maschinendiagnose in der rauen industriellen Umgebung einer Papierfabrik entwickelt. Die Erarbeitung systemorientierter Entwicklungsmethoden für die zuverlässige und umweltverträgliche Energieversorgung elektronischer Systeme aus der direkten Umgebung (Energy Harvesting) stellt einen zentralen Aufgabenschwerpunkt dar.

### Simulation von Grenzflächen

Für die Zuverlässigkeit von elektronischen Systemen bildet die Festigkeit der Grenzflächen im Package eine zentrale Voraussetzung. Um diese bewerten und verbessern zu können, wurden experimentelle und simulative Verfahren entscheidend vorangebracht. So bilden z. B. molekulardynamische Simulationen die physikalischen Wechselwirkungen auf atomarer Skala ab. Phänomene, die in diesem Größenbereich von wenigen Nanometern experimentell kaum oder nur mit großem Aufwand zugänglich sind, können auf diese Weise untersucht werden bzw. Eigenschaftsänderungen mit strukturellen Änderungen von Materialien korreliert werden. Aktuell finden im Rahmen verschiedener Projekte auf nationaler und europäischer Ebene Untersuchungen über Wechselwirkungen an der Chip-Molding-Compound-Materialgrenzfläche unter Einbeziehung vorhandener Feuchte statt.

#### Leitung:

Dr. N. Nissen  
 nils.nissen@  
 izm.fraunhofer.de  
 Telefon +49 30 46403  
 -132

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

1 Doppelseitig prozessierter Test Chip auf AlN Substrat zur Charakterisierung thermischer Interface Materialien mit integriertem Heizelement, Temperatur- und Kapazitätssensoren

2 Querschliff einer konkaven Flip-Chip-Lotverbindung nach kombinierter Belastung durch Temperaturwechsel und Vibration. Mikrostruktur durch polarisiertes Licht visualisiert. Bessere Verteilung und Minimierung der mechanischen Spannungen verbessern die Zuverlässigkeit der Verbindung

# FORSCHUNGS-CLUSTER SYSTEMDESIGN



*FreshScan –  
Handscanner zur spektraloptischen  
Messung der Lebensmittelbeschaffenheit*

## HIGHLIGHT 2010

### **FreshScan: technische Plattform zur prozessbegleitenden Überwachung von Lebensmitteln**

Die Basisforschungsarbeiten für miniaturisierte autarke optische Analytikgeräte erfolgten im wissenschaftlichen Vorprojekt des BMBF »FreshSCAN«. Ziel war es, exemplarisch aufzuzeigen, wie die Lebensmittelkette vom Erzeuger bis zum Verbraucher transparenter gestaltet werden kann, und dies anhand von Prototypen zu demonstrieren.

Die Lösung setzte in der Weiterentwicklung der RFID-Technologie an. Aktive Sensortags überwachen die Lebensmittel entlang der Food Chain. Die für die Sensortags benötigten Schreib-Lese-Geräte sind als autarke Handgeräte ausgeführt; sie erweitern ihre Funktionalität durch eine mobile optische Spektralanalytik für Lebensmittel. Die Demonstration der konstruktiven und technologischen Umsetzbarkeit erfolgte am Beispiel von Schweinefleisch und der analytischen Messgröße der mikrobiellen Kontamination.

#### **Plattformkomponenten**

Die Forschungsarbeiten waren aus produktorientierter Sicht auf ein Plattform- und Modulkonzept ausgerichtet. Dadurch entstanden für die Funktionskomponenten elektronische, optische und mechanische Designlösungen, die mittels der Prototypen für die Demonstration verifiziert und erprobt waren. Die Plattform für aktive Sensortags zeichnet sich durch folgende vollintegrierte Funktionen und Eigenschaften aus: kühlhaustaugliche Energiespeicher, kontaktlose Wiederaufladefunktion der Energiespeicher, Temperatur- und Feuchtesensorik, variabler Datenspeicher, bistabiles Display zur visuellen Informationsdarstellung.

Im Handgerät sind folgende Module integriert: RFID-Lese- und Schreibmodul, 2,4 GHz Bluetooth-Kommunikation, mehrkanalige Laser- bzw. Lichtquellensteuerung, Mikrolaser und Faseroptode, Fluoreszenz- bzw. Ramananalytik, ARM9 basierte Systemelektronik, Touchscreenbedienung, anwenderspezifische Bediensoftware, ergonomisches Systemgehäuse integriert.

#### **Service und Applikation**

Im Jahr 2010 wurden die Prototypen am Fraunhofer IZM intensiv getestet und stehen nun für externe Anwendungstests zur Verfügung. Die eigenen aktuellen Forschungsaufgaben sind insbesondere darauf ausgerichtet, durch Modifikationen der optischen Komponenten die Prototypen für weitere Messaufgaben in der Analytik von Lebensmitteln zu nutzen. Mögliche Anwendungen in der Medizintechnik werden ebenfalls zur Zeit geprüft bzw. konkret vorbereitet.

*Dr. V. Großer  
volker-grosser@  
izm.fraunhofer.de*

*Bei hoch integrierten Systemen kann das Design nicht mehr unabhängig von der Technologie und die Technologieentwicklung nicht mehr losgelöst vom elektrischen Verhalten erfolgen. Der Begriff Co-Design beschreibt die aufeinander abgestimmte Zusammenarbeit von Technologie und Design. Die Stärke des Fraunhofer IZM liegt in der Kombination von exzellenter Technologieentwicklung und elektrischen, thermischen und mechanischen Modellierungs-, Simulations- und Analysetechniken. Im Bereich des elektrischen Designs liegt der Fokus auf der Erforschung von EMV- und HF-Aspekten (parasitäre Effekte) und der praktischen Umsetzung in Technologieempfehlungen. Gleichzeitig schlägt das Fraunhofer IZM mit dem Systemdesign die Brücke zum aufnehmenden System.*

# SYSTEM DESIGN & INTEGRATION

## DIE ABTEILUNG

Die Abteilung »System Design & Integration« hat die Aufgabe, die technologieorientierte Systemkompetenz des Fraunhofer IZM zu bündeln. Im Fokus stehen dabei Methoden und Werkzeuge für den zielgerichteten Entwurf von Systemen der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik sowie der Leistungselektronik. Diese werden in Applikationsprojekten von der Machbarkeitsstudie bis zum Prototypenstadium zur effizienten Entwicklung neuer Systeme eingesetzt.

Dabei besteht ein wesentliches Ziel in der Erarbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen für eine den Entwicklungsprozess in jeder Phase der Produktentstehung begleitende Simulation der unterschiedlichen Phänomene elektrischer, magnetischer und elektromagnetischer, aber auch thermischer und mechanischer Kopplungen. Diese multiphänomenale Systembeschreibung führt zu einem integrierten Entwurfsprozess, der die Kopplungseffekte berücksichtigt und eine auf technologischen Parametern basierende Funktions-, Volumen-, Zuverlässigkeits- und Kostenanalyse beinhaltet. Darüber hinaus werden die gewonnenen Erkenntnisse in Werkzeuge überführt, die es unseren Projektpartnern ermöglichen, die eigenen Entwicklungsprozesse zu verbessern.

Die Arbeitsschwerpunkte der Abteilung liegen in den Bereichen der Mikroelektronik- und Mikrosystementwicklung mit einem applikationsorientierten Fokus auf drahtlosen Sensordesign, Package-Entwurf und Package-Charakterisierung, HF- und High-Speed-Systementwurf sowie der EMV und dem Packaging leistungselektronischer Systeme.

## TRENDS

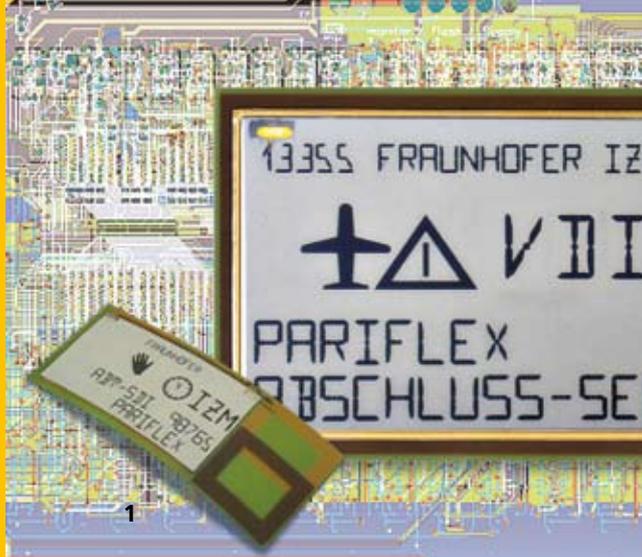
Die Forschungen in der Abteilung »System Design & Integration« verdeutlichen die zunehmend notwendige Konvergenz der Arbeiten auf den bisher getrennt betrachteten Gebieten System- und Technologiekompetenz.

Für autonome Mikrosysteme ist die zuverlässige Bestimmung der notwendigen Größe des Energiespeichers die Entwurfsentscheidung schlechthin. Die optimale Ausnutzung der im Speicher verbliebenen und der in der Umwelt vorhandenen Energie sind Gegenstand derzeitiger und zukünftiger Forschungsarbeiten.

Im Bereich der Entwurfsautomatisierung sind Werkzeuge zu realisieren, die das Layout von 3D-System-in-Packages deutlich beschleunigen. Zukünftig wird es hier um die Integration der neuen Technologien in die entwickelten Werkzeuge gehen.

Aus den zunehmend sehr hohen Signalfrequenzen ergeben sich besondere Anforderungen an den Entwurf. Industrielle Partner fragen hierfür verstärkt nach dem Einsatz des modellbasierten M3-Ansatzes, um neue und bessere Lösungen zu finden.

In der Leistungselektronik werden zukünftig noch mehr als bisher Fragen der Aufbau- und Verbindungstechnologien die Randbedingungen für die Realisierung neuer Systeme bestimmen.



## FORSCHUNGS-HIGHLIGHTS

### Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik

Erste Applikationsarbeiten zum Einsatz von bistabilen Displays in autarken Systemen wurden abgeschlossen und erfolgreich verifiziert. Die Ergebnisse eröffnen beim Hardware/Software Co-Design weitere Möglichkeiten zur Minimierung des Energieverbrauchs derartiger Systeme. Die Aktivitäten im technologieorientierten Produktdesign konzentrierten sich auf die Multifunktionalität und Robustheit von miniaturisierten autarken Multisensoren. Eine Komponentenplatzierung für 3D-SiP ist aufgrund des Mangels an Design-Werkzeugen für diese Systeme weiterhin zeitaufwändig. In Kooperation mit dem Fraunhofer ITWM wurde ein Werkzeug zur automatisierten Platzierung mithilfe einer multikriteriellen Optimierungs-Engine entwickelt.

### HF- und High Speed-Systeme

Im Bereich der elektrischen Modellierung für die elektromagnetische Zuverlässigkeit wurden neue Methoden entwickelt. Das Adapted Filament Model wurde eingesetzt, um Leitungen mit Oberflächenrauigkeiten und nicht-rechteckigem Querschnitt unter Berücksichtigung von Kanten-, Skin- und Proximity-Effekten akkurat zu modellieren. Neue TSV-Konfigurationen, die auf dem Prinzip von Koaxialleitungen basieren, wurden vorgeschlagen, um die Einflüsse von verlustbehaftetem Silizium auf die Signalübertragung zu vermeiden. Die elektromagnetische Feldverteilung in der Umgebung von 24 GHz-Antennen wurde mit Hilfe von elektromagnetischen 3D-Feldsimulationen untersucht.

