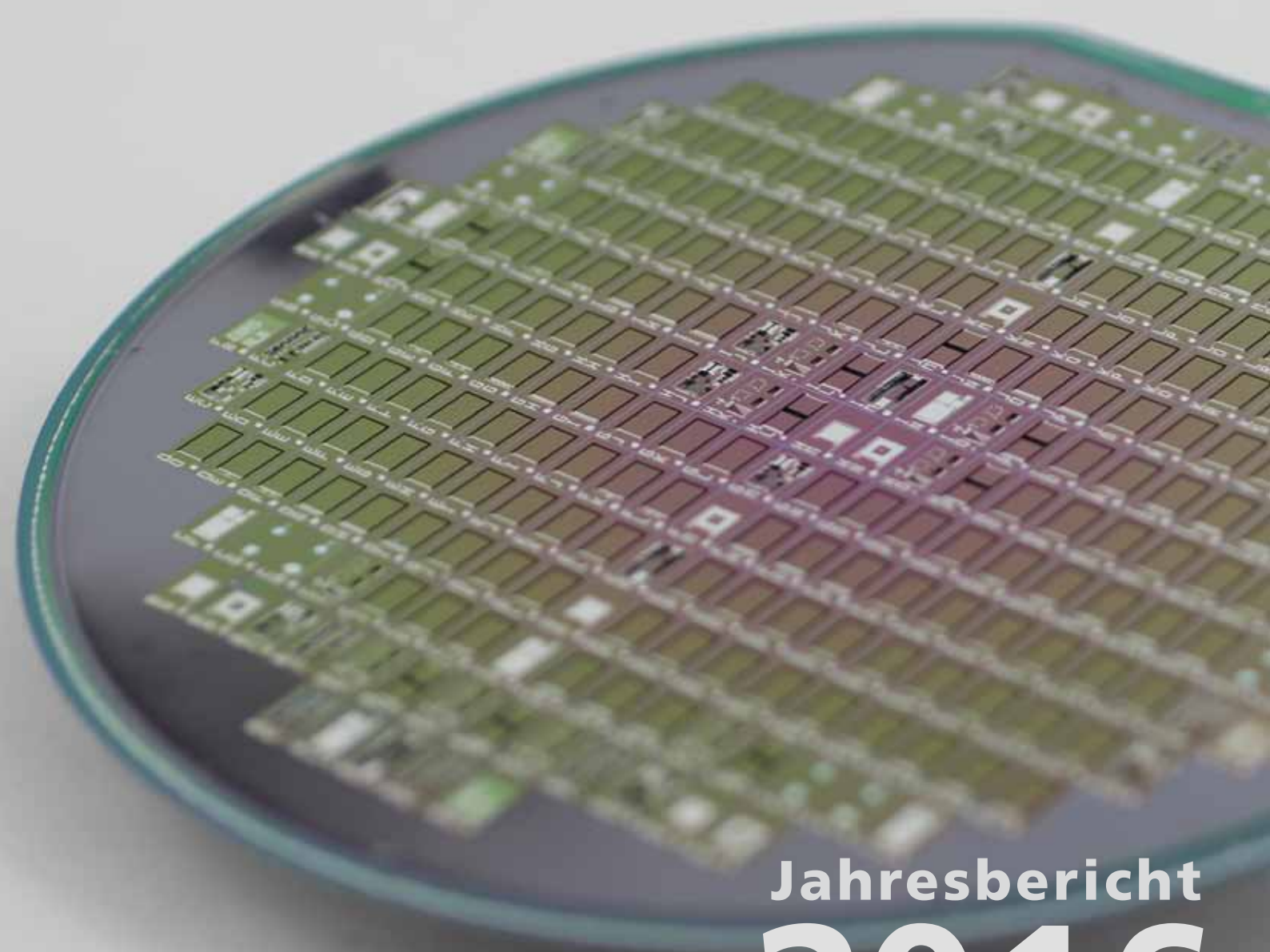




Fraunhofer

ENAS

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ELEKTRONISCHE NANOSYSTEME ENAS



Jahresbericht
2016

INHALT

3	Vorwort
5	Strategie: Der Schlüssel zum Erfolg
11	Fraunhofer ENAS: Profil
12	Fraunhofer-Gesellschaft
13	Fraunhofer ENAS
14	Organisationsstruktur
16	Zahlen und Fakten
18	Kuratorium
19	Fraunhofer ENAS – Partner für Innovationen
25	Geschäftsfelder
27	Micro and Nanoelectronics
33	Sensor and Actuator Systems
39	Technologies and Systems for Smart Power and Mobility
43	Technologies and Systems for Smart Health
49	Technologies and Systems for Smart Production
51	Highlights

Titelseite:

Aluminiumnitrid als piezoelektrischer Wandler für MEMS. Auf dem Wafer befinden sich spezielle Wake-Up-Sensoren, Power Down Interrupt Generatoren (PDIG), für Sensormodule mit sehr geringem Ruhestrom. Die MEMS entstanden im Rahmen des Spitzenclusters Cool Silicon in einer Kooperation mit dem ZfM der TU Chemnitz und weiteren Partnern durch die Förderung der Sächsischen Aufbaubank SAB im Projekt Cool_PoD.

Foto © Chris Stöckel, Fraunhofer ENAS

VORWORT



Foto: Ines Escherich

Liebe Freunde und Partner des Fraunhofer-Instituts für Elektronische Nanosysteme, sehr geehrte Leserinnen und Leser,

das Jahr 2016 wurde durch Veränderungen geprägt. Im Mai 2016 verstarb plötzlich und unerwartet der Leiter des Fraunhofer-Instituts für Elektronische Nanosysteme ENAS Prof. Dr. Thomas Geßner. Sein plötzlicher Tod hat uns schockiert, wirkte er doch als Visionär, Wegbegleiter unserer wissenschaftlichen und applikationsnahen Entwicklungen und Doktorvater unserer Nachwuchswissenschaftler. Am 8. September haben wir gemeinsam mit der Technischen Universität Chemnitz und mehr als 550 Gästen aus dem In- und Ausland im Rahmen eines Ehrenkolloquiums und eines Ehrensymposiums zum Thema Smart Integrated Systems seines Wirkens gedacht. Wir sind uns jedoch einig, dass wir ihn am besten ehren, indem wir gemeinsam sein Lebenswerk erfolgreich weiterführen. So setzten wir konsequent den unter seiner Leitung begonnenen Strategieprozess fort und führten im September 2016 erfolgreich ein Audit durch Experten aus Wissenschaft, Industrie und Politik durch. Im Rahmen des Auditprozesses haben wir nicht nur die Geschäftsfelder und Kernkompetenzen auf den Prüfstein gelegt, sondern auch eine Reihe zukunftsichernder Maßnahmen definiert, an denen wir weiter arbeiten.

Unsere Schwerpunktthemen am Markt sind nach wie vor die Sensor- und Aktorsysteme auf der einen Seite und die Halbleitertechnologie / Mikroelektronik / Nanoelektronik auf der anderen Seite. Darüber hinaus standen auch 2016 Smart Systems für die verschiedenen Anwendungsgebiete im Mittelpunkt unserer Forschungs- und Entwicklungstätigkeit.

Unser Institut blickt erneut auf ein erfolgreiches Jahr zurück. Ein Großteil unseres Forschungsvolumens wird durch Vertragsforschung, d.h. im Rahmen von Direktaufträgen der Industrie und durch öffentlich geförderte Projekte, generiert. Wir haben in 2016 unseren hohen Industrieertrag gehalten. An dieser Stelle möchten wir unseren Partnern und Kunden für das Vertrauen und die Unterstützung danken.

Wir blicken mit Stolz und Freude auf das Erreichte. Es ist uns aber auch Ansporn, unseren Projektpartnern und Auftraggebern auch in Zukunft kompetent und zuverlässig zur Seite zu stehen. Darüber hinaus arbeiten wir weiterhin eng mit dem Zentrum für Mikrotechnologien der TU Chemnitz zusammen. Beide Einrichtungen werden in Personalunion geleitet.

Mit unserem Jahresrückblick 2016 möchten wir Ihnen einen Einblick in vielfältige Aktivitäten des Instituts geben. Ich lade Sie zum Nach- und Vorausdenken ein. Als Einrichtung der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. ist auch 2017 Forschung und Entwicklung für industrielle Anwendungen unser zentrales Anliegen.

Prof. Dr. Thomas Otto

Kommissarischer Leiter des Fraunhofer-Instituts für Elektronische Nanosysteme



STRATEGIE: DER SCHLÜSSEL ZUM ERFOLG

STRATEGIE: DER SCHLÜSSEL ZUM ERFOLG

Das Fraunhofer ENAS kann seit seiner Gründung 2008 als Einrichtung und der dem Strategieaudit 2010 folgenden Umwandlung zum Institut auf eine positive Entwicklung zurückblicken. So hat das Fraunhofer ENAS durchgängig hohe Industrieerträge erwirtschaftet und ist kontinuierlich gewachsen. Um langfristig die Wettbewerbsfähigkeit des Fraunhofer ENAS zu sichern und weiter auszubauen, ist im Mai 2015 durch die Institutsleitung ein vertiefter Strategieprozess initiiert worden. Dessen Ergebnisse wurden im September 2016 durch ein externes Expertengremium mit Vertretern aus Industrie, Wissenschaft und Politik auditiert.

Strategieprozess

Der Strategieprozess selbst ist ein systematischer und kontinuierlicher, dynamischer Prozess zur Sicherung der Zukunftsfähigkeit des Instituts, welchem eine umfassende Analyse des Status Quo vorausgeht. Dazu hat das Institut sein Projektportfolio, seine Ziele, Kunden und adressierte Märkte intensiv auf den Prüfstand gestellt und sowohl in einem Top-Down- als auch einem Bottom-Up-Ansatz Handlungsmaßnahmen und Ziele mit einem Zeithorizont von bis zu 5 Jahren abgeleitet. Die erarbeiteten Dokumente dienen sowohl der Leitung als auch den Mitarbeitenden als richtungsweisender Handlungsleitfaden und Motivation für die kommenden Jahre. Um sich verändernden Anforderungen und Märkten anzupassen, ist die entwickelte Strategie kein starres Konzept, sondern wird jährlich im Rahmen der Institutsklausur intensiv geprüft und gegebenenfalls nachjustiert. Die externe Sicht auf die entwickelte Strategie wird darüber hinaus in den jährlichen Kuratoriumssitzungen diskutiert.

Vision

Aus den Analysen sowie dem Verständnis des Fraunhofer ENAS leiten sich Vision und Mission des Instituts ab. Entsprechend der Mission und Vision der Fraunhofer-Gesellschaft steht auch das Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme für angewandte Forschung, Innovationen zum Wohle der Gesellschaft und zur Stärkung der deutschen und europäischen Wirtschaft. Als Institut der Fraunhofer-Gesellschaft leitet das Fraunhofer ENAS strategische Initiativen zur Lösung künftiger Herausforderungen und entwickelt technologische Durchbrüche. Dazu gestaltet es ein ausgewogenes Zusammenspiel zwischen exzellenter Forschung und anwendungsorientierter Entwicklung.

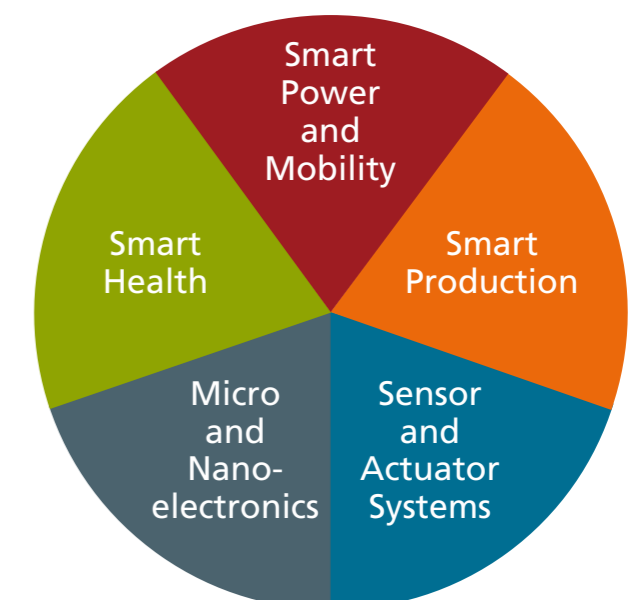
Das Fraunhofer ENAS steht für Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Smart Systems Integration unter Nutzung von Mikro- und Nanotechnologien. Mit der Ausrichtung auf die Smart Systems Integration spricht das Institut auf der einen Seite die Herausforderungen einer digitalisierten Welt, des Internets der Dinge, Industrie 4.0 und damit globale Herausforderungen wie die alternde Gesellschaft an. Auf der anderen Seite adressiert es die Komponentenindustrie sowie die Systemhersteller, Materialhersteller, Halbzeughersteller, Gerätehersteller und Anwenderindustrie und ist damit in der Lage, die Forschungs- und Entwicklungstätigkeit von kleinen und mittelständischen Firmen sowie der Großindustrie nachhaltig zu unterstützen.

Konsequent setzt das Fraunhofer ENAS als Integrationsinstitut seine Entwicklungen im Bereich Smart Systems Integration fort. Das reicht von der Entwicklung einzelner Komponenten in den Bereichen Mikro- und Nanosysteme (MEMS/NEMS) sowie Mikro- und Nanoelektronik, über Schnittstellen und Hardware zur Datenkommunikation, Konzepte zur Energieversorgung der Systeme bis hin zu Integrationstechnologien und zur Integration der einzelnen Komponenten zu einem Gesamtsystem inklusive der erforderlichen eingebetteten Software.

Geschäftsfelder

In den Folgejahren nach dem Audit 2010 wurde erkannt, dass die bestehenden Geschäftsfelder nicht mehr umfassend die Kunden- und Branchenstruktur, welche das Fraunhofer ENAS adressiert, abbilden können und zum Teil schwer nach außen vermittelbar sind. Unter Nutzung des Kriteriums, dass mindestens 10 % des Ertrages des Instituts im Geschäftsfeld erarbeitet werden, entstanden die drei applikations-spezifischen Geschäftsfelder Technologies and Systems for Smart Power and Mobility, Smart Health und Smart Production sowie die zwei technologie-orientierten Geschäftsfelder Micro and Nanoelectronics und Sensor and Actuator Systems.

Eine wesentliche Basis für die erfolgreiche Arbeit des Fraunhofer ENAS ist der Ausbau und die Weiterentwicklung seiner langjährigen Standbeine Micro and Nanoelectronics sowie Sensor and Actuator Systems. Fraunhofer ENAS legt in diesen beiden Geschäftsfeldern einen starken Fokus auf die Integration von

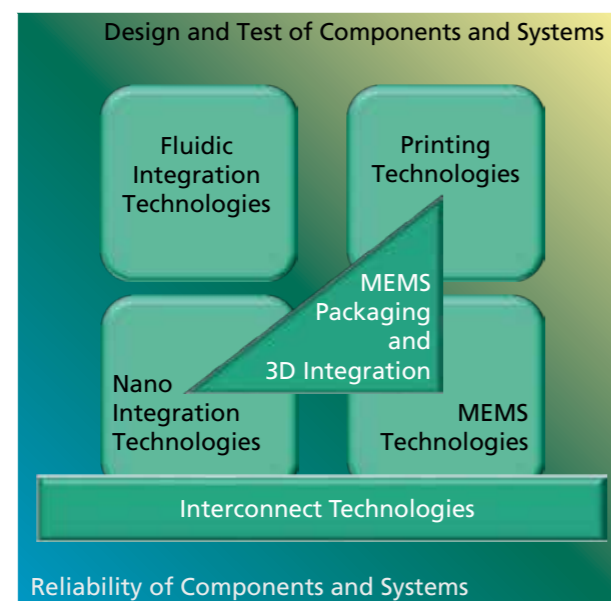


STRATEGIE: DER SCHLÜSSEL ZUM ERFOLG

Nanomaterialien, Nanoeffekten und Nanotechnologien (abgebildet in der neuen Kernkompetenz Nano Integration Technologies), die Entwicklung neuartiger Sensoren und Aktoren und die Adressierung von Themen in Bereich »Beyond CMOS« für die Mikro- und Nanoelektronik. Die Entwicklungen gehen bis zum Komponenten- bzw. Subsystemlevel. Diese beiden Geschäftsfelder bedienen mit ihren Dienstleistungen nicht nur die jeweilige Branche sondern entwickeln auch Komponenten und Subsysteme, die in den anwendungsorientierten Geschäftsfeldern Technologies and Systems for Smart Power and Mobility, Smart Health und Smart Production weiter applikationsgetrieben zu einem Gesamtsystem (Prototyp, Kleinstserie) entwickelt werden.

Kernkompetenzen

Eine besondere Stärke des Fraunhofer ENAS liegt im breiten Spektrum an Technologien und Methoden für die Smart Systems Integration begründet. Während das Fraunhofer ENAS über die Geschäftsfelder in Richtung Kunde agiert, stellt die Aufteilung in die acht Kernkompetenzen die innere Struktur des Technologieportfolios dar.



Die vier Kernkompetenzen MEMS Technologies, Fluidic Integration Technologies, Printing Technologies und Nano Integration Technologies stellen die technologische Basis für die Entwicklung einzelner Komponenten bereit. Interconnect Technologies und MEMS Packaging and

3D Integration sind Querschnittstechnologien. Sie wechselwirken sowohl mit verschiedenen Basistechnologien als auch mit den übergreifenden und unterstützenden Kernkompetenzen Design and Test of Components and Systems sowie Reliability of Components and Systems. Mit dieser Definition der Kernkompetenzen sind die im Audit 2010 definierten Kernkompetenzen geschärft und weiter entwickelt worden. Neu ist die Kernkompetenz Nano Integration Technologies. Sie trägt den verschiedenen Aspekten der Integration von Nanomaterialien und neuen Nanotechnologien Rechnung.

Als wesentlicher Aspekt wurde die Entwicklung von kompletten Systemen inklusive Software erkannt. Dazu kann Fraunhofer ENAS auf verschiedene Kompetenzen bereits verweisen. Sie sind derzeit in der Kernkompetenz Design and Test of Components and Systems und punktuell in Fluidic Integration Technologies angesiedelt, können aber nach entsprechendem Ausbau in den nächsten Jahren zu einer eigenständigen Kernkompetenz entwickelt werden.

