

| Schwerpunkt: Systemintegration |

Die Herausforderung hat einen Namen: Smart System Integration

Dr. Werner Wilke

Mikrosystemtechnik (MST) ist ein Innovationstreiber: Sie ermöglicht neue Produkte und Funktionen für bestehende Produkte, ist also neben Gebieten wie der Gentechnik, Laser- oder Biotechnologie eine „enabling technology“. Die Herausforderung, vor der die MST dabei steht, heißt Smart System Integration – die Integration intelligenter Systeme.

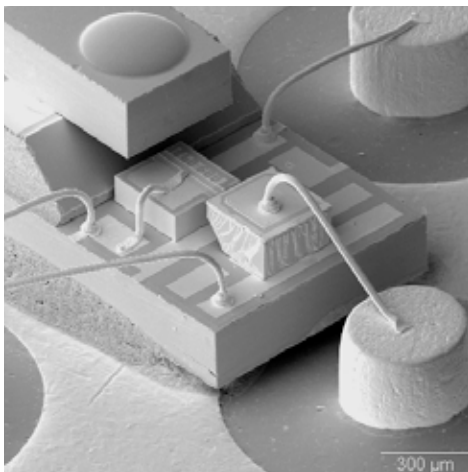
Systemintegration als weites Aufgabenfeld

Die Erfahrungen mit am Markt erfolgreichen Innovationen, auch in der Mikrosystemtechnik, haben gezeigt, dass die Umsetzung in ein Produkt zunehmend eine Einbindung der jeweiligen „enabling technology“ in technische, aber auch nichttechnische Umgebungen erforderlich macht. Damit ist zum einen schlicht die technische, konstruktive Einbettung in konventionelle Technik und Produkte gemeint; andererseits aber auch die Passfähigkeit zu technischen, logistischen und ökonomischen Infrastrukturen bis hin zu Geschäftsmodellen.

Die technische Integrationsaufgabe beinhaltet also zunehmend nicht nur das Mikrosystem selbst – dies ist die klassische Aufgabe der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) und Gehäusetechnik – sondern auch die Schnittstelle zur Anwendungsumgebung. Das bedeutet Integration auf der Komponentenebene zur Herstellung miniaturisierter Subsysteme, Integration in ein Makrosystem beziehungsweise die Schnittstelle zum Makrosystem und schließlich die Einbindung in die Anwendungsumgebung unter Berücksichtigung bestimmter Bedingungen, Prozesse und infrastruktureller Gegebenheiten.

Aus Sicht der AVT verfolgt man zur Systemintegration zwei grundsätzliche Wege: Den der monolithischen Integration, bei der alle Funkti-

onen in einem Halbleiter realisiert werden, und den der hybriden Integration (Heterointegration), bei der einzelne Komponenten auf einem Substrat miteinander verbunden werden. Beide Entwicklungsrichtungen sind jedoch nicht als Alternativen zu betrachten. Mit zunehmender Systemkomplexität steigen die Kosten bei monolithischen Systemen extrem an, sodass ein Übergang zu hybriden Systemen erfolgt. Selbst wenn es gelingt, Fortschritte bei der monolithischen Integration unterschiedlicher Technologien zu erzielen, so führt dies nicht zum Ersatz hybrider Systeme, sondern zur Erhöhung derer Funktionalität.



Beispiel eines Mikromoduls für die Kommunikationstechnik, bei dem auf einem Submount der Größe 0,9 x 1,3 Millimeter ein Laser, eine Photodiode, ein Spiegel und eine Linse angeordnet sind. Quelle: EZconn Europe GmbH.

Asiatische und amerikanische Unternehmen sind führend im Bereich monolithischer Integrations-techniken und zum Teil auch bei der Wafer-Level-Integration. Beispiele hierfür sind CSP-Technologien für MEMS- und MOEMS-Komponenten (CSP = Chip Scale Package), Chip-Stacking-Technologien oder funktionale Schichten auf Silizium-Wafern. Deutschland hingegen führt bei hybriden

Integrationstechniken auf Substratbasis, insbesondere was komplexe, kundenspezifische Lösungen betrifft.

