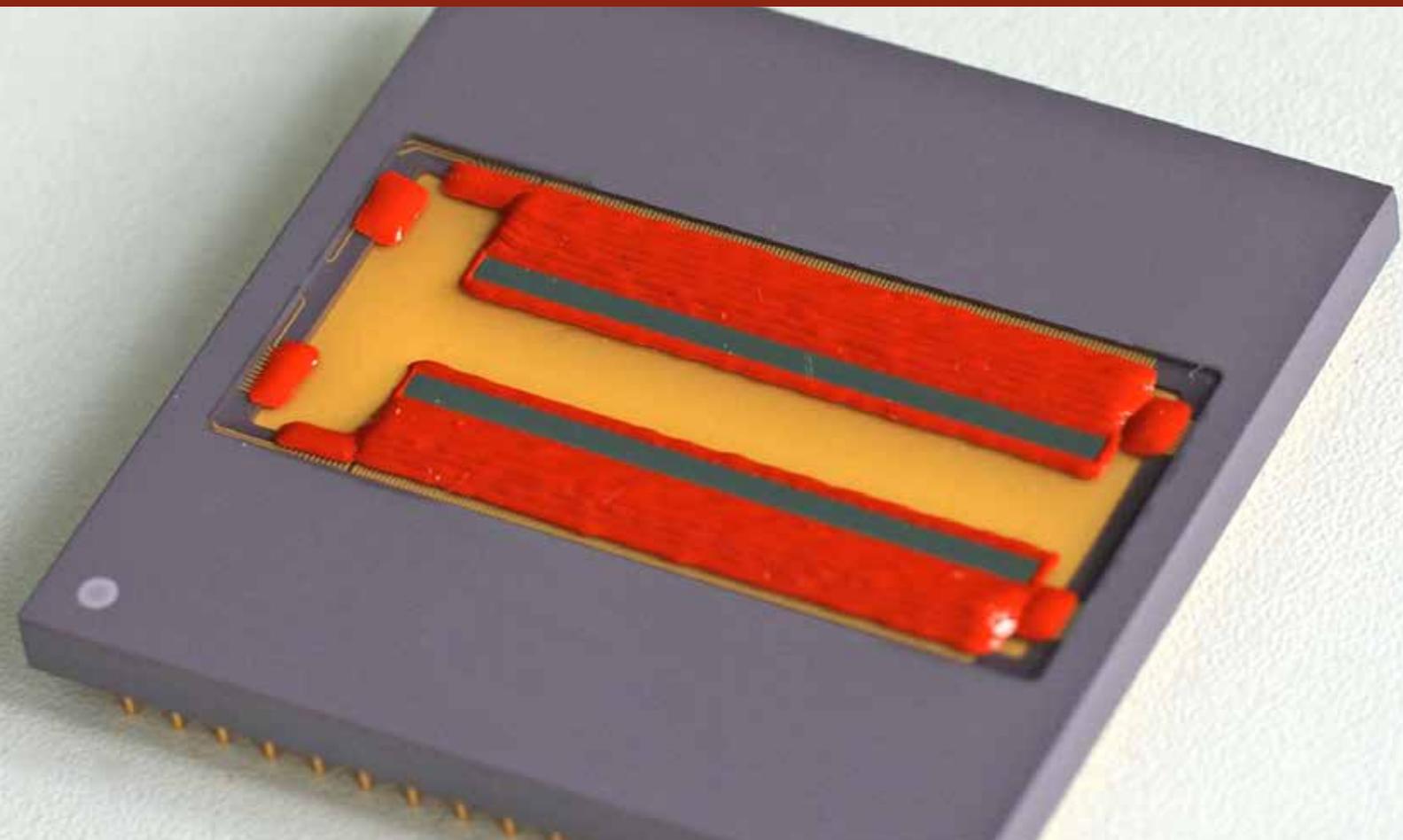


MEMS REPORT

2 / 2015



INHALT

Industry Partner Day 2015 – 10 Jahre angewandte Forschung im Bereich Nanoelektronische Technologien
MUT 2015 – 14. Internationaler Workshop für mikromaschinell gefertigte Ultraschallwandler in Dresden
Drahtlose Board-to-Board Kommunikation mit 12,5 GBit/s ersetzt HF-Steckverbinder
Schnelle optische Leistungsregelung mit Flüssigkristallwellenleitern
»Energy-Harvester« im Asphalt