Alleinstellung

Auf fachlicher Ebene verfolgt das Fraunhofer ENAS das Ziel, vorhandene Stärken, insbesondere die Alleinstellungen, weiter auszubauen und bestehende Schwächen abzubauen. Die zukünftige Entwicklung wird vor allem durch die folgenden Alleinstellungsmerkmale geprägt und gesichert:

- Breites Spektrum an Technologien und Methoden für die Smart Systems Integration
- Komplette Wertschöpfungskette für Präzisions-Silizium-MEMS/NEMS (vom Design bis zur Kleinserie)
- Integration verschiedener Nanomaterialien und Nanotechnologien für visionäre Nanosysteme und »Beyond CMOS«
- »Design for Reliability«, Kopplung von Design und Zuverlässigkeit
- Waferbonden für MEMS/NEMS und 3D-Integration von MEMS/NEMS mit Elektronik
- Komplette Wertschöpfungskette für gedruckte Funktionalitäten vom Design über Simulation, Herstellung von Prototypen, Charakterisierung bis zur Entwicklung industrieller Herstellungsabläufe
- Im Fluidikbereich: elektrolysebasierte, integrierte Pumpen und Ventile für PoC-Diagnostik und Aktoren für die aktive Strömungskontrolle
- Waferlevel-Technologie für CNT-FETs und -Sensorik
- Starke Kopplung von Simulation und Experiment, sowohl im Bereich Zuverlässigkeit als auch in der Technologie (Anlagensimulation) und im Bauelementbereich



FRAUNHOFER ENAS: PROFIL

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

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.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 69 Institute und Forschungseinrichtungen. 24 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,1 Milliarden Euro. Davon fallen 1,9 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Mehr als 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Knapp 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

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.

www.fraunhofer.de

FRAUNHOFER ENAS

Die besondere Stärke des Fraunhofer-Instituts für Elektronische Nanosysteme ENAS liegt in der Entwicklung von Smart Systems, sogenannten intelligenten Systemen, für verschiedenartige Anwendungen. Die Systeme verbinden Mikro- und Nanosensoren sowie -aktoren und Elektronikkomponenten mit Schnittstellen zur Kommunikation und einer autarken Energieversorgung. Die Systeme sind zunehmend mit der Fähigkeit ausgestattet, sich gegenseitig anzusprechen, zu identifizieren und in Konsortien zu arbeiten. Sie bilden somit die Basis für das Internet der Dinge.

Die Produkt- und Dienstleistungspalette reicht von Einzelkomponenten, den Technologien für deren Fertigung über Systemkonzepte und Systemintegrationstechnologien bis hin zur Überführung in die praktische Nutzung. Fraunhofer ENAS begleitet Kundenprojekte von der Idee über den Entwurf, die Technologieentwicklung oder die Umsetzung anhand bestehender Technologien bis zum getesteten Prototypen. Wenn Standardkomponenten den Anforderungen nicht gerecht werden oder an Grenzen stoßen, entwickelt das Fraunhofer ENAS eine kundenspezifische Lösung und den Transfer zum Kunden.

Die Anwendungsfelder sind u. a. in der Halbleiterindustrie (Anlagen- und Materialhersteller), der Luft- und Raumfahrt, dem Automobilbau, der Kommunikationstechnik, der Sicherheitsbranche, der Logistik, der Medizin- und Prozesstechnik sowie im Maschinenbau zu finden.

Um die Aktivitäten des Fraunhofer ENAS zu fokussieren, wurden die Schwerpunkte im Technologieportfolio und in der Marktbearbeitung auf die fünf Geschäftsfelder gelegt:

- Micro and Nanoelectronics
- Sensor and Actuator Systems
- Technologies and Systems for Smart Power and Mobility
- Technologies and Systems for Smart Health
- Technologies and Systems for Smart Production

Jedes Geschäftsfeld verfügt über ein eigenes Kundenprofil, das in Abhängigkeit der benötigten Forschungs- und Entwicklungsleistungen verschiedene Stellen der industriellen Wertschöpfungsketten anspricht.

Organisatorisch ist das Fraunhofer ENAS in die sechs Fachabteilungen Advanced System Engineering, Back-End of Line, Micro Materials Center, Multi Device Integration, Printed Functionalities, System Packaging sowie die Verwaltung gegliedert. Der Hauptstandort ist Chemnitz. Die Abteilung Advanced System Engineering ist in Paderborn angesiedelt. Die Abteilung Micro Materials Center hat darüber hinaus noch eine Projektgruppe in Berlin-Adlershof.

www.enas.fraunhofer.de

ORGANISATIONSTRUKTUR

Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS

Institutsleiter (kommissarisch): Prof. Dr. Thomas Otto
 Stellvertretender Institutsleiter: Prof. Dr. Stefan E. Schulz

Abteilung Multi Device Integration komm.: Dr. S. Kurth / Dr. A. Weiß	Verwaltung stellv. Leiter: Michael Jerke technischer Leiter: Uwe Breng	Geschäftsfeld Micro and Nanoelectronics Prof. Dr. Stefan E. Schulz
Abteilung Micro Materials Center Prof. Dr. Sven Rzepka	Marketing / Public Relations Referentin der Institutsleitung Dr. Martina Vogel	Geschäftsfeld Sensor and Actuator Systems Prof. Dr. Karla Hiller
Abteilung Printed Functionalities Prof. Dr. Reinhard R. Baumann		Geschäftsfeld Technologies and Systems for Smart Power and Mobility Dr. Steffen Kurth
Abteilung Back-End of Line Prof. Dr. Stefan E. Schulz		Geschäftsfeld Technologies and Systems for Smart Health Dr. Mario Baum
Abteilung System Packaging Dr. Maik Wiemer		Geschäftsfeld Technologies and Systems for Smart Production Dr. Ralf Zichner
Abteilung Advanced System Engineering Dr. Christian Hedayat		

Internationale Büros

Fraunhofer Project Center an der Tohoku Universität, Japan Prof. Thomas Otto Prof. Masayoshi Esashi Prof. Shuji Tanaka	Büro Shanghai, China SHI Min	Büro Manaus, Brasilien Hernan Valenzuela
--	---------------------------------	---

Technische Universität Chemnitz

Zentrum für Mikrotechnologien (ZfM) Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

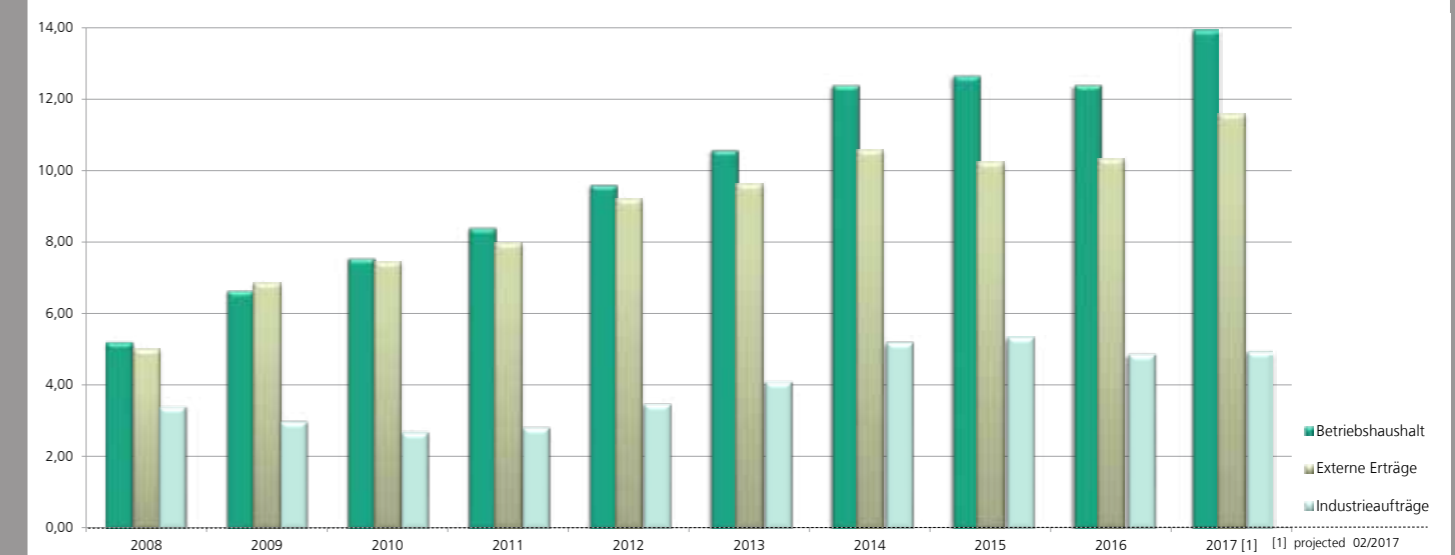
Direktor: Prof. Dr. Thomas Otto Stellvertretende Direktorin: Prof. Dr. Karla Hiller

Abteilung Lithografie und Strukturübertragung Dr. Danny Reuter	Honorarprofessur für Optoelektronische Systeme Prof. Dr. Thomas Otto
Abteilung Schichtabscheidung Dr. Sven Zimmermann	Honorarprofessur für Technologien der Nanoelektronik Prof. Dr. Stefan E. Schulz
Professur für Mikrotechnologie Prof. Dr. Thomas Otto	Honorarprofessur für Zuverlässigkeit von Smart Systems Prof. Dr. Sven Rzepka
Fakultät für Maschinenbau	Exzellenzcluster
Professur für digitale Drucktechnologie und Bebilderungstechnik Prof. Dr. Reinhard R. Baumann	MERGE Prof. Dr. Thomas Otto Martin Schüller
	cfaed Prof. Dr. Stefan E. Schulz Dr. Sascha Hermann

Universität Paderborn

Fachbereich Sensorik Prof. Dr. Ulrich Hilleringmann
--

ZAHLEN UND FAKTEN



Entwicklung des Fraunhofer ENAS

	Jahr	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Umsatz (in Mio EUR)		5,2	6,7	7,6	8,4	9,6	10,6	12,4	14,7	14,4
Steigerung Umsatz (bezogen auf 2008)		–	29%	46%	62%	85%	104%	138%	183%	176%
Industrieertrag (in Mio EUR)		3,4	3	2,8	2,8	3,49	4,1	5,2	5,3	5,0
Invest (in Mio EUR)		0,65	5,45	6,8	1,5	1,81	1,44	7,23	2,34	1,89
Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter		63	73	91	102	104	125	129	127	132
Azubis		0	2	3	5	6	7	7	6	7
Studenten und Hilfskräfte		10	10	20	40	43	51	51	43	43
Publikationen und Vorträge		61	75	114	119	112	215	198	173	176
Patente		7	5	13	20	8	17	9	9	12
Promotionen		6	0	4	2	3	3	3	5	3
Vorlesungen (Technische Universität Chemnitz)		17	17	23	27	24	24	24	24	17
Vorlesungen (Universität Paderborn)		8	9	9	8	9	10	7	10	10
Vorlesungen (Technische Universität Dresden)		0	0	2	2	2	1	0	0	0

Finanzielle Situation und Invest

Auch 2016 war für Fraunhofer ENAS ein von wirtschaftlicher Stabilität geprägtes Jahr. Insbesondere die weiter gestiegenen Drittmittelträge unterstreichen die solide Entwicklungsstrategie unseres Institutes. Fraunhofer ENAS erwirtschaftete externe Erträge in Höhe von 10,34 Millionen Euro. Die Ertragsquote liegt bei 83,4 Prozent. Die Aufträge aus deutschen und internationalen Industrieunternehmen betragen 4,86 Millionen Euro, was einem Industrieanteil von 39,2 Prozent am Betriebshaushalt von 12,4 Millionen Euro entspricht.

Die eigenen Geräteinvestitionen und Investitionen in die Ausstattung/Bau des Gebäudes im vergangenen Jahr betragen 1,2 Millionen Euro. Der strategische Invest in 2016 betrug 0,69 Millionen Euro.

**Stellvertretender
Verwaltungsleiter:**
Michael Jerke
Telefon: +49 371 45001-207
E-Mail: michael.jerke@enas.
fraunhofer.de

Personalentwicklung

Der Erfolg eines jeden Unternehmens und auch jeder Forschungseinrichtung steckt in den Köpfen der Beschäftigten, ihrem Wissen über Details und Zusammenhänge, Produkte, Technologien und Verfahren. Ende des Jahres 2016 waren 132 Personen an den Fraunhofer ENAS Standorten Chemnitz, Paderborn und Berlin beschäftigt. Acht Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wechselten von Fraunhofer ENAS entweder in die Industrie oder in den Ruhestand.

Zwei Auszubildende schlossen 2016 erfolgreich ihre Ausbildung ab. Einer ist seitdem bei Fraunhofer ENAS beschäftigt, der andere nahm ein Studium auf. In Kooperation mit der TU Chemnitz und der Universität Paderborn haben Studentinnen und Studenten sowie junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ihre Abschlussarbeiten erfolgreich verteidigt.

Ende 2016 waren 43 Praktikanten, Diplomanden/Masterstudenten und studentische Hilfskräfte bei Fraunhofer ENAS beschäftigt. Dieser Mitarbeiterstamm erweist sich in wachsendem Maße als Quelle für den Nachwuchs von Wissenschaftlern und Technikern.

KURATORIUM

Die Kuratorien sind externe Beratungsorgane, die an den Instituten angesiedelt sind. Sie umfassen Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft und dem öffentlichen Leben. Die Mitglieder des Kuratoriums eines Instituts werden vom Vorstand im Einvernehmen mit der Institutsleitung berufen. An den jährlichen Sitzungen nimmt mindestens ein Mitglied des Vorstands teil. Die Kuratorien beraten die Institutsleitung und den Vorstand in Fragen der fachlichen Ausrichtung und strukturellen Veränderung des Instituts.

Die Mitglieder des Kuratoriums am Fraunhofer ENAS waren 2016:

Vorsitzender:

Prof. Dr. Udo Bechtloff

Stellvertretender Vorsitzender:

Prof. Dr. Hans-Jörg Fecht, Direktor des Instituts für Mikro- und Nanomaterialien, Universität Ulm

Kuratoriumsmitglieder:

MRn Dr. Annerose Beck, Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst

Jürgen Berger, Bereichsleiter Elektronik und Mikrosysteme, VDI/VE Innovation + Technik GmbH

Dr. Wolfgang Buchholtz, Manager Project Coordination, GLOBALFOUNDRIES Dresden

Prof. Dr. Maximilian Fleischer, Corporate Technology, Siemens AG

Dr. Christiane Gottschalk, CTO Ozone Products, MKS Instruments Deutschland GmbH

Dr. Arbogast M. Grunau, Senior Vice President Corporate R&D, Schaeffler Technologies AG & Co. KG

MDirigin Barbara Meyer, Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr

Thomas Schmidt, Sächsischer Staatsminister für Umwelt und Landwirtschaft

Prof. Dr. Ulrich Schubert, Institut für Organische Chemie und Makromolekulare Chemie, Universität Jena

Uwe Schwarz, Manager Development MEMS Technologies, X-FAB MEMS Foundry GmbH

Prof. Dr. Gerd Strohmeier, Rektor, Technische Universität Chemnitz

Dr. Markus Ulm, Abteilungsleiter Engineering Consumer Sensors, Bosch Sensortec GmbH

Helmut Warnecke, Geschäftsführer, Infineon Technologies Dresden GmbH

Die Mitgliedschaft von Dr. Markus Ulm in unserem Kuratorium endet am 31. Dezember 2016.

Wir danken ihm für die Begleitung und Beratung unseres Institutes in den vergangenen drei Jahren.

Dr. Stefan Finkbeiner, Geschäftsführer der Bosch Sensortec GmbH, wird ab 2017 unserem Kuratorium beitreten.

Wir danken allen Mitgliedern des Kuratoriums insbesondere dem Vorsitzenden Prof. Dr. Udo Bechtloff und dem stellvertretenden Vorsitzenden Prof. Dr. Hans-Jörg Fecht für Ihre Unterstützung.

FRAUNHOFER ENAS – PARTNER FÜR INNOVATIONEN

Das Institut bietet Forschungs- und Entwicklungsservice, von der Idee, über Design und Technologieentwicklung oder Realisierung basierend auf existierenden Technologien bis zum getesteten Demonstrator oder Prototyp. Wenn Standardkomponenten nicht in der Lage sind die Anforderungen zu erfüllen, bietet das Fraunhofer ENAS seine Unterstützung bei der Realisierung innovativer und marktfähiger Lösungen.

Interdisziplinäre Kooperation – Schlüssel zum Erfolg

Fraunhofer ENAS ist ein aktives Mitglied verschiedener weltweiter, europäischer und regionaler Netzwerke, angefangen von SEMI und MEMS and Sensor Industry Group, über EPOSS – der Europäischen Technologieplattform für Smart Systems Integration, Silicon Saxony und IVAM bis zum Smart Systems Campus Chemnitz. Die komplette Liste ist im Anhang zu finden.

Kooperation mit der Industrie

Innerhalb des Arbeitsgebietes Smart Systems Integration ist das Fraunhofer ENAS in der Lage, Forschungs- und Entwicklungsarbeiten von KMUs, mittelgroßen Unternehmen und Großunternehmen zu unterstützen. Durch die Integration von smarten Systemen in vielfältige Anwendungen adressiert Fraunhofer ENAS verschiedene Branchen und Märkte, siehe nebenstehende grüne Box.

Der meist genutzte Weg der Zusammenarbeit zwischen Industrie und Fraunhofer ENAS ist die Vertragsforschung. Sind jedoch die Aufgabenstellungen zu komplex und risikobehaftet, bieten wir auch Vorlauftests an. In diesen Fällen ist es oft zielführend, mittels Projektteams aus Industrie und Forschungsinstituten, unter Nutzung öffentlicher Förderung, die anstehenden Fragestellungen zu lösen.

2016 hat Fraunhofer ENAS mit mehr als 150 Partnern aus der Industrie weltweit zusammengearbeitet. Fraunhofer ENAS bearbeitet dabei sowohl Direktaufträge aus der Industrie, gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsprojekte als auch Vorlauftests.

Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungsportfolio

- Entwicklung, Design, Packaging und Test von MEMS/NEMS
- Methoden und Technologien für das Wafer zu Wafer und Chip zu Wafer Bonden
- Integration von Nanofunktionalitäten z.B. CNTs, Quantumdots, Spintronik, Memristoren
- Metallisierung: Interconnectsysteme für die Mikro- und Nanoelektronik und 3D-Integration
- Beyond CMOS-Technologien
- Simulation und Modellierung von Bauelementen, Prozessen und Equipment für Mikro- und Nanosysteme
- Material- und Zuverlässigkeitsforschung
- Analytik von Materialien, Prozessen, Komponenten und Systemen
- Hochpräzise Sensoren und Aktoren
- Entwicklung gedruckter Funktionalitäten für elektronische Anwendungen
- Anwendungsspezifische drahtlose Daten- und Energiesysteme
- Entwicklung von mikrofluidischen Systemen und Biosensorintegration
- Sensor- und Aktorsysteme mit Steuereinheit, integrierter Elektronik, eingebetteter Software und Benutzerschnittstelle
- Zuverlässigkeit von Komponenten und Systemen

Märkte und Anwendungsfelder

- Halbleiter-, Halbleitertechnik- und Materialhersteller
- Kommunikation
- Medizintechnik und Lebenswissenschaften
- Maschinenbau
- Sicherheit
- Automobilbau
- Logistik
- Luft- und Raumfahrt
- Internet der Dinge

FRAUNHOFER ENAS – PARTNER FÜR INNOVATIONEN



Foto: Dirk Hanus

Kooperationen mit der Industrie im Rahmen des deutschen Spitzencluster-Programms

Im Rahmen der vom BMBF geförderten Spitzencluster bündeln Unternehmen, Hochschulen, Forschungseinrichtungen und weitere Akteure einer Region ihre Kräfte und schaffen Synergien für Forschung und Innovation. 15 Spitzencluster wurden in einem Wettbewerb ausgezeichnet. Das Fraunhofer ENAS ist in zwei dieser Cluster aktiv.