Neue Wege zur Mikro-Nano-Integration

Die Aufbau und Verbindungstechnik übt damit eine Schlüsselfunktion bei der Realisierung intelligenter Systeme aus. Ihre originäre Leistung

Inhalt	
Die Herausforderung hat einen Namen: Smart System Integration	1
Editorial / Impressum	2
Was kommt nach der Nanotechnologie? KMU zwischen Trend und Wertschöpfung	3
Vom Steckverbinder zur integrierten Systemkomponente	4
Aufbau- und Verbindungstechnik – Fügmaterialien für eine erfolgreiche Systemintegration	5
Mit Nanotechnologie den richtigen Riecher	7
Mikromontage mit neuartigen Positioniersystemen	8
Montage von Mikrosystemen mit Methoden der Halbleitertechnik	9
Smart Systems Integration – der Schlüssel zum Erfolg zukünftiger Mikro- und Nanotechnologien?	10
Expertenmeinung: „KMU müssen sich stärker auf Systemintegration konzentrieren“ / Vorstellung des IVAM-Beirats	12
Interview mit Klaus Schrimper (SIDeC) „Systemintegration ist ein entscheidender Wettbewerbsfaktor“	13
Firmen und Produkte	14
IVAM-Messen und -Veranstaltungen	14

ist sowohl die Verbindung verschiedener Komponenten zu Systemen als auch die technologieübergreifende (zum Beispiel Biotechnologie, optische Technologien, Mikroelektronik) und skalenvertikale (Nano – Mikro – Makro) Systemintegration. Die AVT ist heute häufig sowohl der limitierende Faktor für die Gesamtgröße eines Mikrosystems als auch – insbesondere bei kleinen oder mittleren Stückzahlen – entscheidend für die Kosten.

Im Zuge der weiteren Verkleinerung mikrosystemtechnischer Bauelemente kommt es zu einem Engpass: Die geforderten Funktionen können in winzigen Bausteinen realisiert werden, während die etablierten Aufbau- und Verbindungstechniken hier keine kleineren und insbesondere mit den Kosten ebenfalls deutlich nach unten skalierbaren Lösungen anbieten können. Dies führt teilweise zu Bauelementeabmessungen, die eine Montage mit herkömmlichen Methoden wie dem Drahtbonds nicht ➔

Editorial



Schwerpunkt: System- integration

Für viele Anbieter von Mikro- und Nanotechnologien ist Systemintegration ein fester Bestandteil ihrer Aktivitäten in Forschung, Entwicklung und Produktion. Im IVAM-Netzwerk beschäftigen sich gerade kleine und mittlere Firmen bereits seit Jahren intensiv mit diesem Thema. Doch ein Schlagwort der Hightech-Branchen ist Systemintegration erst seit kurzem. „En vogue“ kam der Begriff in erster Linie durch förderpolitische Maßnahmen, die zahlreiche regionale Initiativen auf den Plan riefen.

Systemintegration steht für die Einbindung der Mikro- und Nano- in die Makrowelt. Dabei werden Schnittstellen geschaffen und Materialien vernetzt, um letztendlich miniaturisierte Komponenten (die nicht zwangsläufig „intelligent“ sein müssen) einzubetten. Ohne eine durchdachte Integration gäbe es viele Errungenschaften nicht, die wir heute so schätzen: das ABS im Auto, die SIM-Karte im Handy, Dosiersysteme in der Medizintechnik.