Prof. Dr. Hubert Lakner
Institutleiter

Liebe Kunden, Partner und Freunde
des Fraunhofer IPMS,

im Mai 2015 blickt das Center Nanoelectronic Technologies CNT – seit 1.1.2013 ein Geschäftsfeld des Fraunhofer IPMS – auf sein zehnjähriges Bestehen zurück. Ursprünglich als Public Private Partnership mit der lokalen Halbleiterindustrie gegründet, konnten in den letzten zwei Jahren die Kundenbasis verbreitert und neue Geschäftsmodelle erschlossen werden. Von den Fähigkeiten des CNT, u.a. zur Verwendung neuer Materialien in der Mikroelektronik, profitieren auch die schon länger etablierten Arbeitsfelder des Instituts. Insgesamt ist die Integration des CNT inhaltlich, wirtschaftlich sowie organisatorisch fast vollständig abgeschlossen. Die jüngsten Ergebnisse des CNT werden wir Ihnen im Rahmen des Industry Partner Days am 11.6.2015 präsentieren. Schlüsselkunden des CNT werden an dem Tag über ihre erfolgreiche Kooperation mit uns berichten. Ich würde mich freuen, Sie an diesem Tag in Dresden persönlich begrüßen zu dürfen.

Schon vorher, nämlich am 19. und 20. Mai, ist das Fraunhofer IPMS Gastgeber einer weiteren Veranstaltung in Dresden. An den beiden Tagen stellen internationale Experten auf dem Gebiet der mikromechanischen Ultraschallwandler (MUTs) ihre neuesten Forschungsergebnisse vor. Die nunmehr zum 14. Mal stattfindende Konferenz ist erstmalig in Dresden zu Gast. Wir freuen uns auf den Austausch mit unseren Gästen auf diesem für uns jungen Themenfeld. Ich wünsche eine informative Lektüre des aktuellen MEMS Reports.

Prof. Dr. Hubert Lakner

KURZ NOTIERT

Gateone: Förderung von „intelligenten“ Systeminnovationen für KMUs



»Gateone« ist ein europäisches Projekt, das den Zugang von kleinen und mittleren Unternehmen (KMUs) zu »intelligenten« Technologien und Lösungen derer Innovationsabläufe fördern soll. Der offizielle Projektstart war am 23. Januar 2015 in Grenoble.

»Smarte« Systeme oder sogenannte »More than Moore«-Anwendungen

entwickeln sich rasanter als die sonstige Halbleiterindustrie. Ihre jährliche Wachstumsrate übersteigt bereits 15% mit einem Absatzmarkt, der bereits 2015 ein Volumen von 60 Milliarden US-Dollar erreichen soll (Quelle: Yole Développement). Im Rahmen von Gateone, an dem neben dem Fraunhofer IPMS noch sieben weitere europäische Forschungs- und Technologieinstitutionen beteiligt sind, wird ein in der Industrie gängiger Prozess angewandt, um die Risiken, die mit der Anwendung neuer »Smart Systems«-Technologien verbunden sind, zu minimieren. Angeregt durch Industriestandards für Produktentwicklung und in Zusammenarbeit mit KMUs zielt der Prozess darauf, die erste Phase (d.h. Passieren des ersten Gates) der Innovation abzuschließen.

Den Ausgangspunkt bildet Phase 0 mit einem Portfolio von mehr als 200 Ideen oder Anwendungsfällen. Diese Anwendungsfälle werden, unterstützt von Technologien auf dem höchsten Stand der Technik, ausgesucht im Hinblick auf deren Differenzierung, IP und Reife. Das Fraunhofer IPMS steuert seine Expertise bezüglich Mikroschaltspiegel, Drucksensoren, kapazitiven mikromaschinell gefertigten Ultraschallwandlern (CMUTs) und integrierten Kondensatoren bei. Das Institut bietet KMUs eine Zusammenarbeit an, um ein Geschäftsszenario zu konsolidieren und um praktische Erfahrung mit der Technologie zu gewinnen.

Diese Partnerschaft ist für KMUs kostenfrei, es sind weder Investment noch Verpflichtung damit verbunden. Gateone (Projekt-Nr.: 644856) wird von der Europäischen Kommission gefördert und ist eine »Innovation Action« im Rahmen von Horizon 2020. Das Projekt wird geleitet durch das Unternehmen BluMorpho. Es startete im Januar 2015 und hat eine Laufzeit von drei Jahren.