### Leistungselektronische Systeme

Mit der Entwicklung von hoch redundanten Umrichtern für schnelle Aktuatoren in der Luftfahrt wurden die Arbeiten auf dem neuen Gebiet der technologisch anspruchsvollen leistungselektronischen Systeme ausgebaut. Das umfassende Know-how auf dem Gebiet der elektromagnetischen Verträglichkeit konnte in mehreren Projekten sehr erfolgreich auf elektrisch angetriebene Straßenfahrzeuge angewendet werden. Die Piezoenergiewandlung für elektrorheologische Anwendungen in Sport-, Industrie- und Kfz-Dämpfern, netzgespeiste Geräte in der Lichttechnik sowie Stromversorgungen für LED und Handy-Ladegeräte, wurde als Kernkompetenz aufgebaut. Hinzu kam der ASIC-Entwurf von Power-Control-ICs, wobei ein universeller ASIC für Resonanzkonverter fertig gestellt wurde.

### Leitung:

*Dr. S. Guttowski*

*stephan.guttowski@*

*izm.fraunhofer.de*

*Telefon +49 30 46403*

*-632*

*1 PARIFLEX – Passives RFID-Label mit bistabilem Display*

*2 Leistungselektronik-einheit für eine elektrische Rotorblattverstellung in einem Hubschrauber*

// VERANSTALTUNGEN



# VERANSTALTUNGEN

---

Events & Workshops **Seite 58**

---

Messeaktivitäten **Seite 62**

---

Nachwuchsförderung **Seite 64**

## EVENTS & WORKSHOPS

### **Packaging Tag 2010**

Ein altes Sprichwort sagt: Wenn der Wind des Wandels weht, bauen die einen Mauern, die andern bauen Windmühlen. Von einem der großen «Windmühlenbauer» der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik hat sich das Fraunhofer IZM am 6. Juli 2010 mit einem Packaging Tag feierlich verabschiedet.

Prof. Herbert Reichl hat das Institut seit dessen Gründung erfolgreich zu einer der ersten Adressen im Electronic Packaging aufgebaut. Seine Arbeit legte den Grundstein für wesentliche, weltweit anerkannte Technologien für den Aufbau und die Zuverlässigkeit elektronischer Systeme (vergleiche auch S. 18 – 21 in diesem Bericht).

Zusammen mit nahezu 300 Gästen und Wegbegleitern wurde anlässlich des Packaging Tages ein Blick auf Forschungshighlights aus Reichls Zeit bei der Fraunhofer-Gesellschaft geworfen und gezeigt, welche dieser Entwicklungen heute bereits Eingang in die industrielle Anwendung gefunden haben. Am Nachmittag erfuhren die Anwesenden, wohin der Wind das Fraunhofer IZM in Zukunft weht: höhere Systemintegration für mehr Funktionalität und eine bessere Anwendungsanpassung sind die aktuellen Themen.

In einem feierlichen Akt dankten hochrangige Vertreter aus Forschung, Politik und Industrie Reichl für seine beeindruckenden Forschungs- und Akquisitionsleistungen als Professor der TU Berlin für das Fachgebiet Aufbau- und Verbindungstechnik und Leiter des Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM. Fraunhofer-Präsident Prof. Hans-Jörg Bullinger sprach von einem «wahrlich geschichtsträchtigen Moment für die Fraunhofer-Gesellschaft». Anlässlich seiner Verabschiedung erhielt Herbert Reichl neben dem Forschungspreis des Fraunhofer IZM die goldene Ehrennadel der Technischen

Universität Berlin und den Mikroelektronik-Award des gleichnamigen Fraunhofer-Verbunds.

### **Rund 500 Teilnehmer bei der ESTC 2010 in Berlin**

Vom 13.–16. September fand die dritte Electronics System Integration Technology Conference ESTC im Maritim pro arte Hotel in Berlin statt. Mit rund 500 Teilnehmern, 160 Vorträgen und 80 Postern war es die größte bisherige ESTC-Konferenz. Organisiert wurde die Veranstaltung von IEEE-CPMT, IMAPS Deutschland und dem Fraunhofer IZM. Als besonders erfreulich wertete es CPMT-Präsident und Conference Chair Rolf Aschenbrenner, dass die Teilnehmer aus insgesamt 34 Ländern kamen und Forschung und Industrie zu etwa gleichen Teilen vertreten waren. Neben dem umfassenden Tagungsprogramm gab es am ersten Tag der Konferenz auch praktische Workshops zu unterschiedlichen Themen. Ein fachliches Highlight war der 3D WLP Workshop, bei dem sehr deutlich wurde, dass das 3D Packaging im Augenblick ein großes Thema in den Forschungsabteilungen der großen Unternehmen ist, sowohl die Architekturen als auch Material und Equipment.

Viele der Konferenzteilnehmer nutzten die Pausen, um sich auf der begleitenden Fachmesse von insgesamt 30 Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus der ganzen Welt ihre Technologiedienstleistungen und neuen Produkte erläutern zu lassen. Am Abend des ersten Konferenztages fand eine Diskussion zum Thema »Challenges and Opportunities for Chip Embedding Technologies« statt, die von Chuck Bauer moderiert wurde und bei der das Entwicklungspotenzial dieser neuen Technologie heiß diskutiert wurde.

Glänzende Augen bekamen viele Delegierte beim Gala Dinner im Meilenwerk, wo das Essen zwischen wunderschönen alten Autos serviert wurde. Die meisten Gäste nahmen die



1



2

Gelegenheit wahr, zwischen den Gängen ein wenig zwischen den Oldtimern zu flanieren und sich ihr Traumauto auszusuchen.

»Das Feedback der Teilnehmer und Aussteller aus dem In- und Ausland ist ausgesprochen positiv. Viele haben neben der Qualität der wissenschaftlichen Beiträge und der guten Organisation vor allem die entspannte und freundliche Atmosphäre der Konferenz gelobt« äußerte sich Rolf Aschenbrenner zufrieden im Anschluss an die diesjährige ESTC.

#### **Fraunhofer IZM-ASSID in Dresden eröffnet**

Am Montag, dem 31. Mai 2010, wurde in Dresden das Fraunhofer IZM - ASSID All Silicon System Integration Dresden eröffnet. Rund 200 Gäste waren aus der ganzen Bundesrepublik nach Dresden-Moritzburg gekommen, um dort mit hochrangigen Gästen aus Politik und Industrie die Einweihung des neuen Zentrums zu feiern.

Am Fraunhofer IZM-ASSID entwickeln die Ingenieure Technologien und Materialien für Systeme, die mehrere elektronische Komponenten in miniaturisierter Bauform in sich vereinigen. Mittels Wafer Level System-in-Packages, kurz WL-SiP, sollen mikroelektronische Systeme noch leistungsfähiger werden, indem die Bauelemente nicht nur in einer Ebene angeordnet, sondern in mehreren Lagen übereinander gestapelt und elektrisch verbunden werden. Die dabei entstehenden kleinen, komplexen Systeme werden dort benötigt, wo es um schnelle Signalverarbeitung geht – zum Beispiel in der Bildverarbeitung und -auswertung in medizinischen Geräten oder im Sicherheitsbereich. Weitere Anwendungen sind Steuerungen im Maschinenbau, in Robotersystemen sowie für die energieeffiziente Fahrzeugsteuerung von Elektroautos.

»Unser Ziel ist es, für die verschiedensten Kunden aus Industrie und Forschung maßgeschneiderte Lösungen zu entwickeln«, erklärte Prof. Klaus-Dieter Lang, Leiter des Fraunhofer IZM. Den Aufbau einschließlich der Geräteausrüstung unterstützten BMBF, EU und der Freistaat Sachsen. Ein erstes FuE-Vorhaben fördert das BMBF mit 13 Millionen Euro.

#### **Workshop Energieautarke Sensornetzwerke in München**

Ob für die Überwachung von Containern in weltweiten Logistiknetzen oder die großflächige Feinstaubmessung in Ballungsräumen – unzählige Anwendungsbereiche werden sich durch den Einsatz energieautarker Sensornetzwerke effizienter und zugleich ressourcenschonender gestalten. Rund 50 Teilnehmer aus Industrie und Forschung folgten am 16. November 2010 der Einladung der Fraunhofer-Gesellschaft zum Workshop »Energieautarke Sensornetzwerke« nach München, in dessen Rahmen Fraunhofer-Experten die gesamte Bandbreite der winzigen multifunktionalen Helfer darstellten. In seinem Einführungsvortrag präsentierte IZM-Institutsleiter Prof. Klaus-Dieter Lang den Stand der Forschung und erste Anwendungsbeispiele.

1 Volle Reihen bei der ESTC 2010 in Berlin

2 Die Sächsische Staatsministerin für Wissenschaft und Kunst Prof. Sabine Freifrau von Schorlemer bei der Eröffnung des Fraunhofer IZM-ASSID in Dresden

In jeweils zwei parallel stattfindenden Sessions ging es dann tiefer ins Detail – Wie lassen sich Kommunikationsprotokolle weiter optimieren? Welche Anforderungen müssen z. B. Sensoren in der Strukturüberwachung erfüllen? Wie kann die Netzwerkarchitektur optimiert und in bestehende Infrastrukturen eingebunden werden? Diese und viele andere Fragen diskutierten die Teilnehmer mit den Referenten. IZM-Forscher stellten im Rahmen einer Session zum Packaging von Sensor-knoten aktuelle Projekte zum Einsatz von Sensornetzwerken für die Maschinenüberwachung und das Monitoring von Energienetzwerken vor.

#### **»Clubabend« der TSB Technologiestiftung Berlin am Fraunhofer IZM**

Rund 50 Unternehmerinnen und Unternehmer aus dem Berliner Raum folgten am 8. März 2010 einer Einladung des Fördervereins der TSB Technologiestiftung Berlin an das Fraunhofer IZM im Wedding, um sich dort einen Überblick über die moderne Labortechnik und das Leistungsspektrum des Instituts zu verschaffen.

Nach einem einführenden Vortrag von Dr. Stephan Guttowski hatten die Teilnehmer die Gelegenheit, zwei neue Labore am Institut zu besichtigen: im »Electronics Condition Monitoring«-Labor können IZM-Wissenschaftler kombinierte Belastungen aus Temperatur(-wechsel), Feuchte und Vibration nachbilden und bewerten. Auf lebhaftes Interesse der Besucherinnen und Besucher stieß auch das von Christine Kallmayer vorgestellte neue Textillabor, das die Kompetenzen und das Equipment des Instituts zur Integration von Elektronik in Textilien bündelt.

#### **Mobile Sensorik – 80 Teilnehmer beim TSB Elevator Pitch Technology Day am Fraunhofer IZM**

Gemeinsam mit dem Projekt Wissens- und Technologietransfer der TSB Technologiestiftung lud das Fraunhofer IZM am 18. März 2010 zu einem Technologietag mit begleitender Ausstellung zum Thema »Mobile Sensorik«. Die Veranstaltung am

Fraunhofer IZM war darauf ausgelegt, Anwendern und Herstellern von Soft- und Hardware aus allen Branchen einen Überblick über die faszinierenden Möglichkeiten moderner mobiler Sensorik zu geben. Nach einer Einführung durch Dr. Stephan Guttowski vom Fraunhofer IZM verfolgten rund 80 Teilnehmerinnen und Teilnehmer die sog. »Pitches«, in denen die teilnehmenden Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen einen kurzen Überblick über ihre technologische Leistungsfähigkeit gaben. Das Echo der Teilnehmer auf die Veranstaltung war so positiv, dass Fraunhofer IZM und TSB Technologiestiftung jetzt über eine Fortsetzung der Reihe mit eher spezialisiertem fachlichen Fokus diskutieren.