Verschiedene Wege von Mikro zu Makro beschreiben die Autoren der aktuellen »inno«. Um die Deutung und Bedeutung des Themas Smart Systems Integration drehen sich die Übersichtsartikel der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH und des Fraunhofer IZM. Weitere Autoren zeigen anhand konkreter Anwendungsbeispiele die Expertise von Hightech-KMU bei der Integration miniaturisierter Systeme. Das geht von Steckverbindern über Fügemaaterialien bis hin zur „elektronischen Nase“ für die Gassensorik. Außerdem werden Konzepte für die Fertigung mit Methoden der Halbleitertechnik und automatisierter Mikromontage vorgestellt.

Die Mitwirkenden an dieser Ausgabe stellen klar: Systemintegration ist ein handfestes Kompetenzfeld, das gerade KMU ausbauen müssen, um im Wettbewerb zu bestehen. Denn ein noch so schöner Sensor, Prozessor oder Aktor nützt wenig, wenn er nicht sinnvoll in das „große Ganze“ eingebunden ist. Über das „Wie“ sollten sich Unternehmer übrigens schon Gedanken machen, bevor der Kunde anklopft...

Erste Anregungen könnte die Lektüre dieser »inno« liefern. Viel Spaß beim Lesen!

Ihre Josefine Zucker



mehr zulassen. Neuartige Montagetechniken, die den Transport, das Ausrichten und Zusammenfügen von nanoskaligen Bauelementen erlauben, müssen entwickelt werden. Eine wichtige Rolle werden hier zukünftig Selbstorganisationsprozesse spielen. Vorteile solcher Verfahren sind die große Zahl parallel zu verarbeitender Komponenten und der Verzicht auf hochpräzise und damit teure Montageautomaten. In Entwicklung befinden sich unter anderem fluidische Verfahren unter Ausnutzung der Schwerkraft.

Im Sinne der genannten Aufgaben stellt sich die Systemintegration als Weiterentwicklung der Mikrosystemtechnik und angrenzender Gebiete dar. Die Antwort auf neue Anforderungen an die Integrationsleistung der MST führt zu einem erweiterten Verständnis, das mit dem Begriff „Smart System Integration“ gekennzeichnet wird: Künftige Produktgenerationen werden „smarte“ integrierte Systeme mit zunehmender Komplexität sein, deren Gesamteigenschaften durch das Zusammenspiel vielfältiger Technologien charakterisiert werden.

Smart System Integration erreicht europäische Dimensionen

Die Europäische Technologieplattform Smart Systems Integration EPoSS ist ein Zusammenschluss von Unternehmen und Forschungseinrichtungen in Europa aus den Bereichen Mikro- und Nanosysteme und deren Integration. Gemeinsam definieren sie den Forschungs- und Entwicklungsbedarf der jeweiligen Technologie und daraus folgende Prioritäten. Die Initiative beabsichtigt, möglichst frühzeitig Fördermittel der Europäischen Union auf viel versprechende, marktnahe Entwicklungen zu fokussieren und diese so voranzutreiben. EPoSS wurde Anfang Juli 2006 mit Unterstützung der Europäischen



Optische Inspektion von Lötstellen. Quelle: ZAVT.

Kommission durch die zuständige Kommissarin Viviane Reding offiziell gegründet und der Öffentlichkeit vorgestellt.

Als „smart systems“ bezeichnet EPoSS intelligente technische Systeme, die in der Lage sind, komplexe Situationen autonom zu analysieren und daraufhin Handlungen einzuleiten. Sie sind in der Regel extrem miniaturisiert, energieautonom und können mit ihrem Umfeld kommunizieren. Über 200 Unternehmen sind bereits Mitglied von EPoSS; die Plattform steht weiteren Firmen offen.