Cool Silicon

In Sachsen arbeiteten die regionale Industrie und die Forschungsinstitute gemeinsam im Projekt »Cool Silicon« an der Entwicklung von energieeffizienten Produkten der Informations- und Kommunikationstechnologie. Gefördert wurde das Projekt von 2009 bis 2014. In dieser Zeit ist, durch die Clustermitglieder getragen, der Cool Silicon e.V. entstanden, der heute in Ergänzung zum Branchenverband Silicon Saxony die Forschung für den Standort in den adressierten Themen koordiniert. Ab 2017 wird der Cluster Cool Silicon vom BMBF bei der Entwicklung von Internationalisierungskonzepten und deren Umsetzung in Projekten auf Augenhöhe mit weltweiten Partnern unterstützt. Fraunhofer ENAS treibt im Cool Silicon e.V. insbesondere die Zuverlässigkeitsforschung voran.

www.cool-silicon.de

It's OWL

Im Spitzencluster »Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe« (kurz: it's OWL) haben sich Unternehmen, Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Organisationen zusammengeschlossen, um gemeinsam den Innovationssprung von der Mechatronik zu intelligenten technischen Systemen zu gestalten. Im Rahmen der Spitzenclusterstrategie werden insgesamt 46 Projekte umgesetzt. In 33 Innovationsprojekten bringen Unternehmen in Kooperation mit Forschungseinrichtungen neue Produkte, Technologien und Anwendungen zur Marktreife. Die Abteilung Advanced System Engineering des Fraunhofer ENAS bringt insbesondere ihre Kompetenzen in Richtung Plug and Play neuer Sensoren und Sensorsysteme für Anwendungen im Bereich Industrie 4.0 ein.

www.its-owl.de

Kooperationen im Smart Systems Campus

Lokal ist das Fraunhofer ENAS in den Technologie-Campus Reichenhainer Straße, insbesondere in den Smart Systems Campus Chemnitz, integriert. Der Smart Systems Campus ist ein innovatives Netzwerk mit Expertise im Bereich Mikro- und Nanotechnologien sowie Smart Systems Integration. Dieser Campus verbindet Grundlagenforschung (vorrangig an der TU Chemnitz) und angewandte Forschung mit dem Unternehmmergeist junger, neu gegründeter Unternehmen im Start-Up-Gebäude und am Markt etablierter Unternehmen innerhalb des Businessparks.

Kooperationen mit Universitäten und Forschungseinrichtungen

Um für die Industrie ein zuverlässiger Partner zu sein, hat das Fraunhofer ENAS ein strategisches Netzwerk mit Forschungsinstituten und Universitäten in Deutschland und weltweit etabliert. Langjährige Kooperationen existieren international mit der Tohoku Universität Sendai, der Fudan Universität Shanghai und der Shanghai Jiao Tong Universität. www.zfm.tu-chemnitz.de

Fraunhofer ENAS und die Tohoku Universität arbeiten seit vielen Jahren auf dem Gebiet neuer Materialien für mikroelektronische Systeme zusammen. Um die Zusammenarbeit zu intensivieren, wurde 2012 das Fraunhofer Project Center »NEMS / MEMS Devices and Manufacturing Technologies at Tohoku University« etabliert. Es ist nicht nur eine Plattform für gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sondern auch eine Plattform für gemeinsamen FuE-Services für die Industrie.

Das Fraunhofer ENAS ist eng mit den örtlichen Universitäten, der Technischen Universität Chemnitz (TUC) und der Universität Paderborn, vernetzt. Die Kooperation mit den Universitäten sichert Synergien zwischen der Grundlagenforschung an der Universität und der mehr anwendungsorientierten Forschung am Fraunhofer ENAS. Der Hauptkooperationspartner an der TUC ist das Zentrum für Mikrotechnologien der Fakultät Elektrotechnik/Informationstechnik. Diese Kooperation schließt nicht nur gemeinsame Forschungsprojekte sondern auch die gemeinsame Nutzung von Geräten, Gebäuden und Infrastruktur ein. Mit der Fakultät für Maschinenbau stehen die Themen gedruckte Funktionalitäten und Strukturleichtbau im Fokus der Kooperation. Die Abteilung Advanced System Engineering des Fraunhofer ENAS ist nicht nur örtlich an der Universität Paderborn beheimatet. Sie arbeiten in den Bereichen elektromagnetische Zuverlässigkeit und Verträglichkeit, drahtlose Energie- und Datenübertragung sowie drahtlose Sensorknoten für den Maschinenbau zusammen.

Mehrfach exzellent – Kooperationen innerhalb der Exzellenzcluster

Deutschland finanziert Exzellenzinitiativen für Spitzenforschung an Hochschulen. Am 15. Juni 2012 hat die Vergabekommission über die Anträge der dritten Runde der Exzellenzinitiative entschieden. Alle ausgewählten Anträge werden über einen Zeitraum von fünf Jahren bis Ende Oktober 2017 finanziert.

Fraunhofer ENAS und das Zentrum für Mikrotechnologien der Technischen Universität Chemnitz arbeiten in zwei dieser Exzellenzcluster.

Merge Technologies for Multifunctional Lightweight Structures – MERGE

Der Exzellenzcluster der Technischen Universität Chemnitz »Merge Technologies for Multifunctional Lightweight Structures – MERGE« wird von Prof. Kroll, Direktor des Instituts für Leichtbau der Fakultät für Maschinenbau koordiniert. www.tu-chemnitz.de/MERGE

Das Ziel der Forschung am Chemnitzer Bundesexzellenzcluster MERGE ist die Fusion großserientauglicher Basistechnologien aus den Bereichen Kunststoff, Metall, Textil und Smart Systems

FRAUNHOFER ENAS – PARTNER FÜR INNOVATIONEN



Foto: Fraunhofer IPMS



Foto: Fraunhofer IPMS

zur Entwicklung ressourceneffizienter Produkte und Produktionsprozesse. Über 100 Forscher und Forscherinnen sowie Techniker und Technikerinnen aus insgesamt sechs interagierenden Forschungsbereichen arbeiten derzeit an der Umsetzung dieses Projekts. Das Fraunhofer ENAS arbeitet hauptsächlich im Forschungsbereich D, der Mikro- und Nanosystemintegration.

Center for Advancing Electronics Dresden cfaed

Das »Center for Advancing Electronics Dresden cfaed« entwickelt Erfolg versprechende Technologien für die Mikro- und Nanoelektronik. Ziel ist es, zukünftige CMOS-Technologien um völlig neuartige Technologien zu ergänzen und zu erweitern und damit elektronische Informationsverarbeitungssysteme der Zukunft zu entwickeln. Beheimatet ist das von Prof. Fettweis geleitete Cluster an der TU Dresden. In den interdisziplinären Forschungsteams arbeiten Wissenschaftler und Techniker von 11 Forschungseinrichtungen in 9 Forschungspfaden. Wissenschaftler des Fraunhofer ENAS und des Zentrums für Mikrotechnologien der TU Chemnitz arbeiten im Kohlenstoffpfad (carbon path) und im BAC-Pfad (biomolecular assembled circuit path). Im Kohlenstoffpfad entwickeln sie CNT-FETs und setzen die Technologie für Prototypen auf Waferebene um. Anwendungen zielen auf analoge Hochfrequenzschaltkreise. Im BAC-Pfad arbeiten die Chemnitz an der Strukturierung auf Waferebene, welche erforderlich ist für die Selbstorganisation der DNA (deoxyribonucleic acid).

www.tu-dresden.de/cfaed

Kooperationen innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft

Seit seiner Gründung ist das Fraunhofer ENAS Mitglied im Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik (V μ E). Darüber hinaus ist Fraunhofer ENAS in den Fraunhofer-Allianzen Nanotechnologie, AutoMOBIL Produktion und Textil aktiv. Themenorientiert arbeitet das Fraunhofer ENAS darüber hinaus in den Fraunhofer-Clustern 3D-Integration sowie Nanoanalytik.

Gemeinsam mit weiteren Instituten des V μ E arbeitet das Fraunhofer ENAS in der Heterogeneous Technology Alliance HTA. Die HTA verbindet die Europäischen Forschungspartner CEA-LETI, CSEM, VTT mit dem V μ E. Gemeinsam bieten sie die Entwicklung von Mikrotechnologien, Nanoelektronik und intelligenten Systemen für zukünftige Produkte an.

Fraunhofer stellt sich den aktuellen Herausforderungen für die deutsche Industrie. Mit ihren Leitprojekten setzt sie strategische Schwerpunkte, um konkrete Lösungen zum Nutzen für den Standort Deutschland zu entwickeln. Fraunhofer ENAS leitet und koordiniert das neue Leitprojekt »Go Beyond 4.0«, es ist im Geschäftsfeld »Technologies and Systems for Smart Production« näher beschrieben. Im Leitprojekt »Theranostische Implantate« arbeitet das Fraunhofer ENAS gemeinsam mit elf weiteren Instituten an intelligenten Implantaten.

Darüber hinaus arbeitet das Fraunhofer ENAS in zwei Leistungszentren. Das Leistungszentrum »Smart Production« wird im April 2017 eröffnet. Das Leistungszentrum »Funktionsintegration für die Mikro-/Nanoelektronik« arbeitet seit 2016.

Leistungszentrum »Funktionsintegration für die Mikro-/Nanoelektronik«

Nano- und Mikroelektronik durchdringen heute alle Lebensbereiche. Mit dem Internet der Dinge und Industrie 4.0 steigt nicht nur die Nachfrage, auch die Anforderungen an die Systeme wachsen: Die Bauteile müssen künftig noch mehr Funktionen integrieren können, noch kleiner und stärker vernetzt sein. Die Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft von Unternehmen im Bereich Elektronik entscheidet sich heute in dem Maße, wie schnell sie auf neueste technologische Entwicklungen zugreifen können. Dabei sind schnelle und effektive Entwicklungen von Lösungen aller Teilaspekte einer Applikation erforderlich.

Das Fraunhofer-Konzept der Leistungszentren bündelt und vernetzt deshalb in einer Region die Kompetenzen von Instituten und Hochschulen. Im Leistungszentrum »Funktionsintegration für die Mikro-/Nanoelektronik« werden die Erfahrungen der vier Fraunhofer-Institute Fraunhofer ENAS, Fraunhofer IPMS, des Dresdener Institutsteil EAS des Fraunhofer IIS und der Dresdener Abteilung ASSID des Fraunhofer IZM sowie der Technischen Universität Dresden, der Technischen Universität Chemnitz und der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden aus dem Bereich der Mikro- und Nanoelektronik verknüpft.

Ziel ist es, Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft insbesondere der mittelständischen Firmen in Sachsen in den Bereichen Sensorik und Aktorik, Messtechnik sowie im Maschinen- und Anlagenbau durch eine schnelle Überführung von Forschungsergebnissen in innovative Produkte zu stärken.

Drei Säulen strukturieren das Leistungszentrum: Als Erstes erarbeiten die Partner eine gemeinsame Technologie- und Entwicklungsplattform für innovative Bauelemente und Systeme und damit die inhaltliche Basis für alle weiteren Arbeiten. Dazu führen sie gegenwärtig Entwicklungsarbeiten in den Bereichen Systemdesign, innovative Komponenten und Fertigungstechnologien, heterogene Systemintegration und Zuverlässigkeitsbewertung durch. Um die Anwendungsorientierung zu stärken, wurde als zweite Säule eine zentrale Geschäftsstelle für die Vermarktung von FuE-Ergebnissen und den Technologietransfer eingerichtet. Sie soll es Unternehmen und Partnern ermöglichen, schnell und einfach auf die angebotenen Leistungen koordiniert über die Kompetenzen der Partner zuzugreifen. Die dritte Säule sind industrie-finanzierte Innovationsprojekte also direkte Industrienaufträge an die Forschungspartner des Leistungszentrums.

Finanziert wird das Leistungszentrum während einer zweijährigen Pilotphase aus Mitteln des Freistaates Sachsen, der Fraunhofer-Gesellschaft sowie der Industriepartner.

Am Ende der Pilotphase soll durch die enge Vernetzung der Universitäten, Fraunhofer und der regionalen Industrie ein virtuelles Innovationszentrum geschaffen sein.

www.leistungszentrum-mikro-nano.de



GESCHÄFTSFELDER



MICRO AND NANO-ELECTRONICS

Die Mikro- und Nanoelektronik gehört zu den Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Die fortschreitende Skalierung (More Moore), die Integration unterschiedlichster Funktionalitäten (More than Moore) sowie die Entwicklung neuer nichtsiliziumbasierter Materialien (Beyond CMOS) gehören zu den gefragtesten Themen. Das Geschäftsfeld fokussiert dabei vor allem auf:

Prozesse und Technologien für die Mikro- und Nanoelektronik mit Fokus auf Back-End of Line und Interconnects

Im Themenfeld Interconnects werden Einzelprozessentwicklungen (Metall-ALD, CVD, ULK-Prozesse, Trockenätzen), neue Konzepte zu Diffusionsbarrieren und alternative Interconnect-Architekturen zur Reduzierung parasitärer Effekte (Airgaps, alternative ULK-Integration) bearbeitet.

Modellierung und Simulation technologischer Prozesse, Anlagen und Bauelemente

Die experimentellen Entwicklungen werden durch die Simulation technologischer Prozesse (PVD, CVD, ALD, ECD), Anlagen und Bauelemente gestützt. In diesem Themenfeld werden weiterhin Bauelemente-Modellierung und -simulation von CMOS- und anderen Nanobauelementen (z. B. CNT-FETs) sowie Blackbox-Modellierung und ereignisgesteuerte Modellierung und Simulation realisiert.

Beyond-CMOS- und HF-Bauelemente sowie integrierte Schaltungen und Technologien

Das Themenfeld umfasst Entwicklungen zu Hochfrequenzschaltern, CNT-FETs und memristiven Bauelementen sowie Schaltungen.

Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) und (Heterogene) Integration (2D, 2,5D, 3D) für elektronische Bauelemente

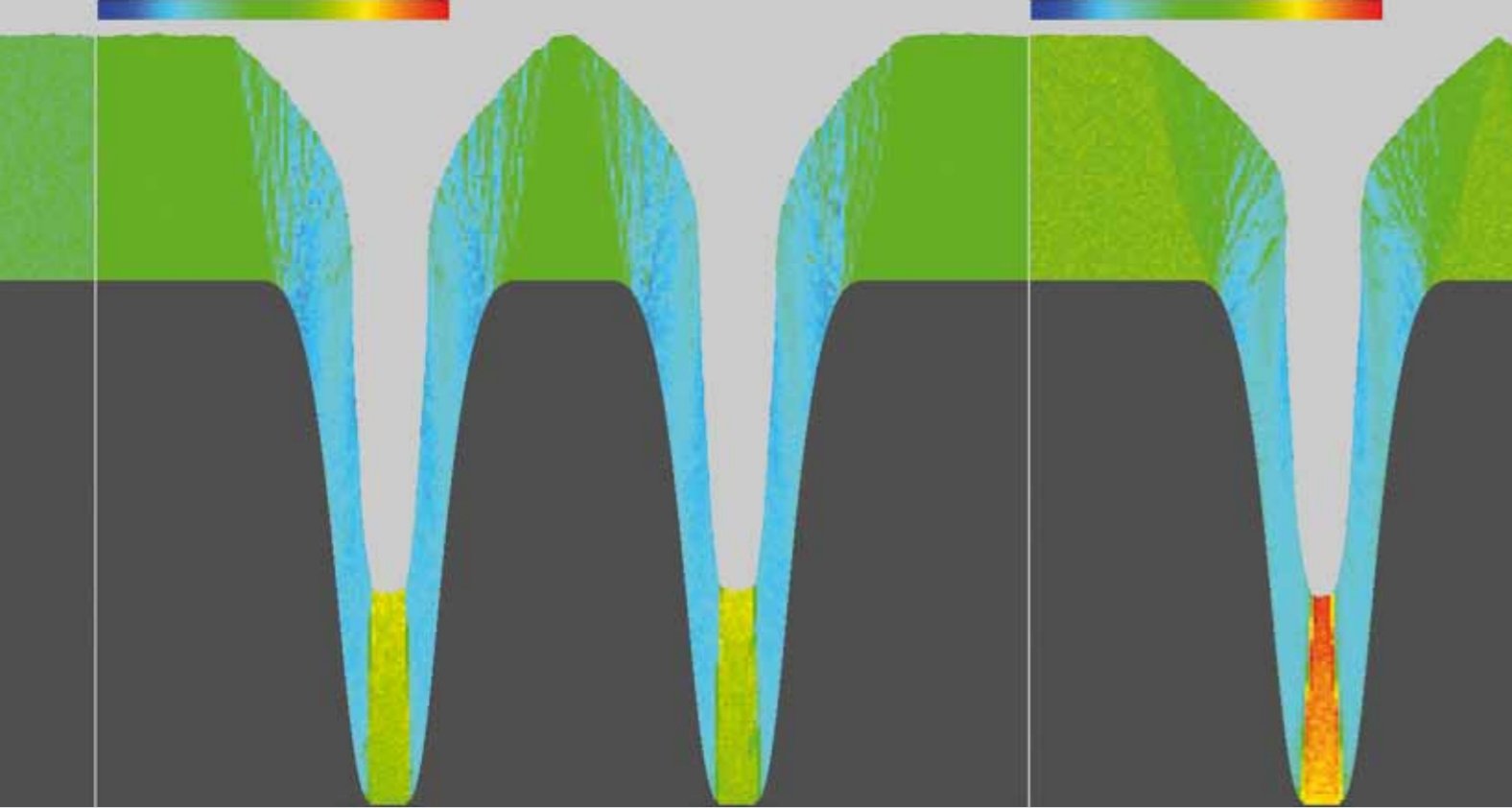
Im Themenfeld AVT werden vorrangig Prozessentwicklungen für die Integration elektronischer Bauelemente mit Fokus auf Waferlevel-, Füge- und Kontaktierungsverfahren, Dünnschichtverpackung und Siebdruck für Metallisierung/Lotabscheidung durchgeführt.