Weitere Informationen finden Sie hier:

www.gateone-project.eu

INDUSTRY PARTNER DAY 2015 – 10 JAHRE ANGEWANDTE FORSCHUNG IM BEREICH NANOELEKTRONISCHE TECHNOLOGIEN

Fraunhofer IPMS-CNT feiert 10-jähriges Jubiläum mit Industry Partner Day

Seit der Gründung am 31.5.2005 als Fraunhofer Center Nanoelectronic Technologies CNT mit den strategischen Gründungspartnern AMD und Infineon hat sich das CNT von einer damals neuartigen Einrichtungsform innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft zu einer festen Größe am Halbleiterstandort Silicon Saxony entwickelt und steht nach 10 Jahren als Fraunhofer-typisches Beispiel für angewandte Forschung im Bereich 300-mm-Technologieentwicklung.

Mit mittlerweile über 50 Mitarbeitern in den Bereichen High-k Devices, Non-volatile Memories, Interconnects und Nanopatterning ist das CNT ein etablierter Forschungs- und Entwicklungspartner für die großen Hersteller in der Region wie beispielsweise Globalfoundries oder Infineon. Auch mit der Erweiterung des Leistungsportfolios um ein Screening-Center von Verbrauchsmaterialien für Halbleiterfabriken und die Etablierung einer Testplattform für Halbleiterzulieferer wie beispielsweise BASF, hat das CNT zahlreiche strategische Kunden gewinnen und somit eine gesunde Basis für die kommenden Jahre schaffen können.

Zu Beginn des Jahres 2013 wurde das CNT in das Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS als eines von fünf Geschäftsfeldern integriert, verblieb aber am bisherigen Standort bei der Infineon Technologies AG auf der Königsbrücker Straße mit eigenen Reinraum- und Laborflächen. Nach langjähriger Führung durch Prof. Peter Kücher leitet seit der Integration Frau Dr. Romy Liske das Geschäftsfeld CNT.

Das Center Nanoelectronic Technologies forscht und entwickelt innovative Materialien und Prozesse für Produzenten, Zulieferer und Entwicklungspartner auf Siliziumwafer von 200 und 300 mm Durchmesser. Im modernen 800 m² großen Reinraum auf Infineon-Standard stehen dafür über 40 industriekompatible Prozess- und Analytikanlagen zu Forschungs- und Entwicklungsarbeit zur Verfügung.

Am 11.6.2015 lädt das CNT zum Industry Partner Day am Standort Königsbrücker Straße. Dabei stehen Einblicke in die Entwicklungszusammenarbeit aus den Bereichen High-k Devices und Interconnects sowie Technologietrends der Industrie im Vordergrund. Mit dabei sind unter anderem Vortragende und Industrievertreter von Globalfoundries, X-Fab, BASF oder Entegris.

Die Anmeldung ist ab sofort online und kostenfrei möglich unter:

www.ipms.fraunhofer.de



Programm

Datum: 11. Juni 2015, 9:00 - 14:30 Uhr

Ort: Fraunhofer IPMS-CNT, Königsbrücker Str. 178, 01099 Dresden

09:00 Begrüßung und Eröffnung

Prof. Dr. Hubert Lakner, Fraunhofer IPMS, Dresden

09:15 Globalfoundries in Dresden - Future Perspectives

Dr. Rutger Wijburg, Globalfoundries

09:35 Introduction CNT Highlights

Dr. Romy Liske, Fraunhofer IPMS

09:55 Technology Challenges at 28 nm and Beyond

Dr. Maciej Wiatr, Globalfoundries

10:45 Dresden Plating Lab - Industry Cooperation Model for Mutual Benefit

Dr. Dieter Mayer, BASF

11:10 Gentle Physical Photoresist Removal with Intelligent Fluids®

Dr. Dirk Schumann, Bubbles & Beyond GmbH

11:35 Real Time True Surface Monitoring for ALD Processes

Dr. Hassan Gargouri, Sentech

13:00 Semiconductor Memories: Current Status and Options for the Future

Prof. Dr. Thomas Mikolajick, TU Dresden, NaMLab gGmbH

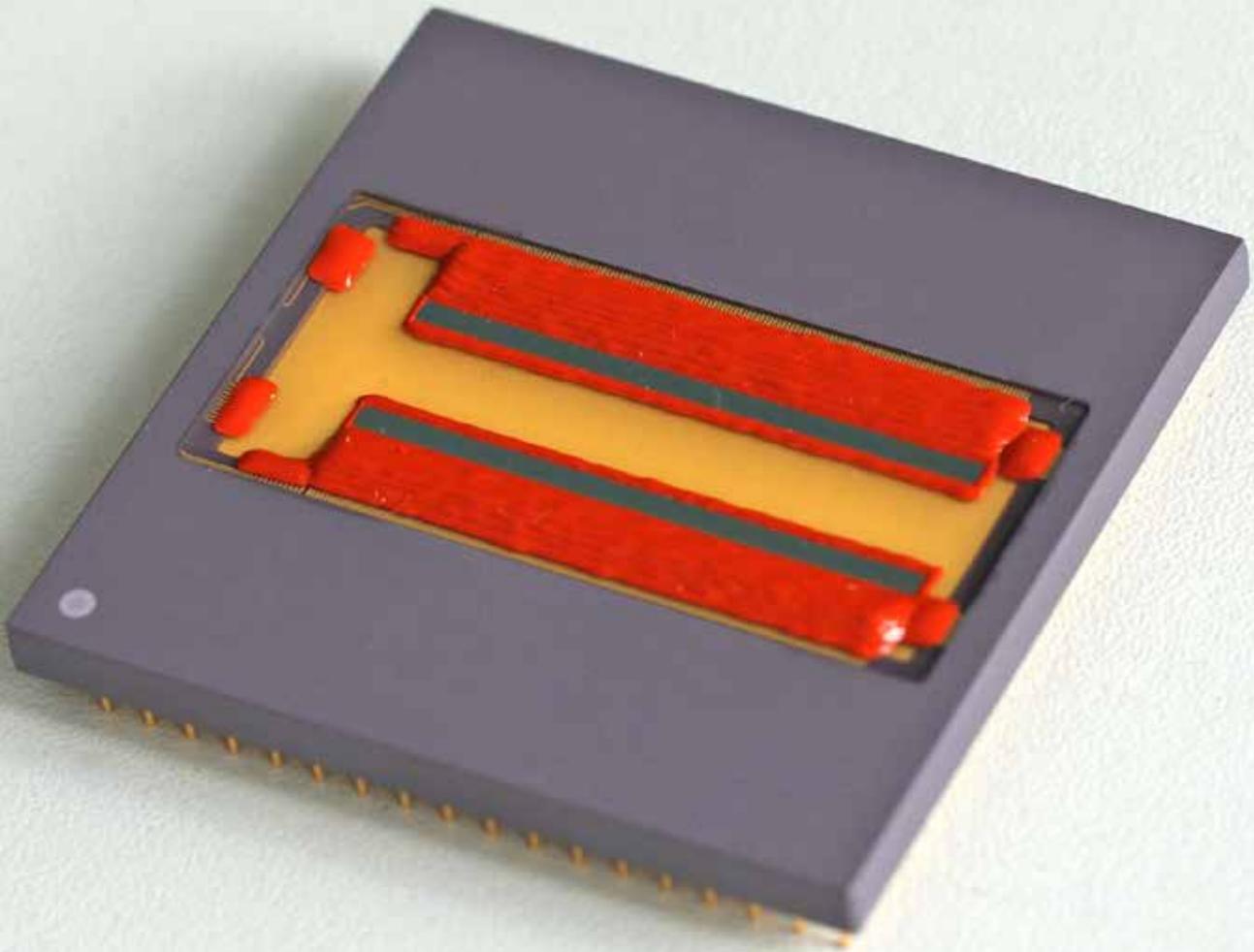
13:25 Energy Efficient Non-volatile Memory Manufacturing (nv SRAM)

Dr. Stephan Günther, Anvo Systems GmbH

13:50 The EU ECSEL Project ADMONT – Status, Experiences and Prospects

Dr. Karl-Heinz Stegemann, X-FAB Semiconductor Foundries

14:15 Get Together / CNT Window Tour



CMUT-CHIP AUF KERAMIK-TRÄGERMATERIAL

Die Forschungsaktivitäten am Fraunhofer IPMS für die CMUT (kapazitive mikromaschinell gefertigte Ultraschallwandler) Technologie und deren Anwendungen sind seit dem Start Ende 2012 erheblich vorangegangen.

Mehrere CMUT Designs, die den Frequenzbereich von 1 bis 50 Mhz abdecken, wurden im Reinraum des Fraunhofer IPMS hergestellt und charakterisiert. Das breite Designspektrum erlaubt es, vielfältige Anwendungen mit unterschiedlichsten Anforderungen zu bedienen. Einige der geplanten Applikationen zielen auf die Entwicklung von CMUTs für akustische Spektroskopie oder für bildgebende Verfahren, beispielsweise im medizinischen Bereich oder bei der zerstörungsfreien Materialprüfung, ab.