Die Breite der teilweise neuartigen Aufgabenstellungen auf dem Weg zur Smart System Integration und deren vielfältige internationale Verknüpfung bieten den deutschen MST-Unternehmen Chancen bis zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle. Der Erfolg hängt dabei wesentlich von der Zusammenarbeit über Branchengrenzen hinweg ab. Über Netzwerke können Unternehmen ihre Kräfte – beispielweise in Forschung, Weiterbildung und internationalem Marketing – bündeln und Aufwendungen für die Suche nach geeigneten Partnern reduzieren. Um die Kooperation gerade von kleinen und mittleren Firmen zu befördern, sind in den vergangenen Jahren neue Netzwerkmodelle entstanden und erfolgreich erprobt worden. IVAM, der Fachverband für Mikrotechnik, bietet sich dabei sowohl als branchenübergreifendes Firmennetzwerk als auch als Werkstatt für neuartige Netzwerkmodelle an.

Dr. Werner Wilke ist Geschäftsführer der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin.

wilke@vdivde-it.de
www.vdivde-it.de

Impressum

»inno«
Innovative Technik – Neue Anwendungen

Herausgeber:
IVAM e.V.
Emil-Figge-Str. 76
44227 Dortmund



Redaktion:
Josefine Zucker
Dr. Christine Neuy
Dr. Uwe Kleinkes

Kontakt:
Josefine Zucker
Tel.: +49 231 9742 7089
E-Mail: jz@ivam.de

Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Nachdruck ist nur mit Genehmigung der Redaktion und Quellenangabe gestattet.



Was kommt nach der Nanotechnologie? KMU zwischen Trend und Wertschöpfung

Dr. Uwe Kleinkes

Nach dem Nanometer kommt das Angström und dann ist erstmal Schluss mit der Miniaturisierung. Doch was folgt wirklich nach der Nanotechnologie? Geburt, Leben, Sterben und Wiederauferstehung von Technologien werden im sogenannten Hype-Cycle der Gartner-Group (www.gartner.com) sehr gut beschrieben.

Zu Beginn einer jeden Technologie gibt es Veröffentlichungen in Fachmagazinen, die in der breiten Öffentlichkeit kaum wahrgenommen werden. Doch dann setzt ein positiver, sich selbst verstärkender Kreislauf ein, in dem Medien, mediengewandte Wissenschaftler und am Schluss die Politik eine Technologie auf den Gipfel der überzogenen Erwartungen führen. Hier wären wir beim Thema Nanotechnologie: Beim Versuch, die Laborergebnisse in die harte Realität zu übertragen, durchläuft man das Tal der Enttäuschungen. Die Mikrotechnik ist mit einigen Anwendungen noch in diesem Tal, zum Teil aber bereits weit darüber hinaus auf dem Pfad der Erleuchtung, wenn man zum Beispiel den Automotive-Bereich sieht.

Interessant ist beim Hype-Cycle auch die Zeitachse. Voice-over-IP ist jetzt im Markt angekommen, und ich kann offene Rechnungen in den USA sehr preisgünstig per Telefon anmahnen. Nach dem Zusammenbruch im Jahr 2000/2001 hätte niemand mehr viel Geld in Internettechnologie gesteckt, doch inzwischen gibt es Erfolgsgeschichten, die auf uns ganz selbstverständlich wirken. Alle Teile des Hype-Cycles sind am Ende wichtig, auch die Verstärkung der Popularität durch Politik und kommunikationsstarke Professoren.

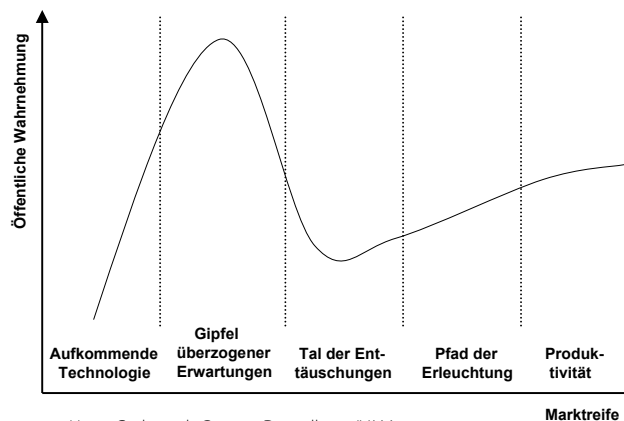
Kleine und mittlere Hightechunternehmen (KMU) müssen einen Spagat hinbekommen. Zum einen können sie ihren Geschwindigkeitsvorteil gegenüber den großen Konzernen beim Kreieren neuer Produkte nutzen. Auf der anderen Seite müssen sie so nah am Markt arbeiten, dass sie ihre Investitionen zeitnah wieder herein bekommen. Auf einem großen Finanzpolster kann sich hier niemand ausruhen. Entscheidend beim Hype-Cycle ist die Zeitskala. Wer als KMU nur mithüpft, weil alle in Nano machen, tritt eventuell ohne entscheidendes Alleinstellungsmerkmal gegen den Rest der Welt an. Wer das Interesse verliert, nur weil er durch das Tal der Enttäuschungen geht, verpasst vielleicht eine Chance in seiner Marktnische.