#### **Workshops am European Center for Power Electronics**

Bereits mehrfach beteiligte sich das Fraunhofer IZM an der Vorbereitung und Durchführung von ECPE-Clusterschulungen zum Thema EMV in der Leistungselektronik. Im Jahr 2010 war dies je eine Schulung im Frühjahr in Erlangen und im Herbst in Zürich. Besonderes Augenmerk wird hierbei auf die EMV in Hybrid- und Elektroautos gelegt, da der Automobilbereich momentan einer der größten Auftraggeber für EMV-Forschung in der Leistungselektronik ist.

#### **AMA-Weiterbildungsseminar zu autarken Funksensoren**

Auch 2010 organisierte das Fraunhofer IZM gemeinsam mit der TU Berlin und dem AMA Fachverband für Sensorik e. V. zwei Seminare im Bereich autarker Funksensoren. Im Mittelpunkt der Veranstaltung stand das technologie-orientierte Design autarker Funksensoren, weitere Themen waren Energy Harvesting und energieminierte Funkkommunikation. Insbesondere der Themenblock Energy Harvesting fand bei den Teilnehmern aufgrund seiner konkreten Anwendungsbezüge großen Anklang. Im Jahr 2011 werden die Seminare um das Thema »Software und Softwareprotokolle« erweitert und im Mai bzw. November durchgeführt.



### Klappe, die Erste: Forschen in der Zukunft – ein Filmprojekt

Hochmodernes Forschungsequipment gehört dank zuverlässiger öffentlicher Förderung zu den tragenden Säulen erfolgreicher Entwicklung am Fraunhofer IZM. Was für Eingeweihte tägliches Werkzeug ist, kann für Außenstehende auch einen ganz eigenen ästhetischen Reiz gewinnen.

Grund genug für StudentInnen des Schulvereins »filmArche«, die beeindruckenden Labore als Kulisse für einen Science-Fiction-Film zu verwenden. Anfang Februar 2010 hieß es dann im Electronics Condition Monitoring Labor des Fraunhofer IZM: »Klappe, die Erste« für den Kurzfilm »Kalloccain«. Im Film geht es um die Entwicklung eines Wahrheitsserums, das der Selbstfindung dienen soll. Mit jeder Menge Trockeneis und farbigen Chemikalien wurde die nötige Atmosphäre erzeugt, um die IZM-Labore in ein Setting zu verwandeln, das die Forscher vor Ort kaum wiedererkannten. Wer sich für das Ergebnis interessiert, achte auf das Kinoprogramm.

1 *Workshop Energieautarke Sensornetzwerke in München*

2 *Filmarbeiten am Fraunhofer IZM*

#### Auswahl weiterer Veranstaltungen unter Beteiligung des Fraunhofer IZM 2010

<b>JEMA/JEITA Industry Workshop on EuP Lot 26 Networked Standby</b>	März 2010, Tokyo, Japan
<b>Erster Mikroelektroniktag des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik</b>	April 2010, Berlin
<b>Abschlussseminar der InnoProfile Nachwuchsforschergruppe TeSiMat</b>	Mai 2010, Berlin
<b>5. Europäische Konferenz »Safety and Security Systems in Europe«</b>	Juni 2010, Postdam
<b>Workshop: 3D Wafer Level Packaging</b>	September 2010, Berlin
<b>Elektronik Ecodesign Congress</b>	Oktober 2010, München
<b>Workshop »Electronics for Medical Products«</b>	November 2010, Düsseldorf

# MESSEAKTIVITÄTEN

Mit neun Veranstaltungen im In- und Ausland war 2010 für das Fraunhofer IZM ein sehr aktives Messejahr, das die Mitarbeiter von Berlin über Nürnberg und Como bis nach Las Vegas führte.

Bereits zum fünften Mal präsentierte das Institut im März 2010 seine Aktivitäten im Bereich der optischen Verbindungstechnologien auf der Laser Optics Berlin. Ein sprichwörtliches »High-light« am Stand war eine historische Gaslaterne, bei der die Gas-Glühstrümpfe durch HiTec-LED-Glühstrümpfe ersetzt wurden. Das Exponat war eine Leihgabe der BRAUN Düsseldorf GmbH und demonstrierte eindrucksvoll, wie die Verwendung effizienter LEDs nicht nur die Betriebs- und Wartungskosten beträchtlich senkt, sondern wie gleichzeitig die natürliche Farbwiedergabe und Lichtverteilung der Originalgasleuchten in der Nacht erreicht werden.

Im Frühjahr ging es gleich drei Mal nach Nürnberg – die Leistungselektronikmesse PCIM, die Sensor+Test und die SMT standen hier auf dem Programm. Der Messeauftritt des Fraunhofer IZM auf der SMT stand in diesem Jahr ganz im Zeichen der neuen Substratfertigungslinie am Institut. Die neue Linie ermöglicht die Realisierung einer durchgängigen Prozessierung von Substraten einer maximalen Größe von 610 mm x 456 mm und auf der SMT wurden erste am Institut prozessierte Feinstleistersubstrate präsentiert. Ein weiterer Publikumsmagnet auf der SMT waren erstmalig vorgestellte Anwendungsszenarien für eine neue optische Verbindungstechnik. Hierzu wird ein faserbasierendes Kopplungsverfahren auf Modul- und Boardlevel für multimodige Anwendungen in der Kommunikationstechnik und für die Sensorik erarbeitet. Mit gebündelten Polymerfasern kontaktierte SMD-LEDs demonstrierten ein mögliches Einsatzszenario im Bereich der Datenübertragung, indem die Fasern auf optische Sendeelemente abgesetzt werden. Fast zeitgleich mit der SMT fand in Las Vegas die weltweit größte Fachtagung im Bereich des Electronic Packaging, die Electronic Components and Technology Conference ECTC statt. Das Fraunhofer IZM war nicht nur mit diversen Fachvorträgen vertreten, sondern präsentierte seine aktuellen Aktivitäten auch auf der begleitenden Fachmesse. Viele unserer amerikanischen Partner und Kunden nutzten die Gelegenheit, sich über neue Entwicklungen im Bereich der Aufbau und Verbindungstechnik zu informieren.

Den Abschluss des Messejahres bildete im November die Medica in Düsseldorf. In dem parallel zur Messe stattfindenden Workshop »Electronics for Medical Products« zeigten IZM-Forscher die wesentlichen Trends, um Mikrosysteme in der Medizintechnik noch kleiner, intelligenter und vor allem noch langlebiger zu gestalten.



### Fertigungslinie »Future Packaging« auf der SMT

Seit 13 Jahren schon ist die live produzierende Fertigungslinie der größte Besuchermagnet auf der SMT-Fachmesse in Nürnberg. In diesem Jahr wurde der Gemeinschaftsstand Fertigungslinie »Future Packaging« erstmalig vom Applikationszentrum Smart System Integration am Fraunhofer IZM organisiert. Unter dem Motto »Medizinelektronik – technologische und logistische Herausforderungen in der Baugruppenfertigung« zeigten insgesamt 30 Aussteller aus Industrie und Wissenschaft, wie die Anforderungen der Medizintechnik durch die moderne Baugruppenfertigung zu erfüllen sind.

Die Medizintechnik ist technisch wie wirtschaftlich ein interessanter Markt für elektronische Baugruppen. Innovationen stehen in diesem Markt hoch im Kurs: Rund ein Drittel der Produkte sind noch nicht länger als drei Jahre auf dem Markt. Immer mehr Funktionen müssen auf kleinstem Raum untergebracht werden, wobei die typische Serien- bzw. Losgröße eher klein ist. Dass die moderne Leiterplatte diesem Anwendungsfeld einiges zu bieten hat, davon konnten sich die Besucher bei den Live-Vorfürungen an der Fertigungslinie überzeugen. So bietet das zurzeit viel beachtete Einbetten von Komponenten in die Zwischenlage einer Leiterplatte Vorteile wie höheren Miniaturisierungsgrad, verbesserte Zuverlässigkeit und günstigere Hochfrequenzeigenschaften.

Rund 1200 Besucher ließen sich während der dreitägigen Veranstaltung im Rahmen einer Führung von den IZM-Kollegen Christine Kallmayer und Erik Jung den Fertigungsablauf und die Anforderungen an das Equipment erläutern, und wer Glück hatte, durfte am Ende sogar eine der maßgefertigten Linien-Leiterplatten mit nach Hause nehmen!

1 Besucher der konferenzbegleitenden Messe ESTC 2010

2 SMT 2010 – Gemeinschaftsstand Fertigungslinie »Future Packaging«

#### Auswahl der Messeaktivitäten des Fraunhofer IZM 2010

<b>Embedded World 2010</b>	März 2010, Nürnberg
<b>Laser Optics Berlin</b>	März 2010, Berlin
<b>Smart System Integration</b>	März 2010, Como, Italien
<b>PCIM 2010</b>	Mai 2010, Nürnberg
<b>Sensor + Test</b>	Mai 2010, Nürnberg
<b>ECTC 2010</b>	Juni 2010, Las Vegas, USA
<b>SMT 2010</b>	Juni 2010, Nürnberg
<b>Semicon Europe</b>	Oktober 2010, Dresden
<b>Medica 2010</b>	November 2010, Düsseldorf

# NACHWUCHSFÖRDERUNG

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

## **Schülerpraktika und freiwilliges ökologisches Jahr**

Ein Schüler der Max-Taut-Schule, einem technisch orientierten Oberstufenzentrum, absolvierte 2010 sein Schülerpraktikum im EMV-Messlabor des Fraunhofer IZM und auch in anderen Abteilungen des Instituts fanden kurze Schülerpraktika statt. Seit September 2010 ist zum wiederholten Mal eine Abiturientin im Rahmen eines freiwilligen ökologischen Jahrs in der Abteilung Environmental and Reliability Engineering tätig. Neben der Einarbeitung in Nachhaltigkeitsaspekte der Elektronikfertigung dient das Jahr vor allem der beruflichen Orientierung und dem Austausch mit Wissenschaftlern und Studenten. Ein persönlicher Fokus ist die künstlerische Auseinandersetzung mit dem Thema in Form selbst gestalteter Skulpturen.

## **Früh übt sich – Fraunhofer IZM treibt Partnerschaft mit Schulen voran**

Nachwuchssorgen, Fachkräftemangel – im Orchester allgemeiner Ausbildungsgrübsal wollte das Fraunhofer IZM nicht ins selbe Horn blasen und erweitert nun sein Partnerschaftsangebot mit Schulen. Neben der bereits seit sechs Jahren bestehenden Kooperation mit dem Diesterweg-Gymnasium setzt das Institut nun auf den praxisnahen Austausch mit dem mathematisch-naturwissenschaftlich orientierten Berliner Heinrich-Hertz-Gymnasium.

Erklärtes Ziel ist es dabei, Schülerinnen und Schüler auf die Realität der wissenschaftlichen Arbeitswelt vorzubereiten und sie v. a. schon früh für Technik und Forschung zu begeistern.

Zugleich lernt das Fraunhofer IZM, seinen Ausbildungseinstieg noch besser auf schulische Bedürfnisse abzustimmen und dabei den Ingenieurberuf insbesondere für Mädchen attraktiver zu gestalten. Immerhin ziehen laut dem »Nachwuchsbarometer Naturwissenschaften« nur 10 Prozent der deutschen Schülerinnen und Schüler den Ingenieurberuf für sich in Betracht.