Elektromagnetische und thermomechanische Charakterisierung und Zuverlässigkeitsbewertung

Dieses Themenfeld adressiert BEOL-Komponenten, die Chip-Package-Wechselwirkung sowie Zuverlässigkeitsbewertungen im Board- und System-Level. Dabei wird sowohl die thermomechanische Zuverlässigkeitsanalyse und optimale Auslegung für elektronische Bauelemente, Baugruppen und Systeme als auch die simulative thermo-elektrische Zuverlässigkeit auf System-(PCB) und Package-Ebene bearbeitet.

GESCHÄFTSFELD-MANAGER

Prof. Dr. Stefan E. Schulz
+49 371 45001-232
stefan.schulz@enas.fraunhofer.de

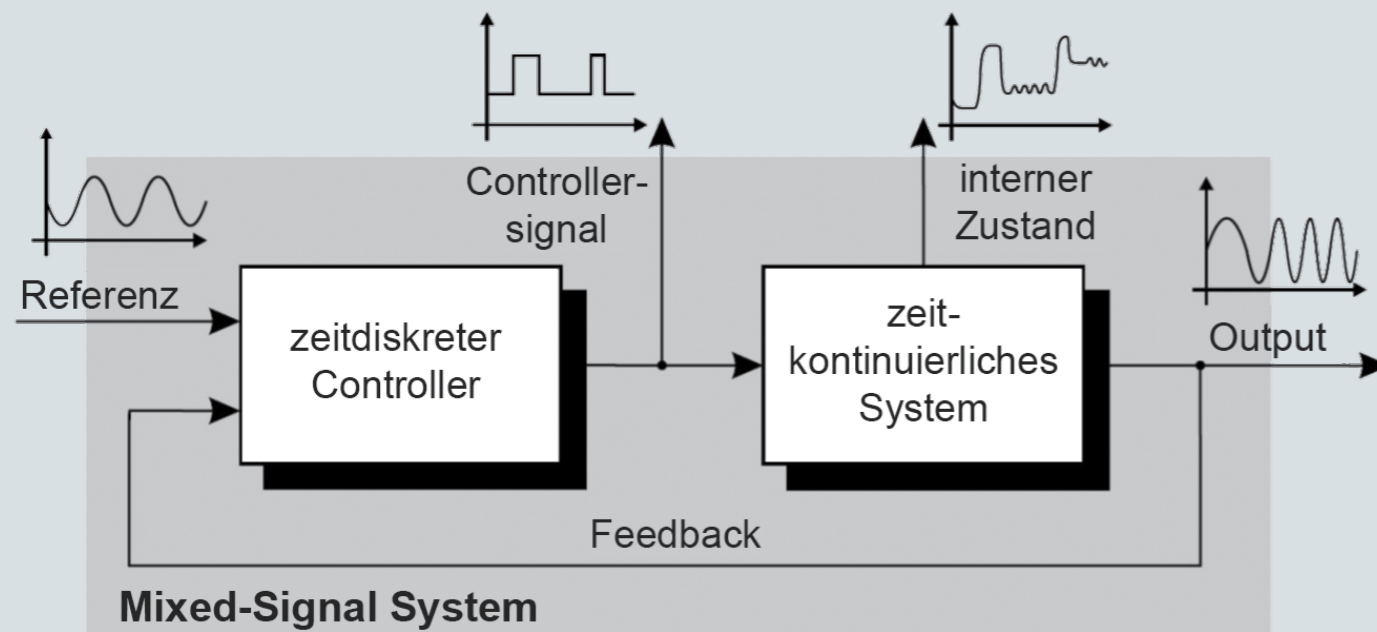


MICRO AND NANO ELECTRONICS

SIMULATION DER ABSCHIEDUNG VON BARRIERE-SAATSCHICHT-STAPELN FÜR DIE METALLISIERUNG VON 28 NM CMOS DEVICES

Mit der zunehmenden Miniaturisierung in der Mikroelektronik ergeben sich neue Herausforderungen für die Abscheidung ultradünner Schichten mit physikalischer Gasphasenabscheidung (PVD). Schmale Gräben und Vias mit hohem Aspektverhältnis sowie Schichtdicken im einstelligen Nanometer-Bereich über den gesamten Wafer erfordern eine präzise Kontrolle der Schichtdicke. Das Fraunhofer ENAS hat ein umfangreiches hausinternes Softwarepaket entwickelt, mit dem jeder Aspekt der PVD simuliert und optimiert werden kann, von der atomistischen Oberflächeninteraktion bis zum Partikeltransport im Reaktor. Neuentwicklungen ermöglichen die PVD-Simulation auf bis zu 1 µm großen Oberflächenstrukturen mit Schichtauflösungen im Sub-Nanometer-Bereich sowie die Unterstützung moderner Hochleistungs-Rechner. Damit ist es am Fraunhofer ENAS möglich, den vollen Prozess der Barriere-Saatschicht-Abscheidung, wie etwa das TaN-Ta-Cu-System, zu untersuchen und hinsichtlich der Abscheidedauer, des Ressourcenverbrauchs und der Zuverlässigkeit zu optimieren. Im Projekt EVOLVE mit dem Chiphersteller GLOBALFOUNDRIES werden diese Simulationen genutzt, um Abscheidparameter für Barriere-Saatschichten zu identifizieren, die für alle 28 nm CMOS-Strukturen auf dem Wafer gleichermaßen gute Beschichtungen liefern.

Phasenregelkreise oder Motorsteuergeräte, sind passende Modelle, die das hochchaotische Verhalten dieser Systeme unter Beachtung aller Nicht-Idealitäten effizient abbilden, notwendig. Am Fraunhofer ENAS wurde eine Methode für die hocheffiziente Modellierung entwickelt, die eine sehr schnelle, exakte und simulative Charakterisierung solcher Systeme ermöglicht. Die Idee dahinter besteht darin, nur das Ereignis, welches das System sukzessiv beeinflusst, zu berechnen. Der daraus resultierende ereignisgetriebene Simulator erlaubt eine sehr schnelle Einschätzung aller möglichen Verhaltensweisen und gibt somit dem Ingenieur die Möglichkeit, ein robustes Design durch effizientes Analysieren des Systems unter Berücksichtigung einer breiten Anzahl an Parametervarianten zu gewährleisten.



THERMISCHE ALD VON CUPFER AUF COBALT FÜR HOCHENTWICKELTE INTERCONNECTS

ALD (Atomlagenabscheidung) ist ein Prozess zur Abscheidung unterschiedlicher Dünnschichten wie Diffusionsbarrieren, Liner-Materialien und Startschichten, die zur Prozessierung herkömmlicher Interconnects benötigt werden. Diese Schichtstapel bestehen aktuell aus TaN, Ta und Cu, die durch PVD abgeschieden werden. Da Cobalt ein mögliches Alternativmaterial zum momentan verwendeten Liner Ta darstellt, wurde die ALD von Cu auf in vacuo präpariertem Cobalt-Substrat untersucht. Eine weitere mögliche Anwendung von dünnen Cupferschichten auf Cobalt ist die Herstellung von Co/Cu-Multilagern für Magnetfeldsensoren. Für die Cu-ALD wird $[(^n\text{Bu}_3\text{P})_2\text{Cu}(\text{acac})]$ als Precursor zusammen mit H_2 als Coreaktand bei 125 °C verwendet. Mittels in vacuo XPS (Röntgenphotoelektronenspektroskopie) konnte gezeigt werden, dass die abgeschiedenen Schichten Sauerstoff (9,8 mol%) enthalten, allerdings konnte kein Kohlenstoff sowie Phosphor detektiert werden. Des Weiteren konnte bei XPS-Untersuchungen die Oxidationsstufe des abgeschiedenen Cupfers mit hauptsächlich metallischem Charakter bestimmt werden. Darüber hinaus stellt sich das Schichtwachstum mit einem anfänglichen GPC (growth per cycle) von 0,025 Å/Zyklus verglichen mit einem GPC von 0,008 Å/Zyklus nach der Keimbildungsphase als substrat-gestützt heraus.

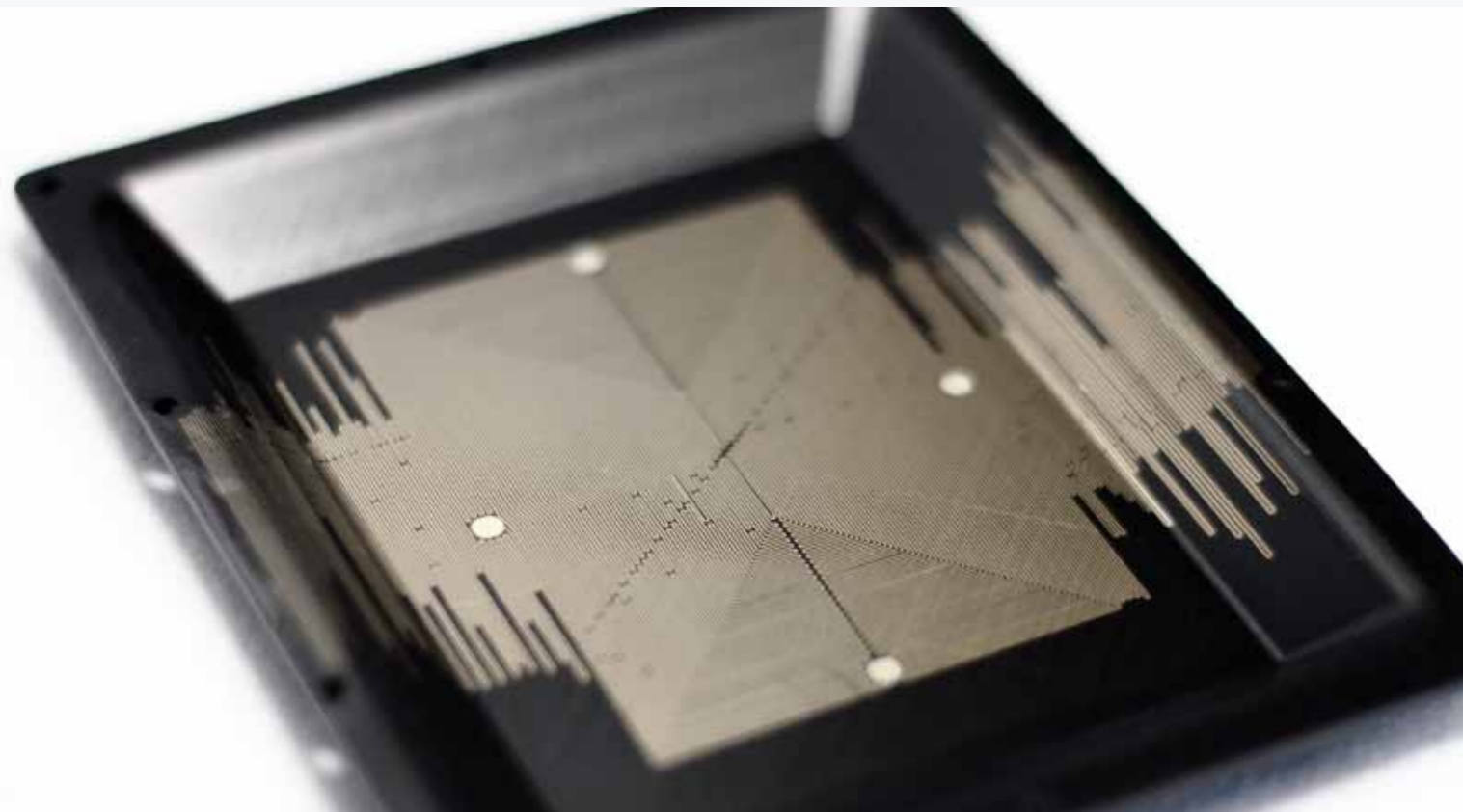
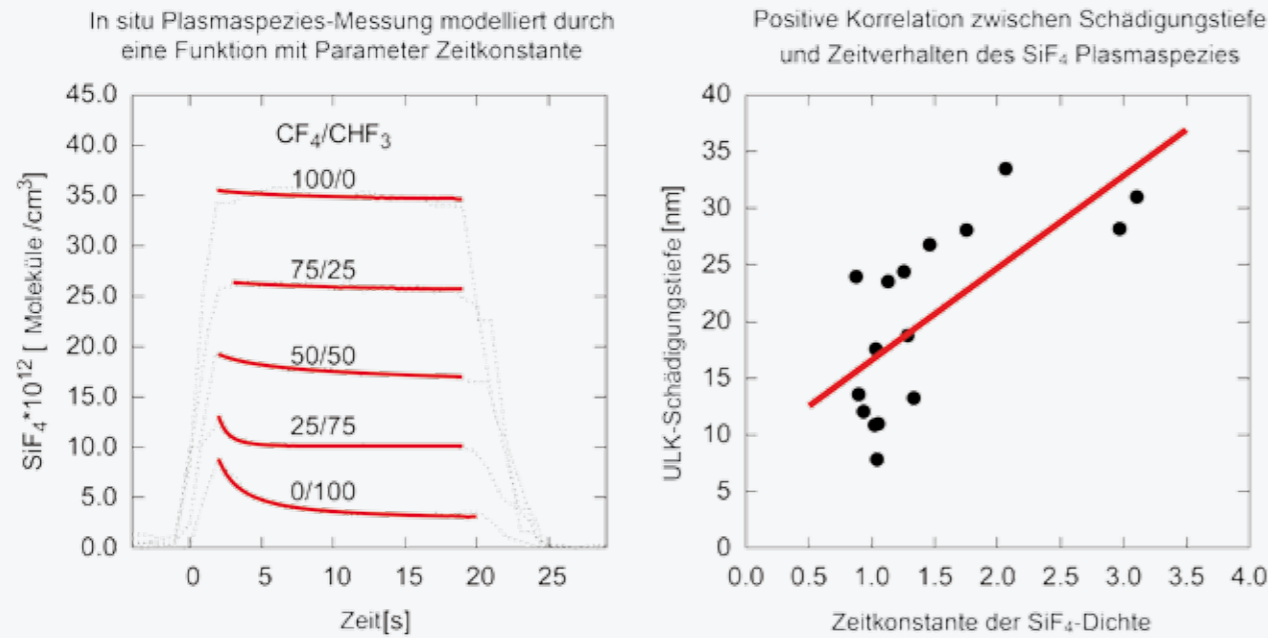
EFFIZIENTE MODELLIERUNG UND SIMULATION VON MIXED-SIGNAL-PWM-SYSTEMEN

Mit steigender Komplexität moderner Elektroniksysteme wird deren Design zu einer Herausforderung. Diese Systeme werden zunehmend leistungsfähiger aufgrund der Integration von digitalen, analogen und mixed-signal Komponenten durch die Energieversorgung, Signalverarbeitung und drahtlose Kommunikation realisiert werden. Für die umfassende Charakterisierung solcher hybriden Systeme werden effiziente Simulationsmodelle benötigt. Speziell für typische pulsbreiten-modulierte Systeme, wie z.B.

FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

- BACK-END OF LINE UND INTERCONNECTS
- MODELLIERUNG UND SIMULATION
- BEYOND CMOS UND HF-BAUELEMENTE

Korrelation der ULK-Schädigung und des zeitlichen Verhaltens der Plasmaspezies SiF_4



MICRO AND NANOELECTRONICS

UNTERSUCHUNG VON ULK-ÄTZPROZESSEN MITTELS PLASMADIAGNOSTIK UND KORRELATIONSANALYSEN

In situ Plasmadiagnostik spielt eine immer wichtigere Rolle für die Qualifizierung von Trockenätzprozessen. Als Projektpartner in einem EU ECSEL-Projekt arbeitet das Fraunhofer ENAS mit einer neuartigen Methode, der Quantenkaskadenlaser-Absorptionsspektroskopie (QCLAS), um schädigungsarme Plasmaätzprozesse für Ultra-low-k (ULK)-Materialien zu entwickeln. Strukturierungsprozesse solcher Materialien sind umfangreich untersucht aber noch immer ein Thema von großem Interesse. Vor allem in den Spitzentechnologien betreiben Forschungsinstitute und Halbleiterindustrie größten Aufwand, um diese Materialien in Schaltkreise zu integrieren. Dabei ist eine der größten Herausforderungen die chemische Modifikation der Materialien während der Strukturierungsprozesse beobachten. In Grundlagenuntersuchungen und mittels multivariabler Datenanalyse-Methoden war es somit möglich, einen sonst nicht offensichtlichen Zusammenhang zwischen der Plasmaspezies SiF_4 und geschädigtem ULK-Material herzustellen.

EINGRIFFSSICHERE HARDWARE SCHÜTZT SENSIBLE DATEN – ADDITIVE FERTIGUNG FÜR INTELLIGENTE PACKAGINGKOMponentEN

Moderne Elektroniksysteme finden Anwendung im Bereich des internationalen Zahlungsverkehrs, der Infrastrukturüberwachung oder in satellitengestützten Kommunikationsnetzwerken. Gemeinsam mit Partnern

entwickelt das Fraunhofer ENAS im EU Projekt UNSETH für derartige Einsatzszenarien funktionale Packages mit 3D-konformen leitfähigen Multilagenstapeln. Dafür wird ein dielektrischer Parylene-Dünnschicht als Isolationsschicht zwischen den leitfähigen Multilagen genutzt. Vias, die mit einem feinabgestimmten Laserablationsprozess geöffnet werden, dienen der elektrischen Verbindung der leitfähigen Lagen. Der gesamte Herstellungsprozess der leitfähigen Multilagen und das Füllen der Durchkontakte wird mittels Aerosol-Jet-Drucken durchgeführt. Begleitende Zuverlässigkeitsuntersuchungen wurden genutzt, um die Materialauswahl zu unterstützen sowie die Funktionalität der Demonstratoren bei realen Einsatzbedingungen nachzuweisen. Untersucht wurde, ob die heterogen aufgebauten Sicherheitspackages mehreren hundert Temperaturzyklen zwischen -55 °C und 125 °C sowie 1000 Stunden in 125 °C warmen Umgebungen ohne signifikante Auswirkungen auf die Gesamtfunktion widerstehen können.