Um die Charakteristika von CMUTs für verschiedenen Anwendungen besser zu nutzen, haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler speziell angefertigte Testeinrichtungen und Charakterisierungsprogramme entwickelt. Diese schließen elektrische

Impedanzmessungssysteme auf Wafer-Level sowie akustische Charakterisierungsmethoden in Immersion auf Chip-Level ein. Die Homogenität der gemessenen Resonanzen (in Luft) streute 5 Prozent um die Mittenfrequenz innerhalb eines Wafers. Dies bestätigt, dass der Fertigungsprozess im Reinraum des Fraunhofer IPMS qualitativ hochwertige CMUTs liefert. Um die Chips in Immersion (d.h. unter Wasser) zu testen, werden die Wafer gesägt, die resultierenden Chips auf einem Trägermaterial angebracht und elektrisch nach außen isoliert. Die akustische Performance (Schalldruck, akustische Schallfeld, usw.) wurden für CMUTs gemessen, die im Frequenzbereich von 1 bis 50 MHz arbeiten.

Die Übereinstimmung zwischen der simulierten Leistung und den Messergebnissen der gefertigten CMUTs – in Verbindung mit den homogenen Ergebnissen, die in den Wafer-Level-Messungen erzielt wurden – verdeutlicht, dass das Fraunhofer IPMS das Design und die Fertigung von CMUTs realisieren kann, die für ein breites Spektrum von möglichen Anwendungen geeignet sind.

MUT 2015 – 14. INTERNATIONALER WORKSHOP FÜR MIKROMASCHINELL GEFERTIGTE ULTRASCHALLWANDLER IN DRESDEN

2001 in Rom eingeführt, hat der MUT (Micromachined Ultrasonic Transducers) Workshop seitdem fast jedes Jahr in verschiedenen europäischen Städten stattgefunden: Besançon (2002), Lausanne (2003), Florenz (2004), München (2006), Antalya (2007), Trondheim (2008), Besançon (2009), Panevėžys (2010), Salerno (2011), Tours (2012), Side (2013), Kopenhagen (2014).

Wissenschaftler und Ingenieure aus aller Welt versammeln sich bei dieser Veranstaltung um Wissen, Ideen, Ergebnisse und Perspektiven zu mikromaschinell gefertigten Ultraschallwandler auszutauschen, die vielversprechende neue Anwendungen im Medizin-, Wirtschafts- und Verbraucherbereich bieten.

Die 14. MUT-Konferenz wird vom 19. bis 20. Mai in Dresden stattfinden.

| Dienstag, 19. Mai | |
|-------------------|---|
| 08:00 h | Registrierung |
| 09:00 h | Eröffnung <i>Prof. Harald Schenk, Fraunhofer IPMS</i> |
| 09:15 h | Development of Fabrication Process for Flexible Two-dimensional Piezoelectric MUT <i>Dr. Hongsoo Choi, Daegu Gyeongbuk Institute of Science & Technology</i> |
| 09:35 h | Fabrication of CMUTs with Through-Glass-Via Interconnects <i>Prof. Omar Oralkan, North Carolina State Univ.</i> |
| 09:55 h | Stress Controlled CMUT Fabrication Based on a Sacrificial Release Process <i>Linus Elsäßer, Fraunhofer IPMS</i> |
| 10:25 h | Pause |
| 10:55 h | Thermal Noise Analysis for CMUTs <i>Dr. Ayhan Bozkurt, Sabanci University</i> |
| 11:15 h | Modal and Transient Dispersion Analysis of Acoustic Crosstalk Waves above CMUT Arrays <i>Shane Lani, Georgia Institute of Technology</i> |
| 11:25 h | System Design Optimization for 1-D High Frequency CMUT Array <i>Evren Fatih Arkan, Georgia Institute of Technology</i> |
| 11:55 h | Simulation of Two-Way Impulse Response of Annular CMUT Arrays <i>Prof. Abdullah Atalar, Bilkent University</i> |
| 12:25 h | Pause |
| 13:40 h | 3D Topography Time-sequence Immersed Measurements of MUT Response to Burst Excitation <i>Dr. Yves Emery, Lyncée Tec SA</i> |
| 14:00 h | Acoustical Cross-Talk in Row-Column Addressed 2-D CMUT Arrays <i>Thomas Lehrmann Christiansen, Technical University of Denmark</i> |
| 14:20 h | Wafer Level Impedance Measurement and Data Analysis for CMUTs <i>Markus Klemm, Fraunhofer IPMS</i> |
| 14:40 h | Schauraum- und Reinraum-Tour am Fraunhofer IPMS |
| 17:20 h | Führung/Abendveranstaltung Brauerei Radeberg |
| 22:30 h | Ende |