## **Girls' Day: Schülerinnen entdecken das Fraunhofer IZM**

Mit mehr als 9.600 Veranstaltungen bundesweit gab es zum zehnten Girls' Day – Mädchen-Zukunftstag einen erneuten Beteiligungsrekord. An mehr als 122.000 Orten konnten Mädchen ab der fünften Klasse an diesem Tag technische, naturwissenschaftliche, handwerkliche und IT-Berufe kennen lernen. Wie in jedem Jahr lud das Fraunhofer IZM im Rahmen des Girls' Day technikinteressierte Schülerinnen im Alter von 11 bis 14 Jahren dazu ein, sich einen Einblick in die wissenschaftliche Arbeit des Instituts zu verschaffen. Ziel der Veranstaltung ist es, die Mädchen bezüglich ihrer Zukunftsperspektiven in Studium und/oder Beruf für technische bzw. technikleiche Bereiche zu begeistern.

In Berlin standen folgende Themen auf dem Programm:

- Die Ameise im Handy – was Elektronik zum Laufen bringt: Einstieg in die Mikroelektronik
- Was haben Wasserwellen und Antennen gemeinsam? Einführung in RFID-Technologie
- Eine Kerze ohne Flamme: Wie eine elektronische Schaltung entsteht



### **Talent Take Off 2010 – Nachwuchstalente zu Besuch am Fraunhofer IZM**

Unter dem Motto »Talent Take Off – Start ins Studium«, beteiligten sich 25 Schülerinnen und Schüler der Klassen 10 bis 13 im August an einem Kurs zur Vorbereitung auf ein naturwissenschaftliches oder technisches Studium in Berlin. Neben Technik-Workshops und Laborexperimenten an anderen Forschungseinrichtungen bot der einwöchige Kurs am 5. August auch einen Besuch verschiedener Labore am Fraunhofer IZM.

Im Mikroenergielabor lernten die Jugendlichen, wie man Wasserstoff erzeugt, wie die Elektrolyse funktioniert und warum die Explosion eines Autos mit Brennstoffzelle ungefährlicher sein kann als mit Benzinmotor. Spannend wurde es auch für all jene, die sich für die Montage von Mikrokomponenten entschieden hatten. Mittels eines Fineplacers setzten die Schülerinnen und Schüler winzigste Kondensatoren auf Leiterplatten, montierten Chips mit Spezialkleber und bekamen ein Gefühl dafür, was industrielle Bestückmaschinen in wenigen Hundertstel Sekunden realisieren können. Am Ende eines langen Tages mit vielen interessierten Rückfragen hieß es schließlich: »Danke für einen spannenden Tag – wir kommen gerne wieder.«

### **Workshop »Mikro-Mechatronik – Zukunftstechnologie für Morgen«**

Die Talent School ist Bestandteil der Fraunhofer Nachwuchsförderung, hier bieten Fraunhofer-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler technisch interessierten Jugendlichen, die Freude an der Auseinandersetzung mit aktuellen wissenschaftlichen Problemstellungen haben, verschiedene Workshops an.

Im November 2010 hatten zum dritten Mal hochbegabte Jugendliche die Möglichkeit, sich am Fraunhofer Mikro-Mechatronik Zentrum in Bayern über die Integration von Sensorik und Aktorik in Roboter, Automobile oder Maschinenelemente zu informieren. Was ist das eigentlich: Mikro-Mechatronik? Wie funktioniert der gemeinsame Entwurf von Elektronik und Mechanik? Diese und viele andere Fragen wurden vom Leiter des MMZ Dr. Frank Ansorge anhand von Beispielen anschaulich erklärt. In zwei Praxisworkshops durften die Jugendlichen unter der Anleitung von Fachkollegen unter anderem beim Zusammenbau des »MMZ IR BOT«, einem  $\mu$ Prozessor gesteuerten Roboter, selber zum Lötkolben greifen. Gemeinsam konnten die Workshop-Teilnehmer ihren MMZ-Roboter individuell programmieren und Erfahrungen im Zusammenspiel von Sensoren und Aktoren sammeln.

### **Bewerbungstraining**

Wie bewerbe ich mich richtig? Eine Antwort auf diese Frage bekamen rund 20 Schülerinnen und Schüler des 10. Jahrgangs des Carl-Friedrich-von-Siemens-Gymnasiums im Rahmen eines eintägigen Bewerbungstrainings mit anschließender Laborführung am Fraunhofer IZM. Vermittelt wurde das Training durch das BerufsFindungsZentrum Spandau / casa e. V.

*1 Girls' Day 2010 am Fraunhofer IZM*

*2 Nachwuchstalente beim Fraunhofer Talent Take-off an der Flip Chip-Linie des Fraunhofer IZM*



Flight Number	Destination	Time	Status
3602			
U 0742	<u>Kunming</u>	11:50	G
GF 0150	<u>Hong Kong</u>		Cancelled
TG 0132	<u>Chiang Rai</u>		CHJ CK-in Op
TG 0319	<u>Kathmandu</u>		CHJ CK-in O
TG 0321	<u>Dhaka</u>		CHJ CK-in
TG 0614	<u>Beijing</u>		CHJ CK-
TG 0628	<u>Hong Kong</u>		CHJ C
S7 4974	<u>Moscow</u>		CHJ
TG 0610	<u>Xiamen</u>		D

# FACTS & FIGURES

Das Fraunhofer IZM in Fakten und Zahlen	Seite 68
Personalien	Seite 70
Auszeichnungen	Seite 72
Dissertationen, Best Paper-Auszeichnungen	Seite 74
Vorlesungen, Editorials	Seite 75
Mitgliedschaften	Seite 76
Kooperationen mit der Industrie	Seite 78
Publikationen	Seite 80
Patente und Erfindungen	Seite 84
Kuratorium	Seite 85
Kontaktadressen	Seite 86
Impressum	Seite 89

# DAS FRAUNHOFER IZM IN FAKTEN UND ZAHLEN

Mit Wirkung vom 01.07.2010 wurde der Münchner Institutsteil des Fraunhofer IZM in eine eigenständige «Fraunhofer Einrichtung für Modulare Festkörper-Technologien (EMFT)» umgewandelt. Die Aussagen zur Entwicklung der Kennzahlen beziehen sich im Folgenden auf die Vorjahreswerte der IZM-Institutsteile in Berlin und Dresden / Moritzburg.

## **Finanzielle Situation \***

Die Bilanz des Wirtschaftsjahres 2010 fällt für das Fraunhofer IZM sehr positiv aus.

Der beträchtliche Rückgang der Wirtschaftserträge im Krisenjahr 2009 konnte 2010 kompensiert werden.

Der Umsatz des Fraunhofer IZM erhöhte sich im Jahr 2010 um 25 Prozent auf eine Summe von 23,1 Millionen Euro. Die Steigerungsrate der Erträge aus deutschen und internationalen Industrieunternehmen sowie Wirtschaftsverbänden betrug sogar 51 Prozent und erreicht damit eine Summe von 7,5 Millionen Euro.

Dies ist nicht nur das Ergebnis des wirtschaftlichen Aufschwungs, sondern auch Spiegelbild der verstärkten Bemühungen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts, die guten FuE-Ergebnisse in die Wirtschaft zu transferieren.

Dank der zuverlässigen öffentlichen Förderung, die im Jahr 2010 durch die Konjunkturprogramme von Bund und Ländern verstärkt wurde, konnte das Fraunhofer IZM neue Themenfelder erschließen. Die Summe der Erträge aus dem öffentlichen Bereich stieg auf 13,8 Millionen Euro.

## **Geräteinvestitionen**

Die im Jahr 2009 begonnene Investition für die Projektgruppe IZM-ASSID am Standort Dresden/ Moritzburg wurde fortgeführt. Aus Mitteln des »Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE)« des Landes Sachsen und des BMBF wurde eine Gesamtsumme von 49,9 Millionen Euro bereitgestellt. Im Berichtszeitraum 2010 wurden Geräte und Anlagen im Wert von 36,5 Millionen Euro beschafft, installiert und in Betrieb genommen.

Das Fraunhofer IZM-ASSID bietet darauf basierend folgenden Service an:

- Kupfer-TSV-Interposer-Technologie
- Kupfer-TSVs für aktive Device-Integration
- Wafer Level Multilayer Umverdrahtungstechnologie/CSP
- Wafer Level Bumping, Assembly und Stacking

Darüber hinaus wurde ein »Testlabor für hochzuverlässige Kunststoff-Metall-Komposite in der Mechatronik unter Extrembedingungen« aufgebaut. Wesentliche Teile dieses Labors befinden sich am IZM-Standort Oberpfaffenhofen. Die Finanzierung dieser Maßnahme erfolgte in Höhe von 1,2 Millionen Euro aus strategischen Fonds der Fraunhofer-Gesellschaft, verstärkt durch eigene Mittel.

Das Fraunhofer IZM in Oberpfaffenhofen bietet darauf basierend folgende zusätzliche Dienstleistungen an:

- Selektive Metallisierung von Kunststoffen mittels Ink-Jet-Drucktechnik
- Ermittlung bruchmechanischer Parameter für Kunststoff-Metall-Komposite im Bereich 20 °C bis 170 °C
- Simulation von faserverstärkten Kunststoffen im Elektronikverbund (Belastung, Verformung, Versagensvorhersage, ...)
- Variable Pressure Rasterelektronenmikroskopie zur Analyse empfindlicher mikro-mechatronischer Bauteile

Für laufende Ersatz- und Erneuerungsinvestitionen wurden Eigenmittel in Höhe von 1,6 Millionen Euro aufgewandt. Exemplarisch ist in diesem Zusammenhang die Anschaffung eines Wafermoldingsystems für 0,5 Millionen Euro zu erwähnen.

### **Personalentwicklung**

Durch die verbesserte Ertragslage konnten 2010 zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen werden. Der Personalbestand stieg von 170 auf 180 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an den IZM-Standorten Berlin, Dresden/Moritzburg und Oberpfaffenhofen.

Zusätzlich bietet das Institut Studentinnen und Studenten die Möglichkeit, Ihr Studium mit praktischer wissenschaftlicher Arbeit in den Büros und Laboren des Fraunhofer IZM zu verbinden. Zum Jahresende 2010 wurden 123 Praktikanten, Diplomanden und studentische Hilfskräfte am Fraunhofer IZM betreut.

Das Fraunhofer IZM stellt sich weiterhin der Aufgabe Ausbildungsplätze zur Verfügung zu stellen. Im Jahr 2010 wurden 2 zusätzliche Ausbildungsplätze geschaffen, so dass insgesamt 10 Auszubildende als Mikrotechnologen und Kauffrau für Bürokommunikation ausgebildet werden.

*\* Da der endgültige Jahresabschluss für das Jahr 2010 zum Zeitpunkt der Drucklegung noch kurz bevorstand, sind die angegebenen Ertragszahlen für 2010 noch vorläufige Werte.*

# PERSONALIEN

## **Prof. Dr. Klaus-Dieter Lang ist neuer Leiter des Fraunhofer IZM**

Prof. Dr. Klaus Dieter Lang ist mit Wirkung zum 1. Februar 2011 offiziell zum Leiter des Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM bestellt worden. Prof. Lang, ein international renommierter Fachmann für Miniaturisierungstechnologien und Systemintegration in der Mikrosystemtechnik, hatte diese Position bereits seit April 2010 kommissarisch wahrgenommen. Prof. Lang ist zugleich Inhaber des Lehrstuhls für »Nano Interconnect Technologies« an der Technischen Universität Berlin und wird den Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik leiten. Er übernimmt damit die Nachfolge von Prof. Herbert Reichl, der das Fraunhofer IZM und den Forschungsschwerpunkt seit der Gründung des Instituts 1993 bis zu seiner Pensionierung im April 2010 geführt hatte.