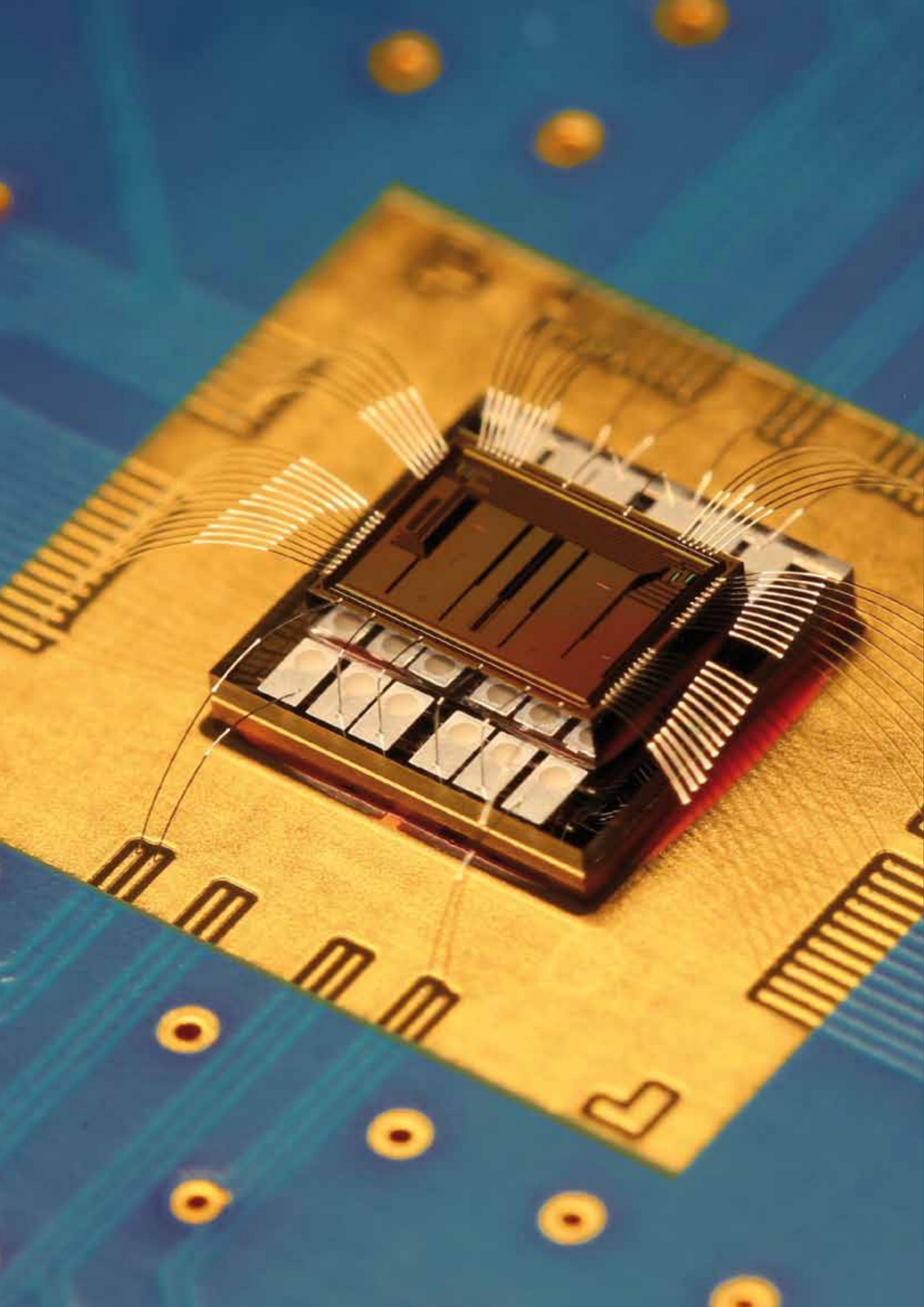
Parallel zur Entwicklung der Sicherheitskappen werden durch AT&S Embedding-Technologien für aktive und passive Bauelemente und System-in-Package (SiP) Komponenten entwickelt. Basierend auf der FOWLP- (fan out wafer level packaging) Technologie erarbeitet der Partner Nanium hochintegrierte und eingriffssichere System-in-Package-Komponenten. Die Definition der Use Cases, die Systemarchitektur, die Elektronikintegration sowie die Sicherstellung der Herstellbarkeit und Untersuchungen zur Systemrobustheit werden durch Thales TCS und TGS realisiert. Epoche&Espri ist das im Projekt beteiligte Sicherheitsevaluierungszentrum und erarbeitet die entsprechenden Sicherheitsprofile und Testprogramme für die hergestellten Technolgie-demonstratoren unter Berücksichtigung internationaler Standards zur Prüfung und Bewertung der Sicherheitseigenschaften von IT-Produkten.

Das FP7-SEC Projekt UNSETH wird von der Europäischen Kommission im 7. Rahmenprogramm im Bereich Security unter der Vertragsnummer FP7-SECU-312701 gefördert.



FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

- INTEGRATION UND PACKAGING
- CHARAKTERISIERUNG UND ZUVERLÄSSIGKEIT



SENSOR AND ACTUATOR SYSTEMS

Das Geschäftsfeld »Sensor and Actuator Systems« umfasst vielfältige Sensor- und Aktuatorssysteme, welche auf unterschiedlichen Technologien und Wirkprinzipien beruhen, sowie Verfahren, Methoden und Sensorik zur Material- und Strukturanalyse. Das Geschäftsfeld adressiert folgende Themenfelder:

Inertialsensorik

Der Fokus liegt auf der Entwicklung von hochpräzisen siliziumbasierten Sensoren zur Messung von Beschleunigung, Vibration, Neigung und Drehraten. Die gesamte Wertschöpfungskette, beginnend mit dem MEMS- und Systemdesign über die Technologieentwicklung und Prototypenfertigung bis zur Charakterisierung und zum Systemtest, wird abgedeckt.

Optische Bauelemente/MOEMS

Optische Bauelemente/MOEMS sind etablierte siliziumbasierte Systeme, wie durchstimmbare optische Filter und Shutter auf der Basis optischer Bragg-Reflektorschichten, welche durch geeignete Lichtquellen und Detektoren ergänzt werden. Darüber hinaus ermöglichen Quantum Dot-basierte LEDs und Photodetektoren eine kundenspezifische spektrale Sensorik, materialintegrierte Lichtquellen sowie Design- und Anzeigeelemente.

Elektromagnetische Sensorik

Mehrdimensionale magnetische Sensoren auf der Basis des GMR- bzw. TMR-Effektes unter Nutzung von ferromagnetischen Dünnschichten liegen im Fokus dieses Themenfeldes. Sie finden neben der direkten Magnetfeldmessung auch Anwendung in der Messung von z. B. Abstand, Position und Rotation. Weiterhin ist eine elektromagnetische Sensorik zur Nahfeldmessung elektromagnetischer Felder und Bestimmung der Abstrahlcharakteristik entwickelt worden.

Druck- und Kraftwandler

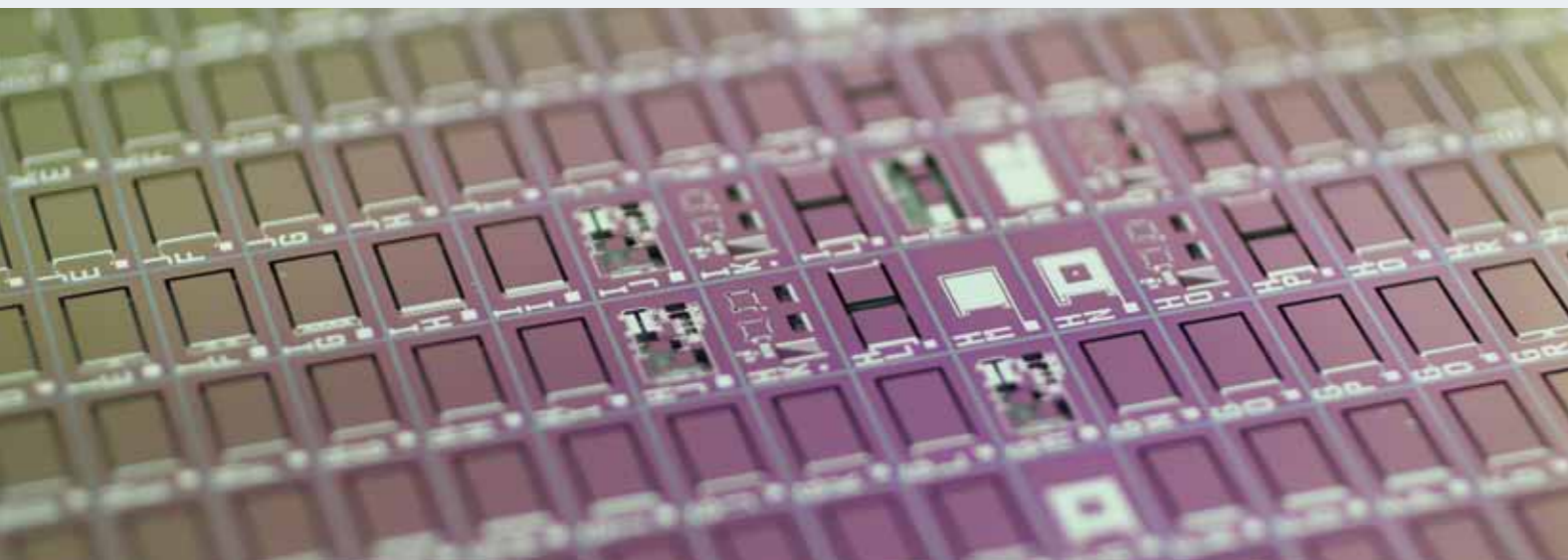
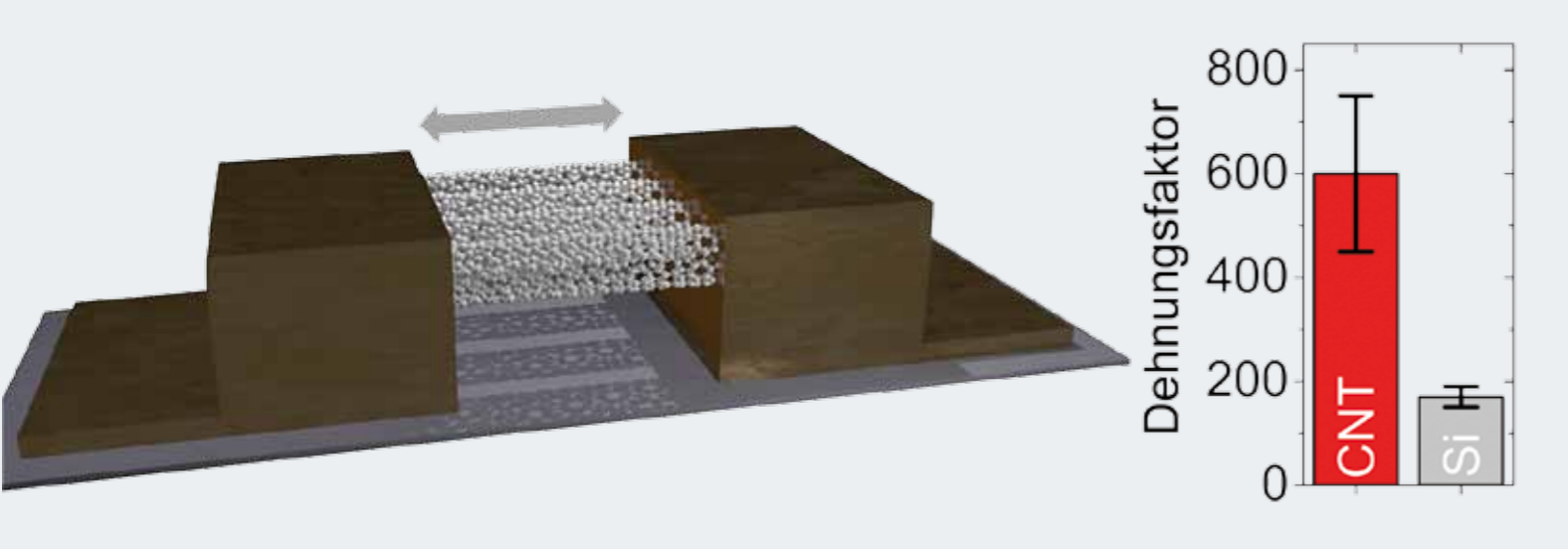
Siliziumbasierte Ultraschallwandler und Umgebungsdruck-sensitive Resonatoren sowie MEMS-Lautsprecher sind entwickelt worden. Die Lautsprecher basieren auf neuartigen Materialien und Technologien wie gesputtertem metallischen Glas und gedruckten dauermagnetischen Schichten.

Material- und Struktursensorik

Dieses Themenfeld umfasst Verfahren, Methoden und Anordnungen zur Material- und Struktursensorik. Dabei basiert die Sensorik für mechanische Spannung, Dehnung und Überlast (Riss- und Bruchdetektion) zum einen auf Siliziumtechnologien. Die Nanokomposit-basierte Überlastsensorik sowie Feuchtesensorik nutzt andererseits dünne Schichten organischer Materialien mit eingebetteten Nanopartikeln, wodurch eine Integration in Faserverbundwerkstoffe ermöglicht wird. Ein weiteres Standbein dieser Art Sensorik basiert auf Kohlenstoffnanoröhren.

GESCHÄFTSFELD-MANAGER

Prof. Dr. Karla Hiller
+49 371 45001-400
karla.hiller@enas.fraunhofer.de



FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

- **INERTIALSENSORIK**
- **DRUCK- UND KRAFTWANDLER**
- **MATERIAL- UND STRUKTURENSORIK**

SENSOR AND ACTUATOR SYSTEMS

MINIATURISIERTE DEHNUNGSENSORIK MIT HOHEMPFINDLICHEN KOHLENSTOFFNANORÖHREN

Ausgeprägte Trends wie Industrie 4.0, Internet der Dinge oder flexible Elektronik erfordern neue und innovative Ansätze für die skalierbare Integration neuer funktioneller Nanomaterialien in Sensoren. Kohlenstoffnanoröhren (CNTs) ermöglichen aufgrund ihrer einzigartigen Eigenschaften die Realisierung von hochempfindlichen miniaturisierten Dehnungssensoren. Das Fraunhofer ENAS entwickelte in Kooperation mit der TU Chemnitz in den vergangenen Jahren eine Technologieplattform mit der sich unter anderem eine skalierbare Integration von CNT-Sensoren in MEMS realisieren lässt. Anhand eines CNT-basierten Drucksensors konnten Sensitivitätsfaktoren von bis zu 600 ($\Delta R/R_0^{-1} \epsilon^{-1}$) ermittelt werden, womit die Empfindlichkeit konventioneller Silizium-Dehnungssensoren bereits um das dreifache übertroffen wurde. Diese neue Klasse von Sensoren eröffnet neben vielfältigen Anwendungen in der Zustandsüberwachung auch neue Sensorintegrationsstrategien für weitere Mikro-/Nanosysteme bis hin zu flexibler Elektronik.

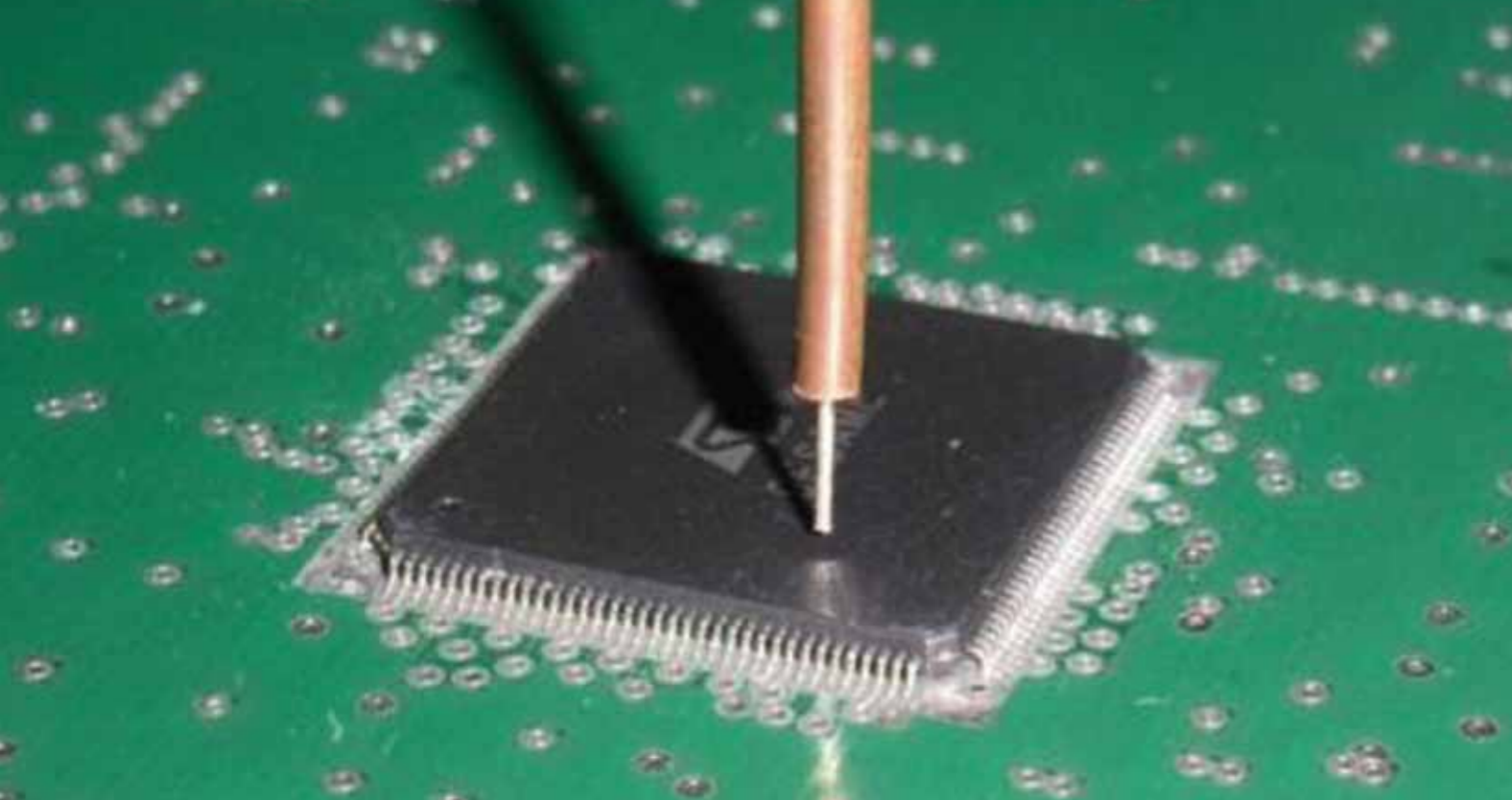
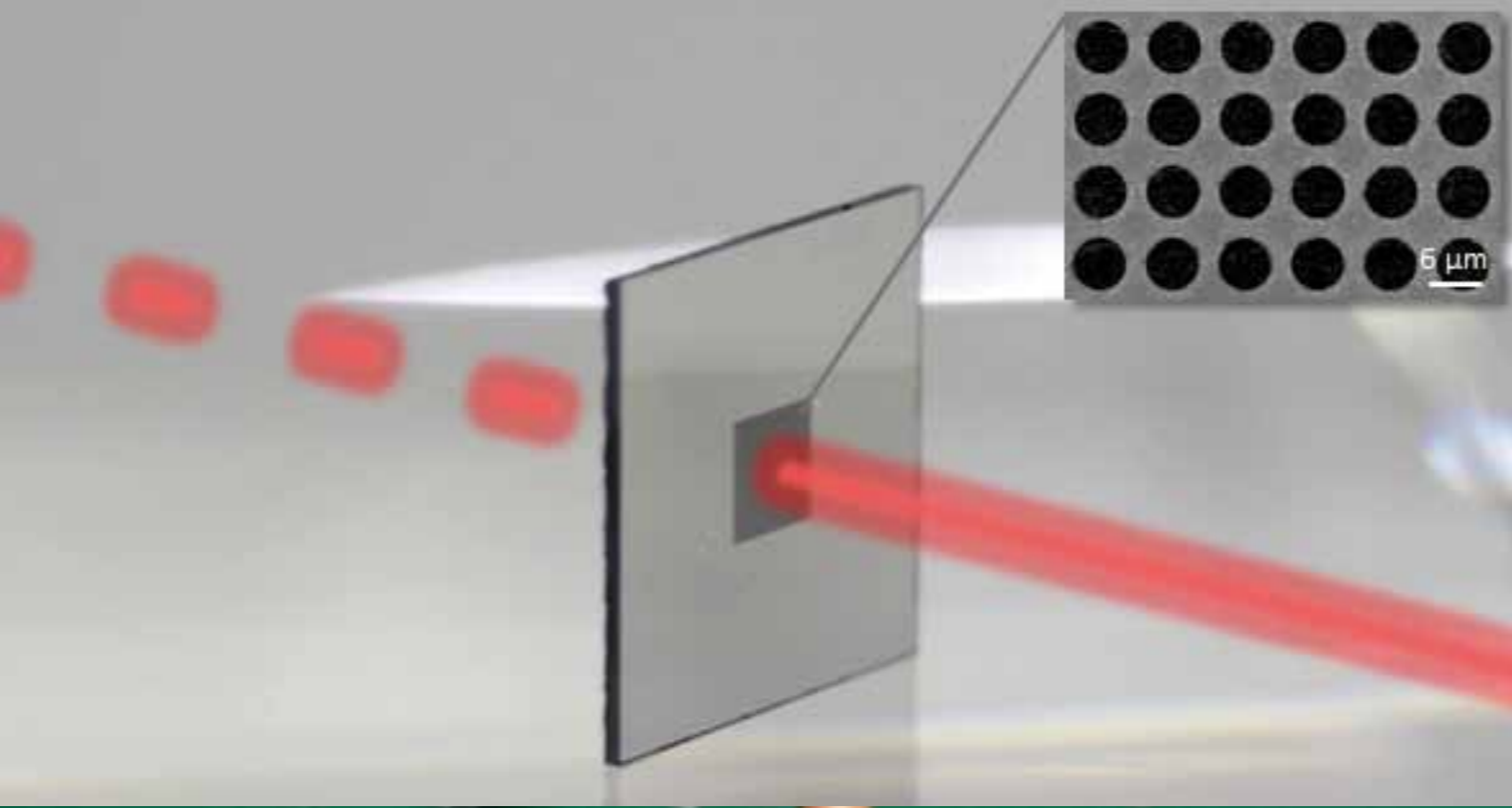
ALUMINIUMNITRID – INNOVATIVE PIEZOELEKTRISCHE-MEMS-WANDLER