www.mut2015.org

mut2015@ipms.fraunhofer.de

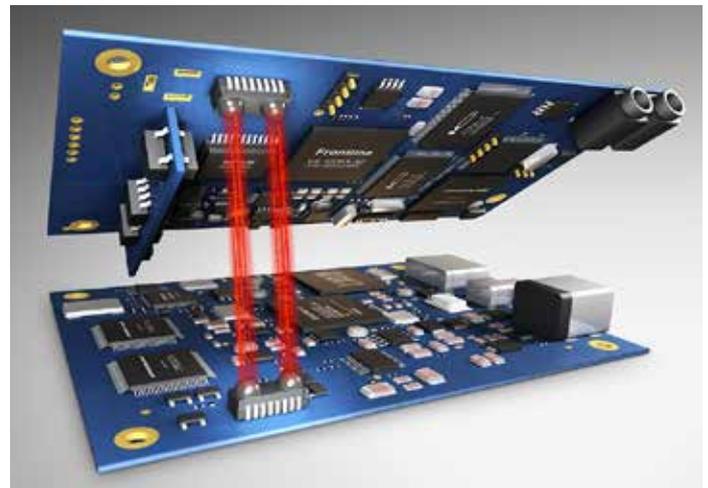
Mittwoch, 20. Mai

| | | |
|---------|--|--|
| 09:00 h | Portable Low Cost Ultrasound Imaging System Using CMUTs <i>Rahim Mohammad Sobhani, Özyeğin University</i> | Session 4: Applications & Products Leitung: Prof. Levent Degertekin |
| 09:20 h | Row-Column Addressed 2-D CMUT Arrays Using LOCOS Fabrication: From Silicon Chip to Transducer Probe <i>Dr. Mathias Engholm, Technical University of Denmark</i> | |
| 09:40 h | Real-time Sensing of the Liquid Density and Biochemical Species <i>Dovydas Barauskas, Kaunas University of Techn.</i> | |
| 10:00 h | Dual Mode CMUT Arrays Optimized for Tissue Harmonic Imaging <i>Søren Elmin Diederichsen, Technical University of Denmark</i> | Session 5: Characterization 2 Leitung: N.N. |
| 10:30 h | Pause | |
| 11:00 h | Recent Progresses on an USgFUS cMUT Probe and its Driving Platform <i>Dominique Gross, University of Tours - GREMAN</i> | Session 5: Characterization 2 Leitung: N.N. |
| 11:20 h | Output Pressure and Harmonic Characteristics for a CMUT as Function of Bias and Excitation Voltage <i>Dr. Anders Lei, Technical University of Denmark</i> | |
| 11:40 h | Characterization of CMUTs for High Intensity Ultrasound applications <i>W. Apoutou N'Djin, Institut national de la santé et de la recherche médicale</i> | Session 5: Characterization 2 Leitung: N.N. |
| 12:00 h | High Quality Factor Resonant Mass Sensors Based on CMUT for Immersion in Liquid <i>Seyed Fakhreddin Nabavi, Ozyegin University</i> | |
| 12:30 h | Pause | Session 6: Modeling 2 Leitung: Prof. Abdullah Atalar |
| 13:45 h | Modelling and Analysis of CMUTs in Cadence Spectre <i>Itir Koymen, Bilkent University</i> | |
| 14:05 h | Linearization of Full-Scale Transmit Pressure in CMUTs <i>Dr. Alessandro Savoia, Università degli Studi Roma Tre</i> | Session 6: Modeling 2 Leitung: Prof. Abdullah Atalar |
| 14:25 h | Reverberation Reduction in CMUT <i>Prof. Nicola Lamberti, Università degli Studi di Salerno</i> | |
| 14:55 h | Coffee Break | Session 6: Modeling 2 Leitung: Prof. Abdullah Atalar |
| 15:25 h | Möglichkeiten der öffentlichen Förderung <i>Dr. Michael Scholles, Fraunhofer IPMS</i> | |
| 15:45 h | Prämierung des "MUT 2015 Best Paper Award" | Session 6: Modeling 2 Leitung: Prof. Abdullah Atalar |
| 15:50 h | Einladung zur MUT 2016 | |
| 15:55 h | Schlusswort | Session 6: Modeling 2 Leitung: Prof. Abdullah Atalar |
| 16:00 h | Ende | |