Mit Klaus-Dieter Lang hat einer der weltweit führenden Experten auf dem Gebiet des Electronic Packaging die Leitung des Fraunhofer IZM übernommen. Schwerpunkt seiner Arbeit wird es sein, den System- und Anwendungsbezug der IZM-Forschung weiter zu stärken. Die Erhöhung der Zuverlässigkeit, die Integration von Sensoren und Aktoren sowie die Miniaturisierung und Anpassung an vorgegebene Bauräume werden wie bisher vorangetrieben, jedoch mit klarem Bezug auf die Anwendung und auf die Erstellung von industrietauglichen Prototypen.

Prof. Lang ist Mitglied in zahlreichen Gremien und Ausschüssen von Wissenschaft und Forschung. Unter anderem hat er den stellvertretenden Vorsitz im Redaktionsbeirat der Zeitschrift »PLUS« und die wissenschaftliche Leitung der jährlich in Nürnberg stattfindenden »SMT/HYBRID/PACKAGING«-Konferenz.

## **Rolf Aschenbrenner ist neuer stellvertretender Institutsleiter des Fraunhofer IZM**

Der Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft hat den IZM-Wissenschaftler Rolf Aschenbrenner zum stellvertretenden Institutsleiter des Fraunhofer IZM ernannt. Neben seiner Tätigkeit als stellvertretender Institutsleiter führt Rolf Aschenbrenner gemeinsam mit Dr. Martin Schneider-Ramelow die Abteilung System Integration and Interconnection Technologies mit rund 110 Mitarbeitern.

Neben seiner Arbeit am Fraunhofer IZM ist der diplomierte Physiker und Maschinenbauer seit vielen Jahren involviert in der CPMT-Gesellschaft des IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.). Bereits seit 2003 repräsentiert Rolf Aschenbrenner als Mitglied des IEEE CPMT Board of Governors europäische Interessen im Bereich der Mikrosystemtechnik und hat sich insbesondere bei der Etablierung neuer CPMT-Chapter engagiert. Von 2003 bis 2005 war er als Vizepräsident für den Bereich Technik, von 2005 bis 2009 dann in gleicher Funktion für den Bereich Konferenzen zuständig. Anfang 2010 wurde Rolf Aschenbrenner zum CPMT-Präsidenten gewählt.

Rolf Aschenbrenner ist Autor oder Co-Autor von über 80 wissenschaftlichen Veröffentlichungen in Konferenz- und Fachpublikationen und hält zahlreiche Patente im Bereich des Electronic Packaging. 2005 wurde er mit dem »iNEMI International Recognition Award« ausgezeichnet.



### **Von der Nanostruktur bis zur Systemzuverlässigkeit –**

#### **Prof. Bernd Michel übergibt den Staffelstab an Dr. Olaf Wittler**

Die Ergebnisse seiner Arbeit verhindern teure Rückrufaktionen von Fahrzeugen oder sorgen für Handys, die auch mal auf den Boden fallen dürfen. Prof. Dr. Bernd Michel hat die Zuverlässigkeit als wesentliche Komponente der Aufbau- und Verbindungstechnologien bei elektronischen Systemen etabliert. Als Gründungsmitglied des Fraunhofer IZM und Leiter des Micro Material Centers Berlin trieb er die Weiterentwicklung von Methoden zur Bestimmung der thermomechanischen Zuverlässigkeit von Mikrokomponenten, der Untersuchung des mikromechanischen Verhaltens sowie die Entwicklung neuer Tools für die Mikro- und Nanodeformationsanalyse voran.

Seit November 2010 ist Bernd Michel zu seinen Wurzeln nach Chemnitz zurückgekehrt, wo er im neugegründeten Fraunhofer ENAS seine langjährige Erfahrung beim Aufbau einer neuen Abteilung einbringt. Das Fraunhofer IZM dankt Prof. Bernd Michel für seine unermüdlichen Impulse und wünscht ihm für seine private und berufliche Zukunft alles Gute.

Mit Dr. Olaf Wittler hat Prof. Michel den Staffelstab an einen langjährigen Mitstreiter und international ausgewiesenen Experten für Simulation und Test von Elektronikstrukturen und Mikrosystemen übergeben. Die Forschungsarbeiten reichen von der Nanocharakterisierung bis zur Simulation, Bewertung und Optimierung auf Baugruppen- und Systemebene. Weitere Forschungsthemen sind Zustandsüberwachung, Restlebensdauerabschätzung und Nachhaltigkeit. Möglich wurde diese für anspruchsvolle Produkte wesentliche Ergänzung durch die Zusammenführung mit der ehemaligen Abteilung »Environmental Engineering« zur neuen Abteilung »Environmental and Reliability Engineering«.

Unter der gemeinsamen Leitung von Dr. Nils F. Nissen und Dr. Olaf Wittler wird diese neue Abteilung mit der Symbiose aus Nachhaltigkeit und Zuverlässigkeitsuntersuchung die Entwicklung innovativer, zuverlässiger, kosteneffizienter und umweltgerechter Produkte erheblich beschleunigen.

1 Prof. Klaus-Dieter Lang

2 Rolf Aschenbrenner

3 Prof. Bernd Michel

# AUSZEICHNUNGEN

## **SEMI Europe Award 2010 für Prof. Herbert Reichl**

Für seine Pionierarbeit im Bereich des Halbleiter- und Mikrosystem-Packaging wurde Professor Herbert Reichl am 19. Oktober 2010 mit dem SEMI Europe Award ausgezeichnet. Der Preis wurde in Dresden anlässlich der SEMICON Europa 2010 vom SEMI-Präsidenten Stan Myers und dem Präsidenten von SEMI Europe Heinz Kundert überreicht. Der Vorsitzende des Semiconductor Technology Program Committee Mart Graef hob in seiner Laudatio besonders Prof. Reichls Beitrag zur Entwicklung von Integrationstechnologien hervor, die gegenwärtige Trends wie die vertikale Systemintegration erst ermöglicht haben. Viele der von Prof. Reichl mit entwickelten oder zur industriellen Reife gebrachten Technologien und Verfahren werden heute in großem Stil kommerziell genutzt. Hierzu gehören neben der Flip-Chip-Verbindungstechnik unter anderem das stromlose Nickelbumpen und thermomechanische Zuverlässigkeitsuntersuchungen an Flip-Chip-Verbindungen.

## **3. Platz beim textil + mode Innovationspreis**

Beim diesjährigen Innovationspreis textil + mode erreichten Stephanie Hornig von der UdK und Christian Dils und Manuel Seckel vom Fraunhofer IZM in der Kategorie »Technische Textilien« den dritten Platz. Ebenfalls an dem Projekt beteiligt war die Firma Spectral Lichttechnik. Ausgezeichnet wurden sie für das Projekt Canvas, eine Art textiler Leuchte aus LEDs. Canvas nutzt die Besonderheit von LEDs sich in andere Materialien zu integrieren. Die textile Haut passt sich der Architektur an und verleiht deren Raum Ausdruck - mit lebendigen Formen und impulsivem Licht. Verwendet wird hierzu ein am Fraunhofer IZM entwickeltes dehnbare Substrat auf der Basis einer flexiblen Folie aus thermoplastischem Polyurethan (TPU). Bei der Entwicklung des dehnbaren Schaltungsträgers wurde Wert darauf gelegt, dass dieser mit konventionellen Fertigungsprozessen der Leiterplattenindustrie hergestellt werden kann.

## **Prof. Herbert Reichl erhält den SSI Award 2010**

Für seine außerordentlichen Leistungen bei der Entwicklung von Integrationstechnologien für intelligente Systeme wurde Prof. Herbert Reichl am 23. März 2010 mit dem ersten Smart Systems Integration Award ausgezeichnet. Die Auszeichnung wurde vom Programmkomitee der Smart Systems Integration Conference und EPoSS, der Europäischen Plattform für Smart Systems Integration, verliehen und anlässlich der SSI Konferenz 2010 in Como/Italien überreicht. Prof. Geßner, Leiter des Fraunhofer ENAS und Chairman der SSI Konferenz, hob in seiner Laudatio besonders Prof. Reichls Pionierarbeit in der Entwicklung von Mikrosystemen und der Strategieentwicklung für intelligente Systemintegration hervor.

## **Jens Göhre mit dem ECPE Young Engineer Award ausgezeichnet**

Jens Göhre vom Fraunhofer IZM wurde im Rahmen der CIPS 2010 (International Conference on Integrated Power Electronics Systems) in Nürnberg mit dem ECPE Young Engineer Award ausgezeichnet. Co-Autoren seines Papers mit dem Titel »Interface Degradation of Al Heavy Wire Bonds on Power Semiconductors during Active Power Cycling Measured by the Shear Test« sind Martin Schneider-Ramelow, Ute Geißler und Klaus-Dieter Lang.

In ihrem Paper untersuchen die Autoren den Einfluss des Temperaturhubs und des Temperaturniveaus auf die Lebensdauer von Al-Dickdrahtbonds auf Leistungshalbleitern. Durch einen ausgefeilten experimentellen Aufbau entkoppeln sie dabei die Degradation des Drahtbonds von den Effekten anderer bei Temperaturwechseln typischerweise in einem Power Modul stattfindender Degradationsmechanismen, z. B. Temperaturerhöhung auf Grund von Lotermüdung.



### **Best Paper Award für Florian Ohnimus bei der LAPC 2010**

Für sein Paper »Design and Characterization of a Small Encapsulated UHF RFID Tag for Wood Log Monitoring« wurde Florian Ohnimus vom Fraunhofer IZM bei der LAPC 2010 mit dem Best Paper Award ausgezeichnet. Die 6. Loughborough Antennas & Propagation Conference fand am 8. und 9. November in Loughborough (UK) statt. In dem Paper werden Forschungsergebnisse aus dem Projekt »Intelligentes Holz – RFID in der Rundholzlogistik« vorgestellt, in dem Ohnimus und seine Kollegen für die Entwicklung von Funktionsmustern für neuartige RF-Transponder zuständig sind.

### **Dr. Michael Töpfer erhält Best Paper Award bei der ECTC 2010**

Für sein Paper »Novel multi-layer wiring buildup using electrochemical pattern replication (ECPR)« wurde Dr. Michael Töpfer vom Fraunhofer IZM bei der Electronic Components and Technology Conference 2010 mit dem Best Paper Award ausgezeichnet. Gemeinsam mit seinen Co-Autoren Mikael Fredenberg and Patrik Möller von Replisaurus Technologies (Schweden) arbeitet Töpfer schon lange an einem neuen kostengünstigen Verfahren zur strukturierten Abscheidung von Metallen, das gleichzeitig die Galvanik und die Strukturierung beinhaltet. Dr. Töpfer leitet am Fraunhofer IZM eine Arbeitsgruppe im Bereich Wafer Level Packaging.

### **Outstanding Paper Award für Prof. Bernhard Wunderle bei der Itherm 2010**

Auf der diesjährigen ITherm Konferenz in Las Vegas wurde Prof. Bernhard Wunderle in der Kategorie »Thermal« mit dem Outstanding Paper Award geehrt. Wunderle und seine Co-Autoren erhielten die Auszeichnung für ihr Paper »Advances in Thermal Interface Technology: Mono-Metal Interconnect Formation, Process and Characterization«. Anlässlich der Preisverleihung sagte Prof. Wunderle, der Preis sei »ein weiterer Beweis dafür, wie wichtig das Zusammenspiel von Technologie, Charakterisierung und Simulation für innovative Lösungen im Bereich thermisches Management ist«. Das ausgezeichnete Paper wurde im Rahmen des EU-Projekts »Nanopack« erarbeitet (<http://www.nanopack.org>).