KMU suchen und bieten Orientierung

Orientierung bieten die großen Trends. Die Miniaturisierung durch Mikro- und Nanotechnologie ist in einigen Branchen ja gerade erst angekommen. Nur weil Mikrofluidik in den Medien nicht mehr so stark vorkommt wie etwa

Carbon Nanotubes, heißt das nicht, dass Pharmakonzerne oder Maschinenbauunternehmen zurzeit nicht Produkte aus genau diesem Bereich benötigen. Für Technologieanbieter ist es manchmal schwer nachzuvollziehen, wie aufwändig große Unternehmen etwa anhand von Technologieroadmaps nach neuen Lösungen suchen. Hightech-KMU sollten also nicht nur nach Orientierung suchen, sondern diese auch bieten. Die eigene Sichtbarkeit am Markt mit klaren Aussagen zum technologischen Angebot ist so wichtig wie die Innovationen selbst. Die Kunst dabei ist, dem Kunden das Gefühl zu geben, dass man die technologische Lösung besitzt, ohne sie im Detail zu verraten.

sicherlich den Hype-Cycle bei Politik und Investoren. Einige Auguren sind hier sehr darum bemüht, den Eindruck zu vermitteln, dass sie exklusiv im Besitz von Marktdaten sind, ohne jedoch allzu nah auf konkrete Inhalte oder die Ableitung der Daten einzugehen. Bewährtes Mittel auf Konferenzen ist es, die Marktstudien auf Power-Point-Folien mit den Zahlenkolonnen für die Zielmärkte innerhalb von Zehntelsekunden durchzurattern. Aber auch hier findet ein scharfer Wettbewerb mit den besser werdenden Verschlusszeiten der Digitalkameras statt: Auf der letzten Konferenz hat ein amerikanischer Kollege die Power-Point-Folien ungerührt abfotografiert.



Hype-Cycle nach Gartner. Darstellung: IVAM.

Übergang der Bereiche

Dass man daraus Trends und Wertschöpfung generieren kann, wage ich zu bezweifeln. Was sicherlich zu nehmen wird, ist die Verzahnung der Bereiche. Wenn ein erfolgreiches System, wie etwa ein Biochip, am Markt etabliert ist, wird es eine Nachfrage aus angrenzenden Gebieten geben. Nach der Nanotechnologie folgt dann die hochgradige Vernetzung aller Bausteine und Prozesse, welche innovative, am Markt nachgefragte Produkte möglich macht. Das beginnt mit den neuen Materialien, geht über die Mikrosystemtechnik und die Nanotechnologie und mündet in

deren Integration in bestehende Systeme sowie in neue Produktionstechnologien.

Das 7. Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union geht bis 2013. So lange wird es den Hype um die Nanotechnologie auf jeden Fall noch geben. Was danach kommt, wissen wir noch nicht – aber wir arbeiten dran. Die „Femtotechnologie“ wird es nicht sein, aber vielleicht schaffen wir es, einen neuen Begriff zu erfinden, wie web 2.0, und ihn dann mit Inhalten zu füllen. Wir werden für das neue Kunstwort Internetadressen reservieren und Kongresse ins Leben rufen, um am aufsteigenden Ast des Hype-Cycles mitzuverdienen. Falls das nicht klappt, machen wir übrigens noch echte Produkte. Für die alternde Gesellschaft, für mehr Energieeffizienz, für den mobilen Menschen. Das klappt bestimmt.