DRAHTLOSE BOARD-TO-BOARD KOMMUNIKATION MIT 12,5 GBIT/S ERSETZT HF-STECKVERBINDER

Das Fraunhofer IPMS hat auf Basis der Li-Fi Technologie einen Transceiver entwickelt, der zukünftig HF-Steckverbinder auf Leiterplatten ersetzen und mittels Infrarotlicht eine bessere Board-to-Board Kommunikation ermöglichen soll. Sollen hochfrequente Signale zwischen zwei Leiterplatten übertragen werden, wird das üblicherweise durch HF-Steckverbindungen realisiert. Je höher die Datenrate, desto komplexer sind die Steckverbinder aufgebaut, um Signale zuverlässig zu übertragen. In der Praxis ist es aber leider oft der Fall, dass HF-Steckverbinder aufgrund ihres filigranen Aufbaus nicht nur sehr teuer sind sondern auch mechanisch anfällig – oft verbiegen sich deren Kontakte oder werden instabil. Die Anzahl der möglichen Steckvorgänge ist in der Regel gering. Das Fraunhofer IPMS hat ein Li-Fi Transceivermodul entwickelt, das zukünftig verschleißanfällige HF-Steckverbinder auf Leiterplatten ersetzen und somit eine zuverlässige Board-to-Board Kommunikation (Bild rechts) garantieren soll. Um besonders hohe Datenraten auszutauschen wird Licht im infraroten Bereich als drahtloses Übertragungsmedium eingesetzt. So können Datenraten von bis zu 12,5 GBit pro Sekunde erreicht werden. Daten können im Halb- und Vollduplex-Betrieb übertragen werden. Der Transceiver steht Kabel- oder Steckverbindungen in nichts nach und ist auch gegenüber verfügbaren Funklösungen bis zu zehnmals schneller.

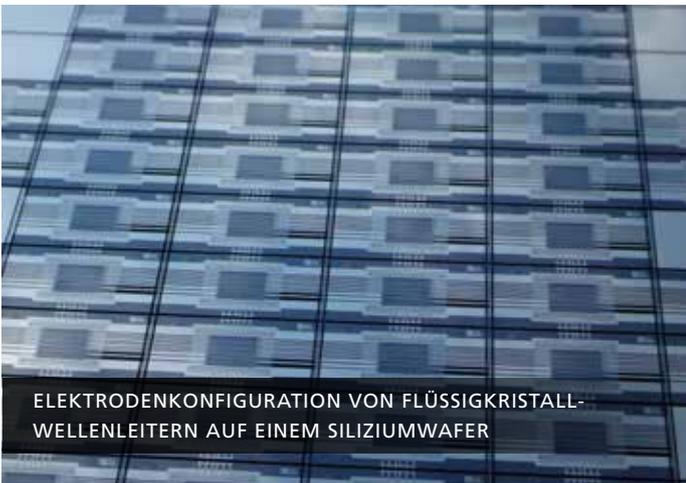
Weitere Vorteile sind die vernachlässigbaren Bitfehlerraten ($<10^{-11}$), der niedrige Energiebedarf sowie die geringen Kosten. Als kleinstmögliche Bauform kann das Fraunhofer IPMS derzeit Abmaße von bis zu $2 \times 2 \times 2$ mm realisieren. Geeignet ist der neuartige Transceiver vor allem für Industrieanwendungen, bei denen große Datenmengen sehr schnell übertragen werden müssen, die Steckverbindungen den mechanischen Anforderungen oder der Zuverlässigkeit aber nicht mehr genügen.



SCHNELLE OPTISCHE LEISTUNGSANPASSUNG MIT FLÜSSIGKRISTALLWELLENLEITERN

Basierend auf einem einzigartigen, innovativen Konzept haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IPMS breitbandige, bidirektionale, schnelle (im Sub-Mikrosekunden-Bereich) und verlässliche variable optische Dämpfer (VOAs) sowie optische Schalter entwickelt. Grundlage hierfür bilden elektrooptisch