### **IMAPS Best Paper of Session Award für Dr. Ivan Ndip**

Dr. Ivan Ndip vom Fraunhofer IZM scheint bei der IMAPS-Konferenz in den USA auf Auszeichnungen abonniert zu sein - nach 2003, 2007 und 2009 wurde er mit seinen IZM-Forscherkollegen Anfang November 2010 beim 43. IMAPS International Symposium on Microelectronics bereits zum vierten Mal mit den Best Paper of Session Award geehrt. In diesem Jahr erhielten Ndip und seine Kollegen Christian Tschoban, Stefan Schmitz, Andreas Ostmann, Martin Schneider-Ramelow, Stephan Guttowski, Herbert Reichl und Klaus-Dieter Lang den Preis für ihr Paper »Modeling and Optimization of Bond Wires as Transmission Lines and Integrated Antennas at RF/Microwave Frequencies«. In dem hier beschriebenen Projekt werden Drahtbonds als 3D-Antennen und Leitungen modelliert und systematisch für HF-Anwendungen bis 60 GHz optimiert.

**1** Prof. Reichl (2.v.l.)  
zusammen mit SEMI  
Europe-Präsident Heinz  
Kundert (l.), SEMI-Präsident  
Stan Myers (2.v.r.) und dem  
Vorsitzenden des SEMI-  
Programmkomitees Mart  
Graef (r.)

# DISSERTATIONEN, BEST PAPER-AUSZEICHNUNGEN

## Best Paper-Auszeichnungen

*Göhre, J.; Schneider-Ramelow, M.; Geißler, U.; Lang, K.-D.*  
**Interface Degradation of Al Heavy Wire Bonds on Power Semiconductors during Active Power Cycling Measured by the Shear Test**

ECPE Young Engineer Award, International Conference on Integrated Power Electronics Systems, CIPS 2010, Nürnberg

*Kallmayer, Ch.; Aschenbrenner, R.; Haberland, J.; Reichl, H.*  
**New Packaging and Interconnect Technologies for Ultrathin Chips**

Best Paper Award, Pan Pacific Microelectronics Symposium 2010, Kauai, Hawaii, USA

*Ndip, I.; Tschoban, Ch.; Schmitz, S.; Ostmann, A.; Schneider-Ramelow, M.; Guttowski, S.; Reichl, H.; Lang, K.-D.*

**Modeling and Optimization of Bond Wires as Transmission Lines and Integrated Antennas at RF/Microwave Frequencies**

Best Paper of Session Award, IMAPS International Symposium on Microelectronics 2010, USA

*Ohnimus, F.; Haberland, J.; Tschoban, Ch.; Ndip, I.; Heumann, K.; Kallmayer, Ch.; Guttowski, S.; Lang, K.-D.*

**Design and Characterization of a Small Encapsulated UHF RFID Tag for Wood Log Monitoring**

Best Paper Award, 6. Loughborough Antennas & Propagation Conference 2010, Loughborough, UK

*Töpfer, M.; Fredenberg, M.; Möller, P. (Replisaurus Technologies)*

**Novel multi-layer wiring buildup using electrochemical pattern replication (ECPR)**

Best Paper Award, Electronic Components and Technology Conference ESTC 2010, Las Vegas, NV, USA

*Wunderle, B.; Klein, M.; Dietrich, L.; Abo Ras, M.; Mrossko, R.; May, D.; Schacht, R.; Oppermann, H.; Michel, B.; Reichl, H.*

**Advances in Thermal Interface Technology: Mono-Metal Interconnect Formation, Process and Characterization**

Outstanding Paper Award, ITherm 2010, Las Vegas, NV, USA

## Dissertationen

Eckert, T.

**Entwicklung und Aufbau einer Monitorstruktur für Lotkontakte bei kombinierter Belastung**

Klein, M.

**Beschreibung der Modellbildung des Thermokompressions-Bondvorganges an galvanisch abgeschiedenen Strukturen**

Niedermayer, M.

**Methoden zur Kostenoptimierung von Sensornetzwerken**

# VORLESUNGEN, EDITORIALS

## Vorlesungen

### Technische Universität Berlin

#### Dr. Robert Hahn

- Miniaturisierte Energieversorgungssysteme

#### Prof. Klaus-Dieter Lang

- Technologien für multifunktionale Systeme
- Technologien der Heterosystemintegration

#### Dr. Ivan Ndip

- Numerische Feldberechnung

#### Dr. Ivan Ndip, Bouchaib Bouhlal

- Elektromagnetische Zuverlässigkeit von Mikrosystemen

#### Dr. Nils F. Nissen

- Design umweltverträglicher elektronischer Produkte

#### Dr. M. Schneider-Ramelow

- Werkstoffe der Systemintegration

#### Dr. M. Töpfer

- Physikalisch-chemische Grundlagen der Mikrosystem-technik

### Brandenburgische Technische Universität Cottbus

#### Dr. Otmar Deubzer

Vertretungsprofessor Lehrstuhl Industrieller Umweltschutz

- Corporate Environmental Protection
- Material Management

### Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

#### Dr. Nils F. Nissen

- Environmental Engineering

## Editorials

### PLUS Journal (Eugen G. Leuze Verlag)

K.-D. Lang (Stellv. Vorsitzender des Redaktionsbeirats)

### Smart Systems Integration and Reliability, Honorary Volume for the 65<sup>th</sup> Birthday of Herbert Reichl

B. Michel, K.-D. Lang (Herausgeber)

### Congress Proceedings SMT/HYBRID/PACKAGING 2010

K.-D. Lang (Herausgeber)

# MITGLIEDSCHAFTEN (AUSWAHL)

<b>AENEAS (ENIAC Platform)</b>	Prof. K.-D. Lang	Representative of the Fraunhofer Society
<b>AMA Fachverband Sensorik, Wissenschaftsrat</b>	Dr. V. Großer	Member
<b>Bayerisches Innovationcluster „Mechatronik und Automation“, Fachgruppe Mikro-Mechatronik</b>	Dr. F. Ansorge	Chairman
<b>CATRENE - EAS Working Group on Energy</b>	Dr. R. Hahn	Member
<b>Deutsche Venture Capital Gesellschaft</b>	Prof. H. Reichl	Advisory Board Member
<b>Deutscher Verband für Schweißtechnik DVS</b>	Prof. K.-D. Lang	Executive Board
<b>Deutscher Verband für Schweißtechnik DVS Arbeitsgruppe »Bonden«</b>	Dr. M. Schneider-Ramelow	Chairman
<b>EcoDesign 2009</b>	Dr. N. Nissen	International Co-Chair
<b>Electronic Components and Technology Conference ECTC</b>	Dr. M. Töpfer	Program Chair
<b>EOS European Optical Society</b>	Dr. H. Schröder	Member
<b>EURIPIDES Scientific Advisory Board</b>	Prof. K.-D. Lang, M. J. Wolf	Member
<b>First Sensor GmbH</b>	Prof. H. Reichl	Advisory Board Member
<b>Ferdinand Braun Institut für Höchstfrequenztechnik</b>	Prof. H. Reichl	Scientific Board
<b>IMAPS</b>	Prof. H. Reichl	Fellow
<b>IMAPS (Signal/Power Integrity Subcommittee)</b>	Dr. I. Ndip	Chair
<b>IMAPS Deutschland</b>	Dr. M. Schneider-Ramelow	President
<b>International Electronics Manufacturing Initiative iNEMI</b>	M. J. Wolf	Member
<b>International Technology Roadmap Semiconductors (ITRS)</b>	M. J. Wolf	Chairman Europe
<b>JISSO European Council</b>	M. J. Wolf	Member

<b>KSG Leiterplatten</b>	Prof. H. Reichl	Advisory Board Member
<b>Lange Nacht der Wissenschaften e. V. Berlin</b>	H. Pötter	Representative of Fraunhofer
<b>SEMI Award Committee</b>	Prof. K.-D. Lang	Member
<b>Semiconductor 3D Equipment and Materials Consortium</b>	M. J. Wolf	Board Member
<b>Semiconductor Manufacturing Technology Sematech</b>	M. J. Wolf	Member
<b>Silicon Sensor</b>	Prof. H. Reichl	Advisory Board member
<b>SMT/HYBRID/PACKAGING Kongress</b>	Prof. K.-D. Lang	Head of Scientific Committee
<b>Technologiestiftung Berlin (TSB)</b>	Prof. K.-D. Lang	Member of the Board of Trustees
<b>The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE), USA</b>	Prof. H. Reichl	IEEE Fellow
<b>IEEE Component, Packaging and Manufacturing Technology Society</b>	R. Aschenbrenner	President
Technical Committees:		
Green Electronics, Manufacturing and Packaging	Dr. N. Nissen	Technical Chair
MEMS and Sensor Packaging	E. Jung	Technical Chair
Wafer Level Packaging	Dr. M. Töpper	Technical Chair
IEEE CPMT German Chapter	Prof. K.-D. Lang	Chair
<b>VDI/VDE-Gesellschaft für Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik (GMM)</b>	Prof. K.-D. Lang	Vice Chairman
<b>VDMA, Fachverband Mikrotechnik, Vorstand Modulare Mikrosysteme</b>	Dr. V. Großer	Member
<b>Wissenschaftlich-technischer Rat der Fraunhofer-Gesellschaft</b>	K.-F. Becker	Representative of Fraunhofer IZM
<b>Zentrum für Mikrosystemtechnik Berlin</b>	Prof. K.-D. Lang	Spokesman of the Board

# KOOPERATIONEN MIT DER INDUSTRIE (AUSWAHL)

<b>A.S.T. Group</b>	Wolnzach
<b>AEMtec GmbH</b>	Berlin
<b>Alenia Aeronautica</b>	Rom (I)
<b>AMO</b>	St.Peter/Hart
<b>Andus Electronic GmbH</b>	Berlin
<b>Applied Materials</b>	Santa Clara
<b>Astrium GmbH</b>	Bremen
<b>AT&amp;S</b>	Leoben (A)
<b>Atotech</b>	Berlin
<b>AUDI AG</b>	Ingolstadt
<b>Austrian Airlines AG</b>	Vienna (A)
<b>B/E Aerospace</b>	Lübeck
<b>Baker Hughes</b>	Celle
<b>Baumer-Hübner</b>	Berlin
<b>Bundesdruckerei</b>	Berlin
<b>BMW</b>	München
<b>Brewer Science</b>	Derby (GB)
<b>Brose Fahrzeugteile GmbH &amp; Co. KG</b>	Coburg
<b>COGO Optronics</b>	Berlin
<b>Compass EOS</b>	Netanya (IL)
<b>CONTAG GmbH</b>	Berlin
<b>Continental</b>	Nürnberg, München, Frankfurt, Regensburg
<b>Converteam</b>	Berlin
<b>Daimler AG</b>	Berlin, Bremen
<b>Datacon</b>	Radfeld (A)
<b>Deutsche Bahn AG</b>	Berlin, Frankfurt, München, Dessau