 IVAM Research
www.ivam.de



Vom Steckverbinder zur integrierten Systemkomponente

Stefan Jörgens

Die Integration von elektronischen Bauelementen kann Vorteile über die gesamte Prozesskette bieten. Der Trend vom einfachen Steckverbinder hin zur integrierten Systemkomponente wird sich daher in Zukunft weiter und noch schneller fortsetzen. Hierbei sind zwei grundsätzliche Richtungen zu beobachten.



Abb. 1: SIM-Karten-Verbinder mit integriertem ESD/EMI-Chip, Langversion. Quelle: Lumberg Connect GmbH.

Zum einen werden Steckverbindungen in immer komplexere, mechatronische Systeme integriert und müssen dabei immer höhere Anforderungen zum Beispiel bezüglich der Leistungsdichte erfüllen, sodass eine ausschließliche Betrachtung der Steckverbindungen zu kurz gegriffen ist. Zum anderen werden in die Steckverbindungen selbst zunehmend weitere Funktionen – in der Regel mit elektronischen Bauelementen – integriert. Die so entwickelten Lösungen sind jedoch nur dann sinnvoll, wenn sie in der ganzheitlichen Systembetrachtung unter Kosten-Nutzen-Aspekten einen Mehrwert für den Anwender im Vergleich zur bisherigen Situation generieren. Dies gilt auch und insbesondere für Verbindungskomponenten, die in mobile Endgeräte integriert sind.

Fallbeispiel: SIM-Karten-Verbinder

Eine Komponente, die diesem Trend gefolgt ist, und für die schon heute entsprechende Lösungen vorliegen, ist der SIM-Karten-Verbinder (SIM = Subscriber Identity Module). Hier sind mit Hilfe eines integrierten Chips ESD- und EMI-Fragestellungen (Electrostatic Discharge = elektrostatische Entladung; Electromagnetic Interference = elektromagnetische Störaustrahlung) gelöst. Bei bisher üblichen Lösungsansätzen werden diskrete Bauelemente auf der Leiterplatte platziert, um derartige Störungen für empfindliche Bauteile zu minimieren oder Störaussendungen zu unterdrücken.

Eine von Lumberg entwickelte Lösung integriert alle für die ESD/EMI-Funktion erforderlichen diskreten Bauelemente in einem Chip. Der Chip bildet die in Abbildung 3 gezeigte Topologie, die für einen Kontakt eines SIM-Verbinders dargestellt ist, als in sich geschlossenes System für alle SIM-Kontakte ab, und

wird direkt in das elektromechanische Bauteil integriert, ohne die handelsüblichen Maße für einen SIM-Karten-Verbinder zu verändern. Als Alternative zu dieser so genannten Langversion bietet eine Kurzversion, bei der die SIM-Karte nicht komplett in einem Kontaktträger liegt, sondern über diesen hinausragt, auf der Leiterplatte noch zusätzlichen Bauraum. Die elektrischen Verbindungen zwischen den SIM-

255 °C durchgeführt worden. Im Anschluss wurden Qualifikationsprüfungen durchgeführt, wobei in Bezug auf den integrierten Chip vor allem auf schwingungstechnische und thermische Belastungsprüfungen Wert gelegt wurde. Um die thermischen wie auch die mechanischen Fragestellungen – weit im Vorfeld zur Werkzeugerstellung – zu klären, werden entsprechende numerische Berechnungsmethoden eingesetzt.