Piezoelektrische Wandler besitzen einen großen Dynamikbereich und eine hohe Energiedichte. Piezoelektrische Materialien generieren große mechanische Kräfte und/oder besitzen hohe Spannungssensitivitäten. Deshalb sind sie bestens für die Verwendung im Energy Harvesting oder als Sensoren und Aktoren, z.B. als Inertialsensoren, optische Systeme, akustische Wandler, Flusssensoren, MEMS in Medizintechnik, Industrie 4.0 und vieles mehr, geeignet. Außerdem besitzt Aluminiumnitrid keine Curie-Temperatur, ist nicht toxisch und zeigt keine Alterungseffekte im piezoelektrischen Verhalten. Durch kontinuierliche technologische Innovationen am Forschungsstandort Chemnitz ist es heute möglich, kosteneffiziente

und reproduzierbare piezoelektrischen Schichten in MEMS zu integrieren und Piezo-MEMS im industriellen Maßstab zu nutzen. Das piezoelektrische Material Aluminiumnitrid (AlN) kann in Mikroelektronik-Prozessen verwendet werden und erlaubt eine schnelle und effiziente Integration in existierende industrielle Herstellungsprozesse. Das Sputtern auf Waferenebene ermöglicht die Übertragung der Technologien in eine Serienproduktion.

HOCHLEISTUNGS-MEMS-DREHRATESENSOREN

Ein Schwerpunkt der FuE-Aktivitäten am Fraunhofer ENAS ist die Entwicklung hochpräziser Inertialsensoren. 2016 wurde ein großes Industrieprojekt zur Entwicklung von MEMS-Drehratesensoren erfolgreich abgeschlossen. Drehratesensoren sind Inertialsensoren, welche die Winkelgeschwindigkeit ohne externe Referenzen messen können. Die Herausforderung für die Entwicklung der mikromechanischen Systeme besteht darin, die Zielanforderungen für extrem niedriges Rauschen und geringen Drift zu erreichen. Das System selbst besteht aus einer mikromechanischen Struktur, die die Winkelgeschwindigkeit in eine Kapazitätsänderung transformiert. Diese wird mit einer analogen Front-End-Elektronik ausgelesen. Der digitale IC des Systems wurde ebenfalls in das CLDCC68-Package integriert und ist für die Demodulation und die Signalaufbereitung verantwortlich. Er dient gleichzeitig als Schnittstelle für die nächsthöhere Systemebene. Der Messbereich des Drehratesensors beträgt ± 500 %/s mit einer Auflösung von 0,0014 %/s (5 °/h) bei einer Datenrate von 2000 Hz. Die Gyroskop-spezifischen Werte für die Bias-Instabilität und dem Angle Random Walk liegen bei < 5 °/h bzw. $< 0,1$ %/h.



SENSOR AND ACTUATOR SYSTEMS

MIKROOPTISCHE SHUTTER MIT SUBWELLENLÄNGEN-STRUKTURIERTER OBERFLÄCHE FÜR DAS THERMISCHE INFRAROT

Elektrisch gesteuerte, mikrooptische Shutter eignen sich hervorragend für die ultraschnelle, digitale Modulation von breitbandigen, thermischen Infrarotstrahlungsquellen. Die derzeit verfügbaren, thermischen Mikro-Infrarotemitter, welche speziell für die Anwendung in miniaturisierten Absorptionsspektrometern entwickelt wurden, sind aufgrund ihrer unvermeidbaren, internen Wärmekapazität auf Modulationsfrequenzen von einigen wenigen 10 Hz begrenzt. Die Ansteuerung mit höheren Modulationsfrequenzen führt zu einem starken Verlust im Modulationskontrast und begrenzt ihre Anwendbarkeit in der Spektroskopie erheblich. Fraunhofer ENAS und das Zentrum für Mikrotechnologien der TU Chemnitz haben einen mikrooptischen Shutter entwickelt, welcher Modulationsfrequenzen von mehr als 1000 Hz erreicht. Mit solch einem Bauteil eröffnen sich für die Miniaturisierung und Anwendung von breitbandigen Absorptionsspektrometern neue, vielversprechende Möglichkeiten. Aus technischer Sicht, wird eine subwellenlängen-strukturierte, extrem haltbare und unter Zugspannung stehende Membran aus LP-CVD Siliziumnitrid und Aluminium elektrisch zwischen einem stark reflektierenden und einem stark transmittierenden Funktionszustand umgeschaltet. Die mikrooptischen Shutter arbeiten im thermischen Infrarotbereich zwischen 8 μm und 11 μm Wellenlänge. Sie wurden erfolgreich mit mehr als 10 Millionen Schaltzyklen ohne Ausfälle getestet. Ein Beispielchip wird im oberen Bild auf der linken Seite gezeigt. Die Chipgröße beträgt 8,5 mm x 8,5 mm x 0,3 mm (Länge x Breite x Dicke). Die Shutter haben eine optische Apertur von 2 mm x 2 mm.

ELEKTROMAGNETISCHE NAHFELD-SENSOREN

Neue effiziente Leistungselektronikkomponenten benötigen reduzierte Schaltzeiten. Dies führt allerdings zu mehr Störungen und die Systeme reagieren empfindlicher hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Einige dieser EMV-Störungen können mithilfe herkömmlicher Simulationstools vorausgesagt werden. Das ist aber nicht in jedem Fall möglich, da das Verhältnis zwischen der größten Dimension (PCB) und der kleinsten Struktur (Bonddrähte) um mehrere Größenordnungen differiert. Außerdem hängen die Abstrahleigenschaften direkt vom Schaltverhalten und der geometrischen Struktur ab. Die Nahfeld-Sensortechnik löst dieses Problem durch genaue messtechnische Bestimmung von schwachen elektrischen/magnetischen Feldern mit einer Auflösung im μm-Bereich. Des Weiteren kann sie dazu genutzt werden, potentielle Quellen elektromagnetischer Inferenzen (EMI) räumlich und spektral zu bestimmen. Sie bietet dem Systemdesigner darüber hinaus die Möglichkeit, Konzeptionsfehler bereits in einem frühen Designstadium schnell zu erkennen und zu korrigieren. Neben der EMI-Problematik erlaubt die hohe und breitbandige Empfindlichkeit des entwickelten Nahfeld-Sensorsystems die elektromagnetische Analyse von sicherheitsrelevanten Systemen, wie Smart Cards, durch die Schwachstellen solcher Systeme aufgedeckt und die Erarbeitung geeigneter Gegenmaßnahmen ermöglicht werden.

RESEARCH AND DEVELOPMENT

- OPTISCHE BAUELEMENTE / MOEMS
- ELEKTROMAGNETISCHE SENSORIK



TECHNOLOGIES AND SYSTEMS FOR SMART POWER AND MOBILITY

Das Geschäftsfeld »Technologies and Systems for Smart Power and Mobility« umfasst Wissens- und Technologie-Transfer für das Netzmonitoring beim Transport von Elektroenergie, für die Reduzierung des Energieumsatzes durch Funktionsintegration sowie für die Energiebereitstellung in mobilen Geräten und in Fahrzeugen (Elektromobilität).

Um Systeme und Komponenten mit Energie zu versorgen, verfolgt das Fraunhofer ENAS mehrere Ansätze. So wird insbesondere die drahtlose Energie- und Datenübertragung für Komponenten und Systeme optimiert sowie für Low-cost-Systeme Batterien optimiert und drucktechnisch hergestellt. Im Bereich Elektromobilität fokussiert das Fraunhofer ENAS auf die Zuverlässigkeit von Batteriemanagementsystemen mit integrierten Sensoren.

Bei der Reduzierung des Energieumsatzes durch Funktionsintegration steht die Integration von Sensoren und Aktoren in Leichtbaukomponenten im Mittelpunkt der Arbeiten. Durch den Einsatz von Sensoren für das Structural Health Monitoring (SHM) werden Wartungsaufwand und -zyklen ohne Sicherheitsverlust deutlich reduziert. Ein weiterer Schwerpunkt ist die aktive Strömungskontrolle durch Mikroaktoren, um gezielt die Aerodynamik von Flugzeugen und Fahrzeugen zu beeinflussen.

Fraunhofer ENAS entwickelt intelligente Sensorsysteme zum Monitoring von Hoch- u. Mittelspannungstrassen inklusive der Übertragung der Daten in die Netzleittechnik. Die Vergrößerung der Stromtragfähigkeit bestehender Leitungstrassen, die Detektion von Eisbelag auf den Leiteseilen, die Überwachung der Seilgeometrie (Dehnung, Schlupf, Bruch) sowie die Detektion und Ortung von Erdschlüssen und sogenannten Wischern sind dabei als Detailprobleme identifiziert und in der Lösung.

GESCHÄFTSFELD-MANAGER

Dr. Steffen Kurth
+49 371 45001-255
steffen.kurth@enas.fraunhofer.de

TECHNOLOGIES AND SYSTEMS FOR SMART POWER AND MOBILITY

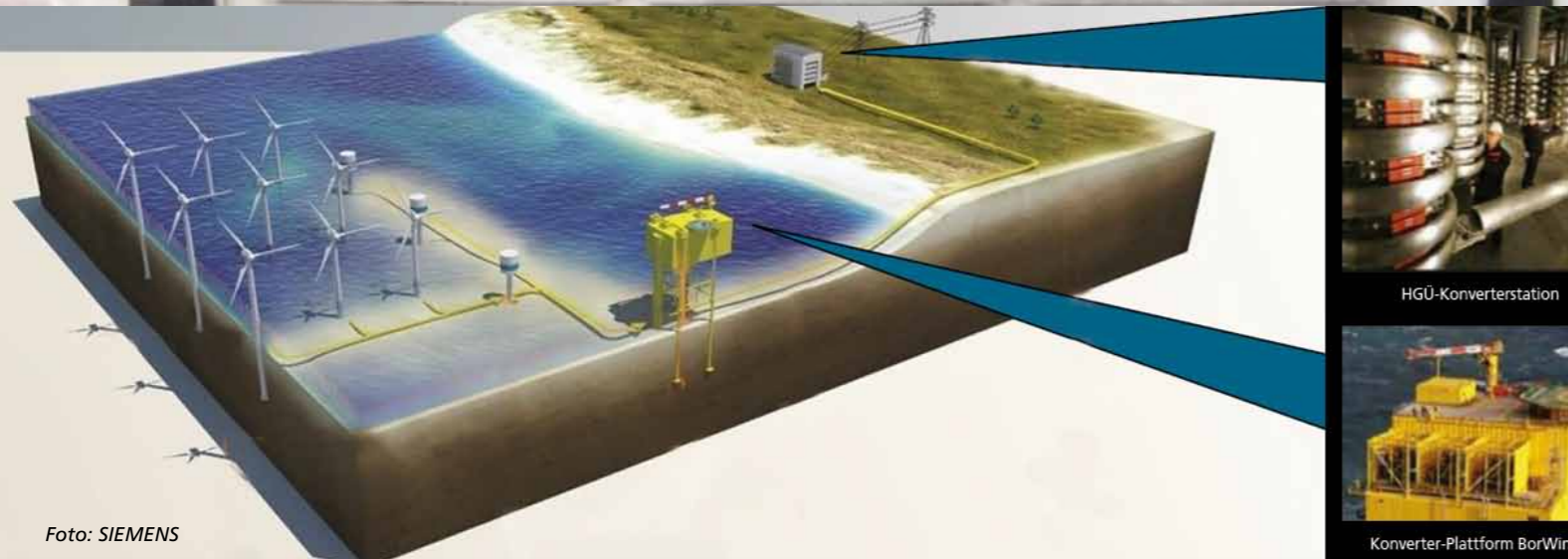
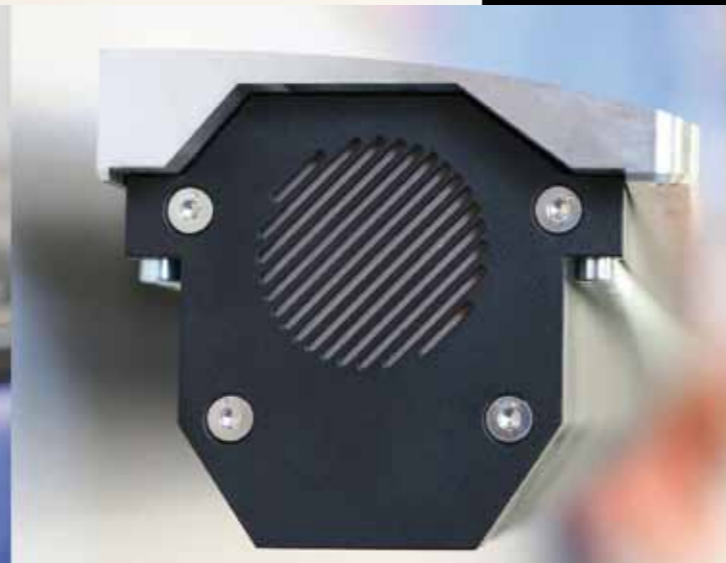


Foto: SIEMENS



FLEXIBLE, GEDRUCKTE DÜNNFILM-BATTERIEN MIT ERHÖHTEM ENTLADESTROM

Bereits seit 10 Jahren beschäftigt sich das Fraunhofer ENAS mit der Herstellung von gedruckten Primärbatterien und Applikationsentwicklungen in enger Zusammenarbeit mit der TU Chemnitz. Primärbatterien haben den Vorteil, dass sie nach dem Herstellprozess vollständig geladen und sofort einsetzbar sind. Dabei sind Form (bisher wurden 1 cm² bis 300 cm² Größe realisiert) und Spannung (1,5 bis 30 V) in weiten Grenzen variierbar. Die Kapazität für eine Einzelzelle beträgt bis zu 5 mAh/cm² und skaliert linear mit der Fläche. Die etablierte Batterielösung ist durch ihren Innenwiderstand für Anwendungen, die maximal etwa 1 mA Strom erfordern, sinnvoll einsetzbar. Höhere Ströme führen zu einer signifikant geringeren Betriebsspannung für den Verbraucher. Um den Stromfluss deutlich zu erhöhen, werden die Batteriezellen mit einem zusätzlichen Silberleiter hergestellt. Dies ermöglicht eine zuverlässige Spannungsversorgung bei 10 mA Stromfluss. Dies ist insbesondere im Bereich Sensorsysteme notwendig, da hier der Strombedarf kurzzeitig 1 mA übersteigt und mit den bisher verfügbaren Batteriesystemen nicht realisierbar war.