<b>DIEHL Stiftung &amp; Co. KG</b>	Nürnberg, Frankfurt, Wangen
<b>Disco</b>	Tokyo (J)
<b>EADS</b>	Ulm
<b>Elbau</b>	Berlin
<b>Endress &amp; Hauser</b>	Maulburg
<b>EnOcean</b>	Oberhaching
<b>Enthone</b>	West Haven (USA)
<b>ESYS GmbH</b>	Berlin
<b>ESW GmbH</b>	Hamburg, Wedel
<b>EVG</b>	St.Florian am Inn (A)
<b>Excelitas</b>	Pfaffenhofen
<b>Ficontec</b>	Achim
<b>Fujitsu Technology</b>	Augsburg
<b>Gesellschaft für Maschinendiagnose</b>	Berlin
<b>GlobalFoundries</b>	Dresden
<b>Hamilton Sundstrand</b>	Nördlingen
<b>Harmann/Becker</b>	Karlsbad
<b>Heraeus</b>	Hanau
<b>Hirschmann</b>	Rankweil (A)
<b>HMP</b>	Hannover
<b>Höft &amp;Wessel AG</b>	Hannover
<b>HPCA</b>	Oberschleißheim
<b>Hytech</b>	Brügg
<b>IMC</b>	Berlin
<b>Infineon</b>	Mainz, München
<b>Jenoptik/ESW</b>	Wedel
<b>John Deere Company</b>	Mannheim
<b>Kayser-Threde</b>	München

<b>LEM SA</b>	Genf (CH)	<b>Schleifring</b>	Kaufbeuren
<b>Leuze</b>	Owen	<b>Schlumberger</b>	France, US
<b>LEWICKI</b>	Oberdischingen	<b>Schweizer Electronic</b>	Schramberg
<b>MAGNET-SCHULTZ</b>	Memmingen	<b>Semikron GmbH</b>	Nürnberg
<b>Maxon</b>	Luzern (CH)	<b>Semitoool an Applied Company</b>	Kalispel (USA)
<b>MDISchott</b>	Mainz	<b>Sensitec GmbH</b>	Lahnau
<b>MED/EL</b>	Innsbruck (A)	<b>Siemens</b>	Karlsruhe
<b>METALLEX</b>	Uetikon (CH)	<b>Söhner GmbH</b>	Heilbronn
<b>Microepsilon GmbH</b>	Ortenburg	<b>Suess Microtech</b>	Garching, München
<b>MSEI</b>	Lake Oswego (USA)	<b>Sumida GmbH</b>	Obernzell
<b>MSEI</b>	Tel Aviv (IL)	<b>Swissbit Germany AG</b>	Berlin
<b>Nanotron Technologies GmbH</b>	Berlin	<b>Taubmann</b>	Heilsbronn
<b>NXP Semiconductors</b>	Hamburg, Eindhoven	<b>TDK-EPCOS AG</b>	München
<b>Oclaro Technologies</b>	San Jose (USA)	<b>Thales Research &amp; Technology</b>	USA
<b>Oerlikon</b>	Lichtenstein	<b>TQ-Systems</b>	Seefeld
<b>Olympus</b>	Hamburg	<b>Valeo</b>	Wemding
<b>Oree</b>	Ramat Gan (IL)	<b>Vectron</b>	Havant (UK)
<b>Osram Semiconductors</b>	Regensburg	<b>Vishay Beyschlag GmbH</b>	Heide
<b>Panalytical</b>	Almelo (NL)	<b>Volkswagen</b>	Wolfsburg
<b>Philips</b>	Eindhoven, Aachen	<b>WABCO</b>	Hannover
<b>Ramgraber</b>	Hofolding b. Brunenthal	<b>Wehrle/Magna</b>	Waldshut-Tiengen
<b>Robert Bosch GmbH</b>	Stuttgart, Reutlingen, Hildesheim, Waiblingen	<b>WRS Materials</b>	San Jose (USA)
<b>Rohm&amp;Haas</b>	Midland (USA)	<b>Würth Electronic</b>	Niedernhall, Rot am See
<b>SABCA</b>	Brussel (B)	<b>Xyratex</b>	Auerbach
<b>Samsung Institute of Technology</b>	Suwon (ROK)	<b>Zarlink</b>	Ottawa (CA)
<b>SCANLAB</b>	Puchheim	<b>ZF Friedrichshafen AG</b>	Friedrichshafen
<b>Schaeffler Technologies GmbH &amp; Co. KG</b>	Herzogenaurach		
<b>Schaffner</b>	Luterbach (CH)		

# PUBLIKATIONEN

*Ansorge, F.; Stigler, T.; Heumann, K.; Ifland, D.; Reichl, H.*

**Generative Herstelltechnologien im Mikro- und Nanobereich zu Aufbau und Kontaktierung von Mikro-Mechatronischen Systemen**

2. GMM-Workshop Technologien und Werkstoffe der Mikrosystem- und Nanotechnik, Mai 2010, Darmstadt

*Becker, K.-F.; Kurz, A.; Reichl, H.; Koch, M.; Bauer, J.; Braun, T.*

**Precision material deposition for SiP manufacturing using jetting processes**

Proceedings ECTC 2010, Juni 2010 Las Vegas, NV, USA

*Belleville, M.; Hahn, R. et.al.*

**Energy autonomous sensor systems: Towards a ubiquitous sensor technology**

Microelectronics Journal, Volume 41/11, November 2010

*Benecke, S.; Middendorf, A.; Reichl, H.; Kravcenko, E.; Niedermayer, M.; Guttowski, S.; Nissen, N. F.*

**A System-Oriented Approach for Modeling Energy Harvesting Devices in Wireless Sensor-Modules**

Proceedings Sensor Technologies and Applications (SENSORCOMM), Juli 2010, Venedig, Italien

*Braun, T.; Becker, K.-F.; Böttcher, L.; Bauer, J.; Thomas, T.; Koch, M.; Kahle, R.; Ostmann, A.; A-schenbrenner, R.; Reichl, H.; Bründel, M.; Haag, J.F.; Scholz, U.*

**Large Area Embedding for Heterogeneous System Integration**

Proceedings ECTC 2010, Juni 2010, Las Vegas, NV, USA

*Braun, T.; Georgi, L.; Bauer, J.; Koch, M.; Becker, K.-F.; Bader, V.; Aschenbrenner, R.; Reichl, H.*

**Water Diffusion in Micro- and Nano-particle Filled Encapsulants**

Proceedings ESTC 2010, September 2010, Berlin

*Brockmann, C.; Grosser, V.; Hefer, J.; Guttowski, S.; Reichl, H.*

**Miniaturized Implantable Wireless Sensor System for Realtime Measurement of Well-Being of Fishes**

Proceedings Sensor Technologies and Applications (SENSORCOMM), Juli 2010, Venedig, Italien

*Curran, B.; Ndip, I.; Guttowski, S.; Reichl, H.*

**A Methodology for Combined Modeling of Skin, Proximity, Edge, and Surface Roughness Effects**

IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 2010

*Domurat-Linde, A.; Hoene, E.*

**Investigation and PEEC Based Simulation of Radiated Emissions Produced by Power Electronic Converters**

Proceedings CIPS 2010, März 2010, Nürnberg

*Feix, G.; Marczok, C.; Hoene, E.; Napierala, T.; Fuerst, D.*

**Development of a Highly Reliable Power Electronic Unit for Helicopters**

Proceedings ESRRAS 2010, Bologna, Italien

*Fritsch, T.; Jordan, R.; Oppermann, H.; Ehrmann, O.; Töpfer, M.; Baumgartner, T.; Lang, K.-D.*

**Cost Effective Flip Chip Assembly and Interconnection Technologies for Large Area Pixel Sensor Applications**

Proceedings of the International Workshop on Semiconductor Pixel Detectors for Particles and Imaging, September 2010, Grindelwald, Schweiz

*Gaul, H.; Shah, A.; Mayer, M.; Zhou, Y.; Schneider-Ramelow, M.; Reichl, H.*

**The ultrasonic wedge/wedge bonding process investigated using in situ real-time amplitudes from laser vibrometer and integrated force sensor**

Microelectronic Engineering 2010, Vol. 87/4

Göhre, J.; Schneider-Ramelow, M.; Becker, K.-F.; Hutter, M.

**Immersion Silver as Universal Surface Finish for COB Technology**

Proceedings IMAPS International Symposium on Microelectronics, November 2010, USA

Göhre, J.; Schneider-Ramelow, M.; Geißler, U.; Lang, K.-D.

**Interface Degradation of Al Heavy Wire Bonds on Power Semiconductors during Active Power Cy-cling measured by the Shear Test**

Proceedings CIPS 2010, März 2010, Nürnberg. Veröffentlicht im ETG-Fachbericht 121, VDE Verlag GmbH Berlin, Offenbach

Hahn, R.

**Mikrobrennstoffzellen mit bedarfsgerechter Wasserstoff-erzeugung**

PLUS, September 2010

Hahn, R.; Wagner, S.; Krumbholz, S.; Blechert, M.; Höppner, K.; Stolle, T.; Reichl, H.

**Light Weight 12W PEM Fuel Cell System for UAVs**

Proceedings 12<sup>th</sup> Small Fuel Cells Conference, April 2010, Cambridge, MA, USA

Halser, K.; Huang, L.; Auerswald, E.; Schmidt, R.

**Einfluss der Materialeigenschaften auf das Ausfallverhalten von Leiterplatten- Durchkontaktierungen**

DVS-Berichte Band 265 (2010), EBL Fellbach

Jung, E.; Hilgarth A. et al

**Aurispo – A highly integrated platform for 24/7 monitoring of vital data**

pHealth 2010, Berlin

Jung, E.; Löher, T. et al.

**Miniaturized electronics for modern implantable devices and intelligent prostheses**

24. TSB Treffpunkt der Medizintechnik, Berlin

Jung, E.; Sichert, A.; Hilgarth A.; Utz, R.

**Concept for a Microsystem Based Implementation of the Thermal Vision of the Pit Viper**

Biannual Meeting of the German Society for Cognitive Science, Oktober 2010, Potsdam

Kallmayer, Ch.; Wunderle, B.; Walter, H.; Haberland, J.; Aschenbrenner, R.; Michel, B.; Reichl, H.

**Investigation on Thermo-Mechanical Reliability of Flip-Chip Assemblies Using Anisotropic Conductive Adhesive**

Proceedings Smart System Integration SSI 2010, Como, Italien

Kaminski, J. (Universität Bonn); Baumgartner, T., Desch, K., (Universität Bonn); Ehrmann, O, Fritzsche, T., et al

**Development of Charged Particle Detectors by Integrating Gas Amplification Stage and CMOS ASIC on Wafer Level**

Proceedings ESTC 2010, September 2010, Berlin

Krumbholz, S.; Kaiser, J.; Weiland, M.; Hahn, R.; Reichl, H.

**Influences of current collector foils with different opening ratios in passive polymer electrolyte membrane fuel cells**

Journal of Power Sources, Vol. 41, 2010

Löher, T.; Seckel, M.; Ostmann, A.

**Stretchable Electronics Manufacturing and Application**

Proceedings ESTC 2010, September 2010, Berlin

Löher, T.; Schütze, D.; Ostmann, A.; Aschenbrenner, R.