Vorteile über die gesamte Prozesskette

Die Vorteile der Lösung sind über die gesamte Prozesskette zu finden: Hier brauchen sich Schaltungsentwickler und Layouter keine Gedanken um die Gestaltung der ESD/EMI-Funktion zu machen – dies wird durch den Chip gelöst. Dazu sparen nicht benötigte diskrete Bauelemente wertvollen Platz auf der Leiterplatte. In der weiteren Prozesskette werden außerdem Zeit für Setzvorgänge sowie Kosten für die Einzelbauteile eingespart. Die Kombination von elektromechanischen Bauelementen und Chips unterstützt beispielsweise Plattformkonzepte von Mobiltelefonherstellern. Das Gesamtkonzept ist eine Kooperation der Unternehmen Lumberg und Epcos.

Lumberg Connect GmbH, Schalksmühle
www.lumberg.com

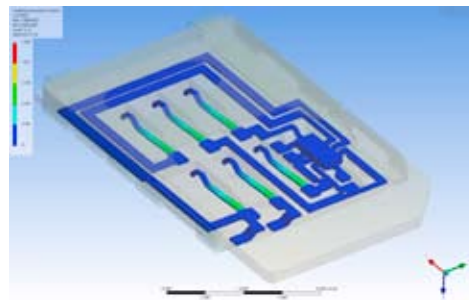
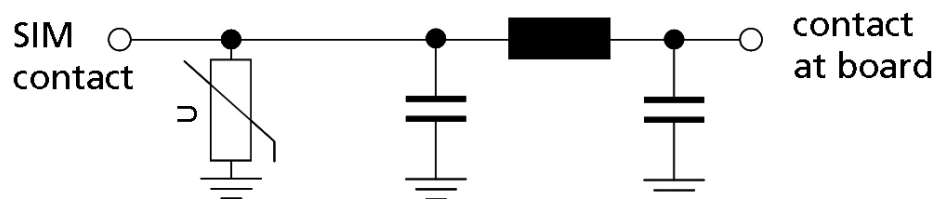


Abb. 2: SIM-Karten-Verbinder mit integriertem ESD/EMI-Chip, Kurzversion, mit FEM-Simulations-Ergebnissen. Quelle: Lumberg Connect GmbH.

Kontakten und dem Chip werden mittels eines Stanzgitters realisiert, welches wiederum im Fertigungsprozess des SIM-Karten-Verbinders mit einem Kunststoff, in diesem Fall LCP (Liquid Crystal Polymer), umspritzt wird. Dieser flüssigkristalline Werkstoff realisiert sehr filigrane Spritzkonturen und kann den in bleifreien Lötprozessen geforderten Temperaturen widerstehen.



Im hier vorgestellten Kontext ist es allerdings nicht nur für den Kontaktträger als solches unerlässlich, die Lötprozesse unbeschadet zu überstehen, sondern auch der Chip – einschließlich der systeminternen Lötstellen zum Stanzgitter – muss diesen Belastungen standhalten können. Während der Qualifizierung dieses Bauteils sind fünf aufeinander folgende Reflowlötprozesse mit Peaktemperaturen von

Abb. 3: Topologie für einen Kontakt eines SIM-Verbinders. Quelle: Lumberg Connect GmbH.



Aufbau- und Verbindungstechnik – Fügmaterialien für eine erfolgreiche Systemintegration

Thorsten Götsche

Die Möglichkeiten der Aufbau- und Verbindungstechnik (AVT) werden bei Entwicklungen komplexer Systeme oft unterschätzt. Der AVT kommt eine weitaus größere Bedeutung zu als das bloße Verbinden: Je größer der Integrationsgrad eines funktionellen Systems, umso komplexer die Anforderungen an eine optimierte Verbindungstechnik.

Dies betrifft vor allem die verbindungsgerechte Komponenten- und Materialwahl in der Systemkonzeptionsphase. Anhand einer aktuellen Entwicklung am HSG-IMIT, einem Medikamentendosiersystem für den Mundraum, werden nachfolgend Beispiele aufgezeigt.