ZUVERLÄSSIGES THERMO-MECHANISCHES DESIGN VON HOCHVOLT-PLANAR-TECHNOLOGIE-LÖSUNGEN FÜR SMART WIND POWER MODULE

Die Entwicklungen von smarten Hochspannungsnetzen und »Grüner Energie«, insbesondere die Verwendung von Windgeneratoren und Hochspannungs-Gleichstromübertragung, erfordert Umrichter, die die Umwandlung von hoher Leistung bei hoher Spannung ermöglichen. Hochleistungs-Bipolar Transistoren mit isoliertem Gate (IGBT) sind ein wesentlicher Bestandteil der Hardwareplattform. In dem Projekt EHLMOZ wurde eine neue Aufbau- und Verbindungstechnik auf der Basis von Silber-Sinter- und galvanischen Kupferverbindungen entwickelt, die als Hochvolt-Planar-Technologie (HVPT)

bezeichnet wird. Vorteile der Technologie kommen vor allem aus dem Austausch der Bonddrähte. Insbesondere ist keine Silikonvergussmasse erforderlich. In Kurzschlussfällen werden dadurch Explosionseffekte und damit die Anforderungen an die Gehäusestabilität signifikant reduziert. Ein Ziel der Untersuchungen war die Optimierung des Beanspruchungs- und Ermüdungsverhaltens der Aufbauten durch Simulation. Zur Erzielung realistischer transienter Temperaturbelastungen sowie mechanischer Beanspruchungen, einschließlich Erwärmung der planaren Metallisierungen, wurden vollständig gekoppelte elektro-thermisch-mechanische Finite-Elemente- (FE-) Simulationen eingesetzt. Eine verbesserte thermische Performance der planaren Technologie konnte gezeigt werden. Im Ergebnis der Simulationen konnte das Ausfallrisiko planarer Strukturen auf der Basis von Damagemodellierung minimiert werden.

AKTOREN UND SYSTEME FÜR AKTIVE STRÖMUNGSKONTROLLE

Aktive Strömungskontrolle kann mithilfe robuster Aktoren in der Luftfahrt und in anderen Anwendungen wie Automobil und Windkraftanlagen eingesetzt werden. Das Fraunhofer ENAS entwickelt Aktoren mit und ohne Massenfluss. Insbesondere die Letzteren, sogenannte Synthetic-Jet-Aktoren, wurden in den Projekten AFlNext und Clean Sky 2 auf eine höhere Entwicklungsstufe gebracht. Durch die Verwendung neuartiger Wandler- und Integrationskonzepte konnten Aktoren mit einer Ausstoßgeschwindigkeit von mehr als 100 m/s entwickelt werden. Im Exzellenzcluster MERGE demonstrierte das Fraunhofer ENAS die Integration von Aktoren und deren benötigte Peripherie in Kompositmaterialien: Aktoren mit einer Ausstoßgeschwindigkeit von mehr als 100 m/s; neue Antriebs- und Steuerkonzepte; erfolgreiche Widerstandfähigkeitstest der Aktoren; Darstellung der Aktorintegration in Komposite und Automobilstrukturen. Die erreichten Ergebnisse sind ein wichtiger Schritt zu einem höheren Reifegrad dieser Aktoren und Aktorsysteme. Dabei wurde die Basis für den Transfer von Anwendungen der Luftfahrt in neuartige Anwendungen im Automobilbereich und für Windkraftanlagen gelegt.

FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

- NETZWERK-MONITORING
- REDUZIERUNG DES ENERGIEVERBRAUCHS
- ELEKTROMOBILITÄT
- ENERGIEVERSORGUNG

TECHNOLOGIES AND SYSTEMS FOR SMART HEALTH

Das Geschäftsfeld »Technologies and Systems for Smart Health« bündelt abteilungsübergreifend die FuE-Aktivitäten mit medizinischem, biologischem und lebenswissenschaftlichem Hintergrund. Der Fokus unserer Entwicklungen liegt auf den technischen bzw. technologischen Aspekten, insbesondere auf der Nutzung von Mikro- und Nanotechnologien für einen Einsatz in der Medizintechnik. Die medizinische Kompetenz wird mit Hilfe von Partnern, Beratern und externen Experten ergänzt.

Im Bereich Implantate werden alle Arbeiten zusammengefasst, die implantierbare Sensor- und Aktorsysteme zum Ziel haben (in vivo). Die wesentliche Motivation für implantierbare Sensoren und Aktoren liegt im Ersatz bzw. der Verbesserung menschlicher Sinne, aber auch der Unterstützung von körperlichen Funktionen von Gelenken bis hin zu Organen.

Zur Forschung an Medizingeräten gehören alle Arbeiten zu chirurgischen Werkzeugen sowie Sensoren und Aktoren, die der Patientenüberwachung dienen und nicht implantiert werden bzw. nur kurzzeitig, im Falle einer Operation, im Körper eingesetzt werden (ex vivo). Eine wesentliche Rolle für die FuE-Inhalte spielen biokompatible Materialien, insbesondere für den Schnittstellenbereich biologisches Gewebe und technisches Gerät, aber auch die Verwendung von MRT-verträglichen Materialien sowie die drahtlose Daten- und Energieübertragung.

Im Bereich Messtechnik/Analytik sind die Arbeiten zu (diagnostischen) Analysesystemen zusammengefasst, welche durch mikrofluidische und/oder spektroskopische Komponenten gekennzeichnet sind. Wesentlich sind hier die Verwendung kompatibler Materialien und die Entwicklung drahtloser Daten- und Energieübertragung.

GESCHÄFTSFELD-MANAGER

Dr. Mario Baum
+49 371 45001-261
mario.baum@enas.fraunhofer.de

TECHNOLOGIES AND SYSTEMS FOR SMART HEALTH

VOR-ORT-TESTS FÜR ANTIBIOTIKA-RESISTENZEN

Europa und Indien sehen sich zunehmend mit modernen Epidemien wie Adipositas und Typ-2-Diabetes konfrontiert. Durch eine häufig einhergehende Reduktion des Gefühlssinnes, besteht bei Typ2-Diabetikern das Risiko der Ausbildung eines Fuß-Ulcus. Diese chronischen Wunden mit gestörter Wundheilung sind häufig von bakteriellen Infektionen betroffen. Für eine angepasste Behandlung ist eine schnelle Identifikation der vorherrschenden Bakterienarten und existierender Antibiotika-Resistenzen ausschlaggebend. Im Projekt »Mikrofluidik-basierte Detektion von mikrobakteriologischen Stämmen und deren Antibiotika-Resistenzen in der Behandlung von Diabetes-Fuß-Geschwüren« (MIDARDI) arbeitet Fraunhofer ENAS daher mit einem Team deutscher (Fraunhofer IZI-BB, BiFlow systems GmbH) und indischer (Manipal University, Achira Labs) Experten zusammen. Das Konsortium wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF sowie dem Indo-Germanischen Zentrum für Wissenschaft und Technologie (IGSTC) gefördert. Fraunhofer ENAS entwickelt innerhalb des Projektes die Integration schneller und zuverlässiger Probenvorbereitung (inklusive schneller thermischer Prozesse) in einem mikrofluidischen Lab-on-Chip-System.

KOMPONENTEN FÜR NEUROKONTROLLE- UND NEUROREHABILITATION

Die Unvereinbarkeit von therapeutischen Implantaten und medizinischen Komponenten mit zentralen Diagnostikmethoden wie der Kernspin- oder Magnetresonanztomografie (MRT) verhindert einen weit verbreiteten Einsatz von implantierbarer Elektronik und neuroregulierenden Systemen. Dabei werden diese Instrumente oft als letzte Therapiemöglichkeit betrachtet und haben eine signifikante therapeutische Bedeutung insbesondere zur Gesundheitskontrolle für den Patienten. Ein Konsortium von 21 Partnern aus 7 europäischen Ländern zielt im Projekt DeNeCoR darauf ab, die Frage dieser Unvereinbarkeit zu lösen und eine gleichzeitige Anwendbarkeit diagnostischer und therapeutischer Systeme durch die Entwicklung neuer MR-kompatibler Sensoren und

Bauteile zu demonstrieren. Im Rahmen dieses Projektes entwickelte Fraunhofer ENAS in Zusammenarbeit mit weiteren Projektpartnern ein MR-kompatibles Mikroendoskop, das mit simultan erfassten Kamerabildern und Ultraschallinformationen das betroffene Gewebe darstellen kann. Dieser Demonstrator eignet sich als intraoperatives Diagnoseinstrument für Gehirnoperationen und kann dem Chirurgen helfen, kleine Bereiche des betroffenen Gewebes besser zu visualisieren und den therapeutischen Eingriff genauer zu planen.

THERANOSTISCHE IMPLANTATE – EIN FRAUNHOFER-LEITPROJEKT

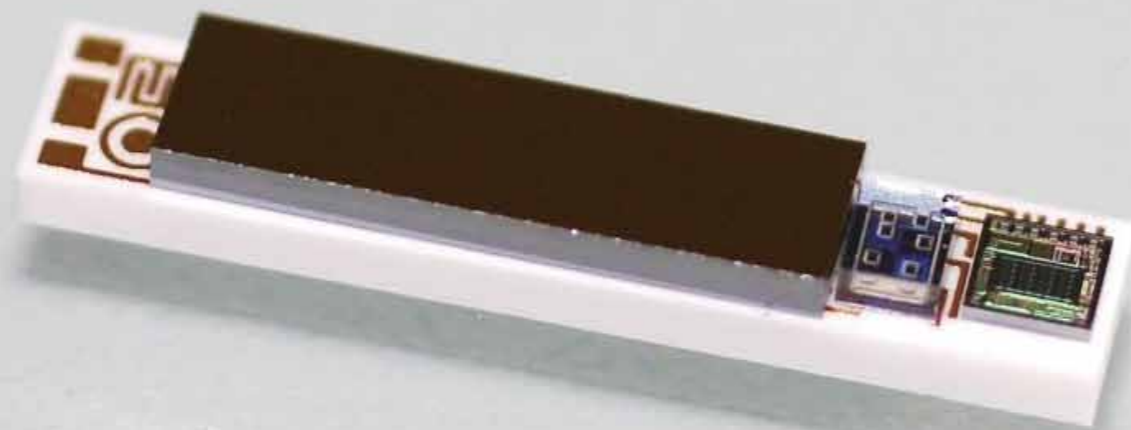
Theranostische Implantate sind komplexe implantierbare medizinische Produkte, die diagnostische und therapeutische Eigenschaften in einem System vereinen. Die dauerhafte Überwachung von Vitalwerten hilft dabei, therapeutische Maßnahmen gezielt einzusetzen. In dem Fraunhofer-Leitprojekt arbeiten zwölf Fraunhofer-Institute daran, gemeinsam in drei Teilprojekten Demonstratoren mit Fokus auf das Skelett, das Herz-Kreislauf- sowie das neuromuskuläre System aufzubauen. Fraunhofer ENAS forscht in zwei Teilprojekten an miniaturisierten Sensoren, Energieübertragung und -speicherung, Kommunikation und an Packaging- und Integrationsaspekten sowie biokompatiblen Verkapselungstechnologien. Für den Herz-Kreislaufdemonstrator wurde ein Multisensor-Modul entwickelt, das aus einem Druck-, Beschleunigungs-, Temperatur-, Spannungs- und einem Impedanzsensor besteht. Um die erforderliche Miniaturisierung zu erreichen, wurden der Beschleunigungs- und der Drucksensor in MEMS-Technologie hergestellt. Einige weitere Sensorelemente wurden in den Auswerte-ASIC und in den Interposer integriert. Schließlich montierte das Projektteam alle Komponenten auf einen Multilagen-Keramikinterposer, der außerdem eine Spule als induktive Schnittstelle besitzt. Der beschriebene Demonstrator wurde am Fraunhofer IMS und ENAS ausgeführt. Dabei übernahm das Fraunhofer ENAS das Design der winzigen Beschleunigungssensoren, die Sensorfabrikation sowie die Integration und Verkapselung. Das Fraunhofer IMS entwickelte den Drucksensor, die Steuerelektronik der MEMS-Sensoren, die Spule und den IC. Die ersten Demonstratoren wurden bereits in Silikon vergossen und bereits für die mögliche Implantierung getestet.



ULTRASCHALL

OPTIK

Therapeutische und diagnostische Systeme



FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

- MIKROFLUIDIK UND SPEKTROSKOPISCHE ANALYSE
- MEDIZINISCHE BAUELEMENTE
- IMPLANTATE



TECHNOLOGIES AND SYSTEMS FOR SMART PRODUCTION

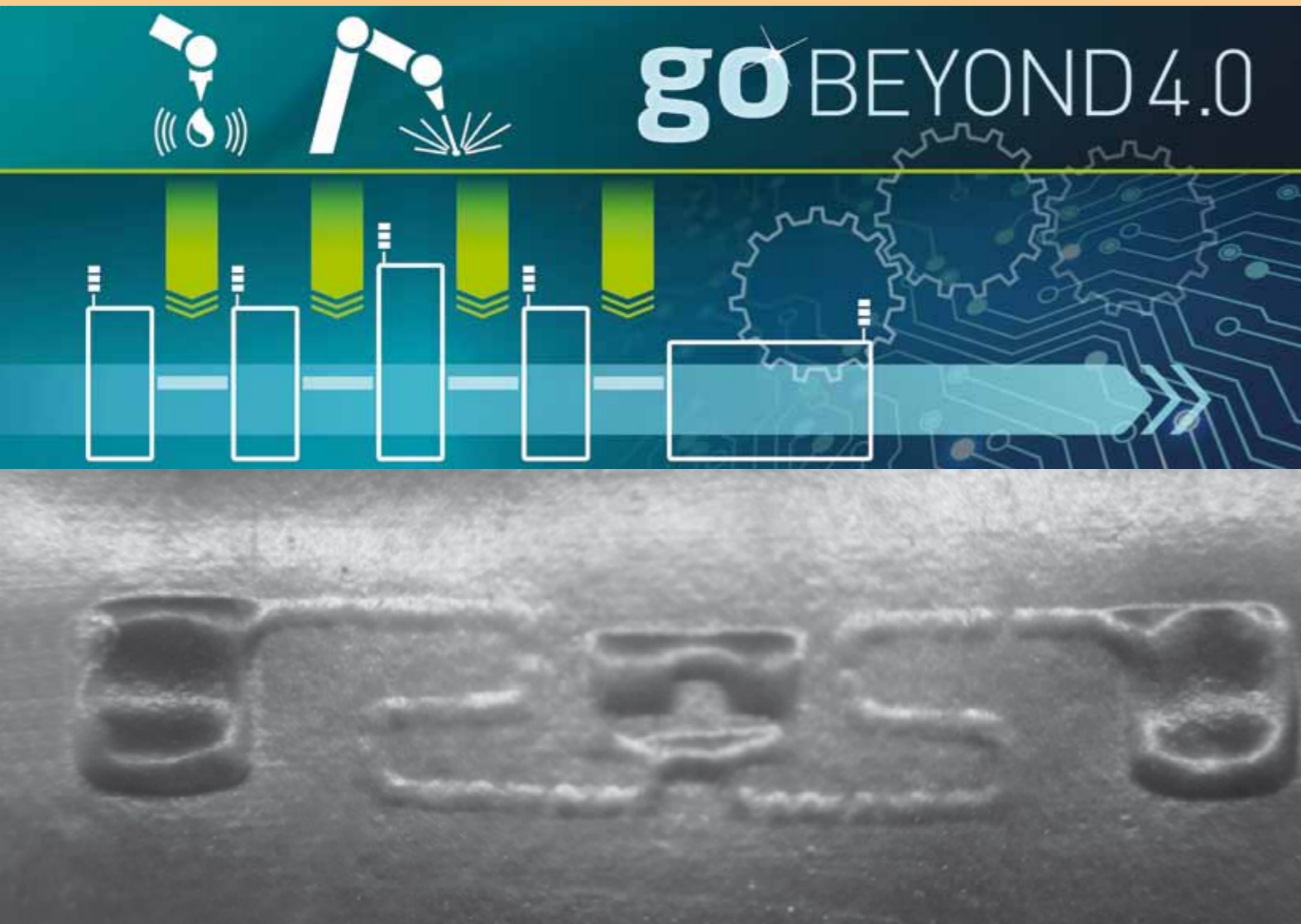
Das Geschäftsfeld »Technologies and Systems for Smart Production« adressiert Themen der Automatisierung und Digitalisierung der Fertigung. Im Fokus steht die Bereitstellung von Technologien zur Flexibilisierung und zur sensorischen Überwachung der Produktion.

Mit digitalen Fertigungsverfahren wie dem Inkjet- und dem Aerosol Jet-Druckverfahren wird die ressourcenschonende Serienfertigung intelligenter und individualisierter Produkte bis hin zur Stückzahl 1 ermöglicht. Die dazu notwendigen smarten Produktionsumgebungen werden durch eigene Sensorlösungen unterstützt. Dazu zählen insbesondere Sensorlösungen, welche ein Maschinenzustands- und Prozessmonitoring innerhalb der Produktion sicherstellen. So geht es z. B. neben der Implementierung der Plug and Play Funktionalität beim Austausch von Sensoren in Produktionsumgebungen um die Entwicklung neuer Sensorsysteme für Harsh Environments bzw. um die Überwachung von Produktionshilfsmitteln wie Fetten und Ölen oder die Kontrolle der Luftqualität.

GESCHÄFTSFELD-MANAGER

Dr. Ralf Zichner
+49 371 45001-441
ralf.zichner@enas.fraunhofer.de

TECHNOLOGIES AND SYSTEMS FOR SMART PRODUCTION



FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

- **SMARTE DIGITALE PRODUKTION**
- **SENSORSYSTEME FÜR PROZESS- UND ZUSTANDSMONITORING**

DIGITALE FERTIGUNG IN DER MASSENPRODUKTION

Über Industrie 4.0 hinaus, d.h. der Automatisierung und Digitalisierung in der Produktion, suchen die Märkte nach Technologien für massengefertigte, kundenspezifische und individualisierte Produkte. Um diese Technologien für die Industrie bereitstellen zu können, wurde 2016 das innovative Fraunhofer-Leitprojekt »Go Beyond 4.0« bewilligt. Das Vorhaben beschäftigt sich mit der modularen Integration digitaler Herstellungsprozesse, wie den Inkjet-Druckverfahren und Laserverfahren, in existierende Massenfertigungsumgebungen. Dieses Konzept erlaubt die Fertigung unterschiedlichster Produkte bis zur Losgröße 1 in Massenfertigungsumgebungen. In diesem Leitprojekt soll der Einsatz digitaler Herstellungsverfahren in der Massenproduktion anhand dreier Anwendungsbeispiele aus den Märkten Automobil, Luftfahrt und Beleuchtung mit Hilfe der Demonstratoren Smart Door, Smart Wing und Smart Luminaire dargestellt werden. Das Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS koordiniert das Projektkonsortium bestehend aus den sechs Fraunhofer-Instituten ENAS, IFAM, ILT, IOF, ISC und IWU. Diese Institute sind führend in den Forschungsgebieten Maschinenbau, digitale Drucktechnologien, Elektrotechnik, Photonik und Materialwissenschaften. www.go-beyond-four-point-zero.de

DRAHTLOSE SENSORSYSTEME ZUM MESSEN DER TEMPERATUREN BEI KLEBPROZESSEN

In der Industrie werden immer mehr Produktkomponenten durch Kleben zusammengefügt. Bei Raumtemperatur benötigen Klebeverbindungen normalerweise mehrere Stunden oder Tage zum Aushärten. Durch das Aufheizen der Kleber kann diese Zeit signifikant bis auf wenige Sekunden oder Minuten reduziert werden. Die materialabhängige Idealtemperatur zum Aushärten darf maximal in einem Intervall von ± 10 °C variieren, sonst verschlechtert sich die Qualität der Klebeverbindung dramatisch. Deshalb ist es von entscheidender Bedeutung die genaue Temperatur des Klebstoffes zu kennen, um einen optimalen

Aushärtungsprozess zu erhalten. Um die Klebertemperatur kontaktlos messen zu können, wurde eine induktive Messtechnik entwickelt und getestet. Dabei werden magnetisch empfindliche Partikel als Füllstoff in den Kleber eingebracht. Durch die Ausnutzung des Curie-Effekts, der temperaturabhängigen Permeabilität (Durchlässigkeit des Materials für magnetische Felder) dieser Sensorpartikel, kann so die genaue Temperatur des Klebstoffes bestimmt werden. Mit einer geeigneten Mischung der Ferrite ist es z.B. möglich, Temperaturen zwischen 135 und 170 °C zu überwachen. Innerhalb dieser Temperaturspanne ändert sich die Induktivität einer geeigneten Spule empfindlich und gibt damit zuverlässige Informationen über die Aushärtungstemperatur des Klebstoffes.