**Module Miniaturization by ultra thin Package Stacking**

IEEE CPMT Symposium Japan 2010, August 2010, Tokyo, Japan

*Manassis, D.; Boettcher, L.; Ostmann, A.; Aschenbrenner, R.; Reichl, H.*

**Chip embedding technology developments leading to the emergence of miniaturized system-in-packages**

Proceedings ECTC, Juni 2010, Las Vegas, NV, USA

*Middendorf, A.; Nissen, N. F.; Guttowski, S.; Lang, K.-D.*

**Electronics Condition Monitoring for Improving Sustainability of Power Electronics**

Proceedings 8<sup>th</sup> Global Conference on Sustainable Manufacturing, November 2010, Abu Dhabi, VAE

*Müller, W. H.; Sbeiti, M.; Schneider-Ramelow, M.; Geissler, U.*

**Thermomechanical Description of Interface Formation in Aluminum Ultrasound (US)-Wedge/Wedge-Wirebond Contacts**

EPTC 2010, Dezember 2010, Singapore

*Ndip, I.; Ohnimus, F.; Löbbicke, K.; Bierwirth, M.; Tschoban, C.; Reichl, H.; Lang, K.D.; Henke, H.*

**Modeling, quantification, and reduction of the impact of uncontrolled return currents of vias transiting multilayered packages and boards**

IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, 2010

*Ndip, I.; Tschoban, C.; Schmidt, S.; Ostmann, A.; Schneider-Ramelow, M.; Guttowski, S.; Reichl, H.; Lang, K.D.*

**Modeling and Optimization of Bond Wires as Transmission Lines and Integrated Antennas at RF/Microwave Frequencies**

Proceedings 43<sup>rd</sup> International Symposium on Microelectronics, November 2010, Raleigh, NC, USA

*Nissen, N. F.; Stobbe, L.; Schischke, K.; Schlösser, A.; Mudgal, S.; Thornton, A.*

**EuP and ErP Progress of Implementation**

Going Green CARE INNOVATION 2010, November 2010, Wien, Österreich

*Ohnimus, F.; Haberland, J.; Tschoban, C.; Ndip, I.; Heumann, K.; Kallmayer, C.; Guttowski, S.; Lang, K.D.*

**Design and Characterization of a Small Encapsulated UHF RFID Tag for Wood Log Monitoring**

Proceedings LAPC 2010, November 2010, Loughborough, UK

*Pufall, R.; Goroll, M.; Bouazza, M.; Wittler, O.; Michel, B.*

**Adhesion of moulding compounds on various surfaces. A study on moisture influence and degradation after high temperature storage**

Proceedings ESTC 2010, September 2010, Berlin

*Radecker, M.*

**Application oriented design of piezoelectric transformer driving and control circuitry and topologies**

Special Session »Inductive Component Technology«, APEC 2010, Palm Springs, USA

*Schreier-Alt, T.; Stark, J. G.*

**Measurement of Pressure Distribution During Encapsulation of Flip Chips**

SMT Magazine – Engineering Solutions for PCB Manufacturing, Vol. 12/2010

*Schmitz, S.; Schneider-Ramelow, M.; Schröder, S.*

**Influence of bonding process parameters on chip cratering and phase formation of Cu ball bonds on AlSiCu during storage at 200 °C.**

Microelectronics Reliability (2010), doi: 10.1016/j.microrel.2010.07.062

*Schröder, H.; Brusberg, L.; Erxleben, R.; Ndip, I.; Töpfer, M.; Nissen, N. F.; Reichl, H.*

**GlassPack – A 3D Glass Based Interposer Concept for SiP with Integrated Optical Interconnects**

Proceedings ECTC 2010, Juni 2010, Las Vegas, NV, USA

*Töpper, M.; Fischer, T.; Baumgartner, T.; Reichl, H.*

**A comparison of Thin Film Polymers for Wafer Level Packaging**

Proceedings ECTC 2010, Juni 2010, Las Vegas, NV, USA

*Töpper, M.; Schröder, H.; Brusberg, L.; Yamamoto, H.; Todt, G.; Reichl, H.*

**3-D Thin film Interposer based on TGV (Through Glass Vias): An Alternative to Si-Interposer**

Proceedings ECTC 2010, Juni 2010, Las Vegas, NV, USA

*Walter, H.; Dermitzaki, E.; Wunderle, B.; Michel, B.*

**Influence of moisture on humidity sensitive material parameters of microelectronic relevant polymers**

Proceedings Nanotech 2010, Juni 2010, Anaheim, CA, USA

*Wege, S.*

**Einfluss der Leiterplattenqualität auf Ausfälle elektronischer Baugruppen**

18. FED Konferenz, Elektronik Design, Leiterplatten Baugruppe, September 2010, Fellbach

*Wolf, M. J.*

**Future Perspectives: From Packaging to System Integration**

In: Michel, B.; Lang, K.-D. (Hrsg). Smart System Integration and Reliability, Goldbogen: Dresden

*Wolf, M. J.*

**Heterogeneous System Integration A Key Technology for Future Microelectronic Applications**

Proceedings Smart System Integration (SSI), März 2010, Como, Italien

*Wolf, M. J.; Zoschke, K.; Wieland, R.; Klein, M.; Lang, K.-D.; Reichl, H.*

**Silicon Interposer for Heterogeneous Integration**

Proceedings SMTA Pan Pacific Microelectronics Symposium, Januar 2010, Kauai, Hawaii, USA

*Wunderle, B.; Klein, M.; Dietrich, L.; Abo Ras, M.; Mroßko, R.; May, D.; Schacht, R.; Oppermann, H.; Michel, B.; Reichl, H.*

**Advances in thermal interface technology: mono-metal interconnect formation, processing and characterisation**

Proceedings IThERM 2010, Juni 2010, Las Vegas, NV, USA

*Yang, Y.; Bisogno, Fabio E.; Nittayarumphong, S.; Radecker, M.; Fahlenkamp, M. (Infineon Technologies); Fischer, W.-J. (TU Dresden)*

**Smart universal control IC for high loaded factor resonant converters**

Proceedings IEEE / CICC 2010, San José, CA, USA

*Zoschke, K.; Fischer, T.; Töpper, M.; Samulewicz, K.; Wünsch, O.; Röder, J.; Lutz, M.; Ehrmann, O.; Reichl, H.*

**Wafer Level Processing of Integrated Passive Components Using Polyimide or Polybenzoxazole/Copper Multilayer Technology**

IEEE Transactions on Advanced Packaging, Vol. 33/2, Mai 2010

*Zoschke, K.; Wolf, M. J.; Ehrmann, O.; Reichl, H.*

**Temporary Wafer Bonding for Wafer Thinning and Backside Processing - Key Technology for 3D System Integration**

2<sup>nd</sup> International IEEE Workshop on Low Temperature Bonding for 3D Integration, The University of Tokyo, Januar 2010, Hongo, Japan

# PATENTE & ERFINDUNGEN

*Domurat-Linde, A.; Hoene, E.; Napierala, T.*

**Elektrischer Filter, insbesondere EMV-Netzfilter**

DE 10 2008 062 133

*Hahn, R.; Wurm, C.; Woehrle T.*

**Dreidimensionale Mikrobatterie und Verfahren zu deren Herstellung**

EP2248217 A1

*Hahn, R.; Kunde, C.*

**Brennstoffzellenanordnung**

DE10 2009 022946, WO10127881

*Hampicke, M.; Nachsel, R.; Pötter, H.; Iffland, D.; Ansorge, F.; Eder, M.; Boeck, M.*

**Verschlusskappe und System mit Verschlusskappe**

PCT/EP2010/006369

*Hoene, E.*

**Kondensator**

DE 10 2005 050 726

*Hutter, M.; Oppermann, H.; Jordan, R.; Thomas, T.*

**Verfahren zur Herstellung einer Lotmetallisierung**

DE 10 2008 014 577

*Löher, T.; Ostmann, A.; Seckel, M.*

**Verfahren zur Erzeugung eines elektronischen Systems, Verfahren zur Erzeugung einer Freiformfläche mit einem solchen System, sowie elektronisches System und Freiformfläche mit einem solchen System**

WO 2011/000580 AI

*Oppermann, H.*

**Selbstmontage von Bauelementen**

DE 10 2009 008 032

*Oppermann, H.*

**Verfahren zum Verbinden zweier Fügeflächen und Bauteil mit zwei verbundenen Fügeflächen**

DE 10 2007 055 017

*Wittler, O.; Wunderle, B.; Mazloun Nejadari, A.; Schacht, R.; Michel, B.*

**Verfahren und Vorrichtung zur thermischen Überwachung von Ausfallprozessen**

DE 10 2009 019 774

# KURATORIUM

## **Vorsitzender**

Dr. F. Richter  
*Thin Materials AG, Eichenau*

## **Mitglieder**

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

M. Bothe  
*VDE-Prüfinstitut, Offenbach*

Dr. S. Finkbeiner  
*Robert Bosch GmbH, Stuttgart*

C. Gehring  
*Bundesministerium für Bildung und Forschung  
BMBF, Bonn*

U. Hamann  
*Bundesdruckerei GmbH, Berlin*

Prof. Dr. K. Kutzler  
*Technische Universität Berlin, Berlin*

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

M. Hierholzer  
*Infineon Technologies AG*

Prof. W. Mehr  
*IHP GmbH – Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik*

J. Stahr  
*AT&S AG*

Prof. J. Steinbach  
*Technische Universität Berlin, Berlin*

M. Stutz  
*Dell GmbH, Frankfurt a. M.*

Dr. T. Wille  
*NXP Semiconductors GmbH, Hamburg*

# FRAUNHOFER IZM

## KONTAKT

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

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

**Fraunhofer IZM**

**Institutsleiter**

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

**Stellvertretender Institutsleiter**

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

**Leitungsassistentz**

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

**Leitung Administration**

Dipl.-Ök. Meinhard Richter  
Telefon +49 30 46403-110  
meinhard.richter@izm.fraunhofer.de

**Presse- und Öffentlichkeitsarbeit**

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

**Marketing**

Dipl.-Ing. Harald Pötter  
Telefon +49 30 46403-136  
harald.poetter@izm.fraunhofer.de

### Abteilungen

#### **Abteilung High Density Interconnect & Wafer Level Packaging**

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

#### **Abteilung Systemintegration und Verbindungstechnologien**

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

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

#### **Abteilung Environmental and Reliability Engineering**

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

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

#### **Abteilung System Design & Integration**

Leitung: Dr.-Ing. Stephan Guttowski  
Telefon +49 30 46403-632  
stephan.guttowski@izm.fraunhofer.de

### Projektgruppen

#### **All Silicon System Integration Dresden (ASSID)**

Ringstr. 12, 01468 Moritzburg

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

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

#### **PCB Soldering Training/Qualification and Micro Mechatronics**

Leitung: Dr. Frank Ansorge  
Argelsrieder Feld 6, 82234 Oberpfaffenhofen-Weßling  
Telefon +49 8153 9097-500  
frank.ansorge@oph.izm.fraunhofer.de

#### **Zentrum für Mikrosystemtechnik (ZEMI) in Berlin**

Leitung: Dr.-Ing. Martin Schneider-Ramelow  
Volmerstraße 9A, 12489 Berlin  
Telefon +49 30 6392-8172  
martin.schneider-ramelow@izm.fraunhofer.de

#### **Applikationszentrum Smart System Integration**

Gustav-Meyer-Allee 25, Gebäude 26, 13355 Berlin

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

Leitung: Dr.-Ing. Stephan Guttowski  
Telefon +49 30 46403-632  
stephan.guttowski@apz.izm.fraunhofer.de



# IMPRESSUM

**Herausgeber:**

Prof. Dr. Klaus-Dieter Lang, Fraunhofer IZM  
Harald Pötter, Fraunhofer IZM  
<http://www.izm.fraunhofer.de>

**Redaktionelle Bearbeitung:**

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

**Layout / Satz:**

Tine Linder, mcc Agentur für Kommunikation GmbH  
<http://www.mcc-pr.de>

© Fraunhofer IZM 2011

**Fotografie:**

Sämtliche Bildrechte Fraunhofer IZM, ansonsten Fraunhofer IZM zusammen mit Martina Creutzfeldt (33), Tim Deussen (4, 19, 21), Volker Döring (20, 48), Fotolia (Mikael Damkier (10), dehee (56), eyeami (29), Jean Kobben (31), Bernd Kröger (26), Monkey Business (23), RB-Pictures (9), Thor Jorgen Udvang (66)), Nando Körner (59), Carlos Lee (73), Momentum (14), Bernd Müller (Titel, 17, 37, 39), Frank Oberle (14), Armin Okulla (20), Matthias Stief (59)