induzierte Wellenleiter mit einem Flüssigkristallkern, integriert auf einer Silizium-Backplane. Diese VOAs und Schalter können bequem durch direktes Anlegen von Spannungen an individuell adressierbare Elektroden programmiert werden. In einem neuen Konzept des Bauelementdesigns kann die elektrische Feldverteilung, die für die Formung der Wellenleiter genutzt wird, so eingestellt werden, dass sie die Übertragung von entweder einer oder beiden linearen Polarisationsmodi erlaubt. Die entwickelten polarisationsunempfindlichen Bauelemente besitzen eine geringe Einfügedämpfung, niedrige polarisationsbedingte Verluste und einen weiten kontinuierlich einstellbaren optischen Dämpfungsbereich. Neben dem Einsatz in signalverarbeitenden Instrumenten für faseroptische Sensoren können auch Anwendungen zur Kanalauswahl, Leistungsbeeinflussung und Stabilisierung optischer Signale, z.B. in DWDM-Netzwerken, von der am Fraunhofer IPMS entwickelten Lösung profitieren. Ein Teil dieser Entwicklung wurde im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung finanzierten Projektes »Elektrooptische Wellenleiter basierend auf Flüssigkristallen für integrierte optische Schaltungen« (EOF-IOS), FKZ 13N12442 durchgeführt.



ELEKTRODENKONFIGURATION VON FLÜSSIGKRISTALLWELLENLEITERN AUF EINEM SILIZIUMWAFER

»ENERGY-HARVESTER« IM ASPHALT

Fast jeder ist heutzutage mit RFID-Sender-Empfänger-Systemen vertraut, die zur automatischen und berührungslosen Erkennung und Ortung von Gegenständen oder Lebewesen mittels Radiowellen eingesetzt werden. Die Forscher und Forscherinnen am Fraunhofer IPMS haben einen frei programmierbaren UHF-Transponder-Tag entwickelt, der bestückt mit Sensoren physikalische Parameter wie Temperatur, Feuchte oder Druck messen kann. Solche Tags können z.B. bei der Errichtung oder Sanierung von Gebäuden an kritischen Stellen im Mauerwerk oder hinter einer Trockenbauwand verbaut werden, um regelmäßige Feuchtemessungen zur Kontrolle möglicher Bauschäden oder Raumhygiene durchzuführen. Oder sie können beim Straßenbau in den Asphalt eingelassen werden, um später die zwischen einzelnen Streckenabschnitten mitunter stark schwankende Temperatur des Straßenbelages zu messen. Dies ist vor allem für den Winterdienst von großem Nutzen. So können ohne Sicherheitseinschränkungen die Kosten für Streugut und Servicekräfte minimiert und auch Asphalt Schäden vorbeugt werden, die durch den übermäßigen Einsatz von Streusalz entstehen.



Das Potenzial, mit UHF-Sensor-Transpondern auf diese Weise Qualitätssteigerungen, Kosteneinsparungen oder Zeitgewinne zu erreichen, ist angesichts der Vorteile der Transpondertechnologie enorm: Transponder sind klein, robust, leicht zu handhaben und preisgünstig. Außerdem können sie bei Bedarf lebenslang, berührungslos und in Echtzeit mit Hilfe eines Lesegerätes nicht nur Daten zur Verfügung stellen, sondern gleichzeitig auch mit der dazu notwendigen Energie versorgt werden. Ein mit dem Straßenbelag verbundener Transponder könnte seine notwendige Energie so z.B. aus dem fahrenden Streufahrzeug »harvesten«. Dank der Flexibilität des Transpondersystems, das aus Antenne, Transponder-Chip und Sensor besteht und über eine integrierte I²C- oder SPI-Schnittstelle zum Anschluss beliebiger externer Sensoren verfügt, ist die Fraunhofer-Technologie für eine Vielzahl möglicher Anwendungen interessant.

TERMINVORSCHAU

MUT 2015

Dresden, Deutschland 19. - 20. Mai 2015
ART'OTEL Dresden

Sensor+Test

Nürnberg, Deutschland 19. - 21. Mai 2015
Messe Nürnberg, Halle 12, Stand 12-537

Sensors Expo & Conference

Long Beach, USA 9. - 11. Juni 2015
Messezentrum Long Beach, Stand 339

CNT Industry Partner Day 2015

Dresden, Deutschland 11. Juni 2015
Fraunhofer IPMS-CNT

LASER

München, Deutschland 22. - 25. Juni 2015
Messe München, Halle B3, Stand 341

www.ipms.fraunhofer.de/events.html

Folgen Sie uns auch auf:



facebook.com/FraunhoferIPMS



twitter.com/FraunhoferIPMS



xing.com/companies/fraunhoferipms



linkedin.com/company/fraunhofer-ipms

Weitere Informationen:

Dr. Michael Scholles, Leiter Business Development & Strategy
Tel. +49 351 88 23 201
E-Mail info@ipms.fraunhofer.de