DRAHTLOSE SENSORSYSTEME FÜR DAS STRUCTURAL HEALTH MONITORING

Smart Production-Technologien unterstützen die Industrie zum Beispiel mit Radio-Frequency Identification Transpondern, die z.B. als RFID-Tag zur Strukturüberwachung von Transmissionsriemen eingesetzt werden. Diese Antriebsriemen werden beispielsweise zur Kraftübertragung oder zum Warentransport in verschiedenen Industrien verwendet. So helfen integrierte RFID-Tags, logistische Wertschöpfungsketten zu optimieren. Des Weiteren nehmen sie Änderungen in den physikalischen Parametern der Antriebsriemen auf und übertragen diese Daten kabellos. Die wissenschaftlichen Herausforderungen beziehen sich vor allem auf die geforderte Zuverlässigkeit der drahtlosen Sensorfunktionalität. Besonders Fragestellungen zu unbekanntem dielektrischen Parametern des Materials, Biegeeffekten und zur Hochtemperatur-Vulkanisierung des Gummiriemens sind dabei herausfordernd. Ein weiterer kritischer Punkt ist die Unterbindung von Schäden des RFID-Tags selbst, die während der Integration in den Antriebsriemen durch die Vulkanisierung entstehen können. Darüber hinaus muss das Design der Antennen alle Voraussetzungen erfüllen, damit diese im Inneren eines solchen Transmissionsriemens mit all seinen unbekanntem dielektrischen Materialeigenschaften optimal funktionieren. Zur Simulation der Antenneneigenschaften nutzten die Forscher ein 3D-Modell.

176 PUBLIKATIONEN

82 KONFERENZEN

27 VORLESUNGEN

3 DISSERTATIONEN

12 PATENTE

**18 MESSEN UND
AUSSTELLUNGEN**

72 MITGLIEDSCHAFTEN

HIGHLIGHTS

DISSERTATIONEN



Foto: Fraunhofer-Gesellschaft



Foto: Cornelia Schubert

Dissertationen 2016

20. Januar 2016

Promovend: Marco Haubold

Thema: Erarbeitung einer Fertigungstechnologie und Charakterisierungsmethode für die Herstellung hochsensitiver Vibrationssensoren unter Nutzung des Mikroschweißprozesses

Institution: Technische Universität Chemnitz

17. Oktober 2016

Promovend: Chris Stöckel

Thema: Piezoelektrische Aluminiumnitrid-Dünnschichten für mikroelektromechanische Systeme

Institution: Technische Universität Chemnitz

16. Dezember 2016

Promovend: Dileep Dhakal

Thema: Growth Monitoring of Ultrathin Copper and Copper Oxide Films Deposited by Atomic Layer Deposition

Institution: Technische Universität Chemnitz

Auszeichnungen und Ehrungen 2016

Seit 2015 bildet die Fraunhofer-Gesellschaft in ihrem neuen Prädikatsprogramm »Fraunhofer-Forschungsmanager/in« talentierte Nachwuchskräfte aus, die die Institute bei ihrem Auftrag Forschungsprojekte auf Basis origineller Ergebnisse zu verwerten, unterstützen. Die erste Abschlussklasse dieses neuen Programmes erhielt am Mittwoch, dem 20. April 2016, ihre Prädikate von Fraunhofer-Präsident Prof. Reimund Neugebauer und Prof. Georg Rosenfeld, Vorstand für Technologiemarketing und Geschäftsmodelle. Zu ihnen gehört Dr. Ralf Zichner, Abteilung Printed Functionalities. Sein neu erworbenes Wissen konnte er nahtlos im Rahmen des Strategieprozesses des Instituts als Manager des Geschäftsfeldes »Technologies and Systems for Smart Production« einsetzen.

Der Leiter des Fraunhofer-Projektcenters »NEMS/MEMS Devices and Manufacturing Technologies« an der Tohoku Universität, Prof. Masayoshi Esashi, wurde am 18. Juni 2016 in New York mit der IEEE Jun-ichi Nishizawa Medal geehrt. Diese Auszeichnung wurde 2002 zu Ehren des früheren Präsidenten der Tohoku Universität, Prof. Jun-ichi Nishizawa, ins Leben gerufen. Prof. Esashi erhielt die Medaille für seine zahlreichen weltweit führenden Ergebnisse in der Grundlagenforschung und der Kommerzialisierung von MEMS.

Zum sechsten Mal verlieh das Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS den Fraunhofer ENAS Forschungspreis an einen Wissenschaftler für dessen exzellente wissenschaftliche Forschungsergebnisse in der Mikroelektronik und/oder Mikrosystemtechnik. Am 20. Dezember 2016 wurde der Ingenieur und Wissenschaftler Frank Roscher mit diesem Preis ausgezeichnet. Seine Arbeiten beschäftigen sich mit der Abscheidung von Nanopartikelintinten auf verschiedenen Substratmaterialien mithilfe der Aerosol-Jet-Drucktechnologie.

www.enas.fraunhofer.de/de/news_events

KONFERENZEN



Ehrenkolloquium und Ehrensymposium in Erinnerung an Prof. Dr. Thomas Geßner

Am 8. September 2016 gedachten mehr als 550 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Fraunhofer ENAS und des Zentrums für Mikrotechnologien der Technischen Universität Chemnitz gemeinsam mit Familienangehörigen, Kooperationspartnern aus Wissenschaft und Industrie, Vertretern aus Politik sowie Doktoranden und Freunden Prof. Dr. Thomas Geßner in Rahmen eines Ehrenkolloquiums. Der Leiter des Fraunhofer-Instituts für Elektronische Nanosysteme ENAS, Inhaber der Professur Mikrotechnologie und Direktor des Zentrums für Mikrotechnologien der Technischen Universität Chemnitz war plötzlich und unerwartet am 25. Mai 2016 in Tokio im Alter von 61 Jahren verstorben.

Das anschließende wissenschaftliche Ehrensymposium adressierte das Thema Smart Systems Integration. Wie kein anderer steht Thomas Geßners Name für verschiedene Aktivitäten im Zusammenhang mit Smart Systems insbesondere in Europa. Prof. Geßner gehörte nicht nur zu den Gründern von EPoSS, der Europäischen Plattform für Smart Systems Integration, sondern rief ab 2007 die Smart Systems Integration Conference and Exhibition ins Leben. Diese wissenschaftliche Konferenz wurde unter seiner Leitung als Chairman erfolgreich etabliert und zu einer internationalen Leistungsschau weiter entwickelt.

Internationale Konferenzen und Workshops

Am 9. und 10. März 2016 fand die zehnte Smart Systems Integration Conference and Exhibition in München statt. Mehr als 280 Konferenzteilnehmer aus Industrie und Wissenschaft diskutierten über Schwerpunktthemen Hardware für das Internet der Dinge, gedruckte, großflächige und dehnbare Elektronik sowie Design, Fertigungstechnologien und Aufbau- und Verbindungstechnik von smarten Systemen. Am Tag vor dieser Konferenz fand der European Technical Congress der MEMS and Sensor Industry Group statt.

Das zwölfte Fraunhofer-Symposium in Sendai am 24. November 2016 stellte Smart Integrated Systems für verschiedenste Anwendungen in den Mittelpunkt. Auch diese Veranstaltung wurde von einem Ehrensymposium in Erinnerung an Prof. Dr. Thomas Geßner begleitet.

Vor dem Fachsymposium gedachten japanische Fachkollegen und Freunde in einem Ehrensymposium Prof. Dr. Thomas Geßner, der als Principal Investigator an der Tohoku Universität wirkte.

Die Wissenschaftler des Fraunhofer ENAS stellten 2016 ihre Forschungsergebnisse auf mehr als 80 Konferenzen vor. Darüber hinaus arbeiteten die Wissenschaftler in den Komitees von 17 internationalen Konferenzen mit.

Fraunhofer ENAS war Organisator/Co-Organisator der folgenden Konferenzen und Workshops:

Smart Systems Integration Conference (Co-Organisator)	München	9.–10. März 2016
Open Source Workshop »3D-Druck in der Elektronik«, SMT Hybrid Packaging 2016	Nürnberg	27. April 2016
Konferenz »Microclean 2016«	Gröditz	12.–13. Mai 2016
International Symposium on Flexible Organic Electronics	Thessaloniki, Griechenland	4.–7. Juli 2016
Ehrensymposium on Smart Integrated Systems	Chemnitz	8. September 2016
Printing for Fabrication 2016 (NIP32)	Manchester, UK	12.–15. September 2016
4. Europäischer Experten-Workshop on Smart Systems Reliability – EuWoRel 2016 (Co-Organisator)	Berlin	18.–19. Oktober 2016
CMP Wet User Meeting	Grenoble, Frankreich	27.–28. Oktober 2016
OE-A Working Group Meeting	Santa Clara, USA	15. November 2016
12. Fraunhofer-Symposium	Sendai, Japan	24. November 2016

Chemnitzer Seminar für Nanotechnologie, Nanomaterialien und Nanozuverlässigkeit

Die Reihe Chemnitzer Seminare für Nanotechnologie, Nanomaterialien und Nanozuverlässigkeit wurde 2016 erfolgreich weitergeführt.

Die Abteilung System Packaging lud am 14. und 15. Juni 2016 zu eine Workshop mit dem Thema »System Integration Technologies« ein. Der erste Tag stand ganz im Zeichen der MEMS-Sensoren und -Aktoren sowie deren Anwendungen in der Medizintechnik. Am zweiten Tag diskutierten die Fraunhofer-Forscher und Gäste über aktuelle Forschungs- und Entwicklungsergebnisse zum Waferbonden und zu Packaging-Technologien.

Am 30. November 2016 organisierte die Abteilung Multi Device Integration den Workshop »Microsystems: from the idea to prototype«. Im Mittelpunkt standen verschiedene MEMS, Herstellungstechnologien und Anwendungen.



AUSSTELLUNGEN UND MESSEN

Wissenschaft trifft Kunst

Seit 2010 lädt Fraunhofer ENAS zweimal jährlich zu einer Kunstaussstellung an das Institut ein. 2016 präsentierte der bekannte Chemnitzer Künstler Osmar Osten seine Arbeiten in unseren Räumen. In seinen Werken kombiniert er Ölbilder und Grafiken mit geschriebenen Fragen und Statements, um den Betrachter mit einer alternativen Perspektive zu konfrontieren. Nicht nur die Worte auf den Bildern, sondern auch die Titel der Arbeiten selbst, laden zu einer näheren Betrachtung ein. Während des Künstlergesprächs im Rahmen der Ausstellung diskutierten Mitarbeiter des Fraunhofer ENAS und Besucher mit Osmar Osten über den Einfluss von Wissenschaft und Kunst auf das tägliche Leben und die Gesellschaft.

2016 feierte der Kurator unserer Ausstellungsreihe »Wissenschaft trifft Kunst«, Georg Felsmann, seinen 75. Geburtstag. Wir nahmen dies zum Anlass, eine Ausstellung seiner vielfältigen Grafiken in unserem Hause zu organisieren. Georg Felsmann, der seit 1982 in Chemnitz lebt, gründete hier die Arbeitsgruppe »Malen und Zeichnen«. Er arbeitete als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der NSG (Neue Sächsische Galerie) und bis 2006 als Museumspädagoge am Schlossbergmuseum Chemnitz. Heute gibt er Kunstkurse an der Volkshochschule Chemnitz. Mit mehr als 50 Jahren Erfahrung auf dem Gebiet der bildenden Kunst begleitet und berät er unser Institut zu diesem Thema. Es ehrt uns sehr, dass er eine seiner wenigen Ausstellungen in unserem Institutsgebäude in Chemnitz zeigt.

Chemnitzer Firmenlauf

Fünf Frauen und 20 Männer nahmen als gemeinsames Team des Fraunhofer ENAS und des Zentrums für Mikrotechnologien der TU Chemnitz zum 11. Chemnitzer Firmenlauf am 7. September 2016 teil. Unter insgesamt 7405 Läuferinnen und Läufern belegte Philippe Hahn als unser bester männlicher Starter Platz 29. Die schnellste weibliche Läuferin in unserem Team war Julia Hann. Sie kam unter allen Teilnehmerinnen auf Position 211 ins Ziel. Das Team unserer besten vier Läufer belegte gemeinsam Platz 16 und der besten vier Läuferinnen Platz 20. Herzlichen Glückwunsch! Wir freuen uns bereits auf den Chemnitzer Firmenlauf 2017.

European 3D Summit 2016	Grenoble, Frankreich	18.–20. Januar 2016
nano tech 2016	Tokio, Japan	27.–29. Januar 2016
Smart Systems Integration 2016	München	9.–10. März 2016
SEMICON China 2016	Shanghai, China	15.–17. März 2016
LOPEC 2016	München	6.–7. April 2016
China Chongqing Hi-Tech Fair 2016	Chongqing, China	21.–24. April 2016
HANNOVER MESSE 2016	Hannover	25.–29. April 2016
Printed Electronics Europe 2016	Berlin	27.–28. April 2016
SENSOR + TEST 2016	Nürnberg	10.–12. Mai 2016
MEMS Engineer Forum 2016	Tokio, Japan	11.–12. Mai 2016
SIT 2016	Chemnitz	31. Mai – 2. Juni 2016
ILA – Berlin Air Show 2016	Berlin	1.–4. Juni 2016
SEMICON Russia 2016	Moskau, Russland	8.–9. Juni 2016
11th Silicon Saxony Day 2016	Dresden	22. Juni 2016
MEMS Sensing & Network System 2016	Yokohama, Japan	14.–16. September 2016
MST Fachtagung 2016	Chemnitz	25.–26. Oktober 2016
SEMICON Europa 2016	Grenoble, Frankreich	25.–27. Oktober 2016
COMPAMED 2016	Düsseldorf	14.–17. November 2016

MITGLIEDSCHAFTEN

Mitgliedschaften des Fraunhofer ENAS

AGENT-3D e.V.	Dresden
AIOTI Alliance for Internet of Things Innovations	Brüssel, Belgien
ALD Lab Dresden	Dresden
biosaxony e.V.	Dresden
Cool Silicon e.V.	Dresden
Dresdner Fraunhofer-Cluster Nanoanalytik	Dresden
Eureka Cluster Metallurgy Europe	Ulm
European Center for Micro and Nanoreliability EUCEMAN	Berlin
European Platform on Smart Systems Integration EPoSS	Berlin
Fraunhofer-Allianz autoMOBILproduktion	Deutschland
Fraunhofer-Allianz Nanotechnologie	Deutschland
Fraunhofer-Allianz Textil	Deutschland
Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik	Deutschland
Fraunhofer-Cluster 3D Integration	Dresden und Chemnitz
Industrieverein Sachsen 1828 e.V.	Chemnitz
InnoZent OWL e.V.	Paderborn
it's OWL – Intelligente Technische Systeme OstWestfalenLippe e.V.	Bielefeld
IVAM Fachverband für Mikrotechnik	Dortmund
MEMS & Sensors Industry Group®	Pittsburgh, USA
Micromachine Center	Tokio, Japan
Nanotechnologie-Kompetenzzentrum »Ultradünne funktionale Schichten«	Dresden
Organic Electronics Association OE-A	Frankfurt/Main
Organic Electronics Saxony e.V. OES	Dresden
Semiconductor Equipment and Materials International (SEMI)	San Jose, USA
Silicon Saxony e.V.	Dresden

PUBLIKATIONEN UND PATENTE

Publikationen

2016 veröffentlichten die Wissenschaftler am Fraunhofer ENAS ihre Forschungsergebnisse in 176 Artikeln, Büchern und Tagungsbänden. Mit dieser Ausgabe des Jahresberichtes veröffentlichen wir an dieser Stelle zum ersten Mal keine Publikationsliste mehr.

Sie finden alle unsere Publikationen in der Datenbank von Fraunhofer publica. Diese enthält neben den Veröffentlichungen auch die Patente der Fraunhofer-Institute: publica.fraunhofer.de/starweb/pub09/newPub.htm

Außerdem stehen alle Publikationen auch auf der Webseite unseres Kooperationspartners, dem Zentrum für Mikrotechnologien der TU Chemnitz, unter: www.zfm.tu-chemnitz.de/publications/index.php.en

Elektronische Dokumenten können über Fraunhofer publica heruntergeladen werden.

Patente

Im Jahr 2016 wurden 12 Patente von Wissenschaftlern des Fraunhofer ENAS veröffentlicht oder erteilt. Insgesamt halten Mitarbeiter des Fraunhofer ENAS 134 Patente in 46 Patentfamilien.

Publikationen:
Anke Geike
Telefon: +49 371 45001-202
E-Mail: anke.geike@enas.fraunhofer.de

Patente:
Dr. Andreas Bertz
Telefon: +49 371 45001-402
E-Mail: andreas.bertz@enas.fraunhofer.de

IMPRESSUM

Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS
Technologie-Campus 3
09126 Chemnitz

Telefon: +49 371 45001-0

Fax: +49 371 45001-101

E-mail: info@enas.fraunhofer.de

Internet: www.enas.fraunhofer.de

Institutsleiter (komm.): Prof. Dr. Thomas Otto

Redaktion

Dr. Martina Vogel

Dr. Bianca Milde

Layout

Andrea Messig-Wetzel

Fotos

Fraunhofer ENAS

alle weiteren Quellenangaben sind direkt auf den Fotos gekennzeichnet

Druckproduktion

Druckerei Willy Gröer GmbH & Co.KG

Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS

www.enas.fraunhofer.de