IntelliDrug: Funktionelle Zähne als orales Medikamentendosiersystem

IntelliDrug ist ein intelligentes Medikamentendosiersystem, welches, integriert in Zahnprothesen, neue Wege in der Suchttherapie aufzeigt. Das System wurde in enger Zusammenarbeit mit einem internationalen Konsortium im Rahmen des 6. Rahmenprogramms der Europäischen Union (IST-FP6, 002243) entwickelt und basiert auf dem in Abbildung 1 skizzierten Konzept: Über eine osmotische Membran wird Wasser aus dem Speichel in ein Medikamentenreservoir gepumpt, das eine feste Wirkstoffpille auflöst. Über ein Mikroventil wird das Medikament an die Mundschleimhaut verabreicht. Ein Durchflusssensor detektiert die

abgegebenen Volumina und der Füllstandsensoren die vollständig aufgelöste Medikamentenpille. Die Dosierzyklen des gekapselten Systems können berührungslos programmiert werden. Abbildung 2 zeigt das Dosiersystem und die Integration in eine Zahnprothese.

Einsatz von Silikonen als Dicht-, Konstruktions- oder Fügwerkstoff

Polydimethylsiloxan (PDMS) ist in der Mikrosystemtechnik als biokompatibler Konstruktionswerkstoff zur Prototypenfertigung elastischer Bauteile bekannt. Die Soft-Lithografie stellt hierbei die Kerntechnologie dar, welche darauf basiert Masterstrukturen abzugießen. Mikrotechnisch werden Masterstrukturen häufig durch die Strukturierung von Siliziumwafern erzeugt. Die Tiefe der Strukturen beträgt bis zu 400 Mikrometern, in Ausnahmefällen mehr. Alternativ hierzu besteht die Möglichkeit, fünf bis 200 Mikrometer dicke Schichten aus photolithografisch strukturierter Epoxidharz abzuformen.



Abb. 2: IntelliDrug-System (oben) und Integration in eine Zahnprothese. Quelle: HSG-IMIT.

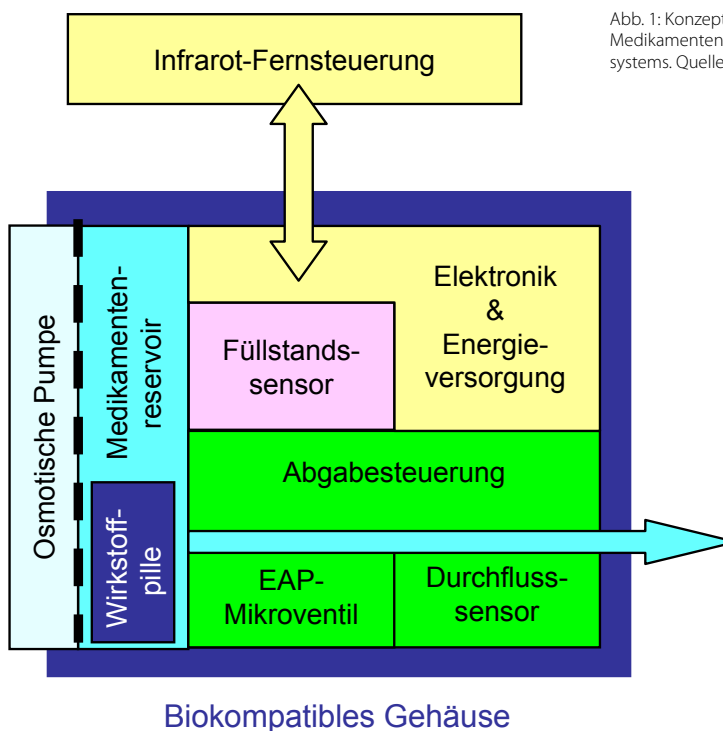


Abb. 1: Konzept des Medikamentendosiersystems. Quelle: HSG-IMIT.

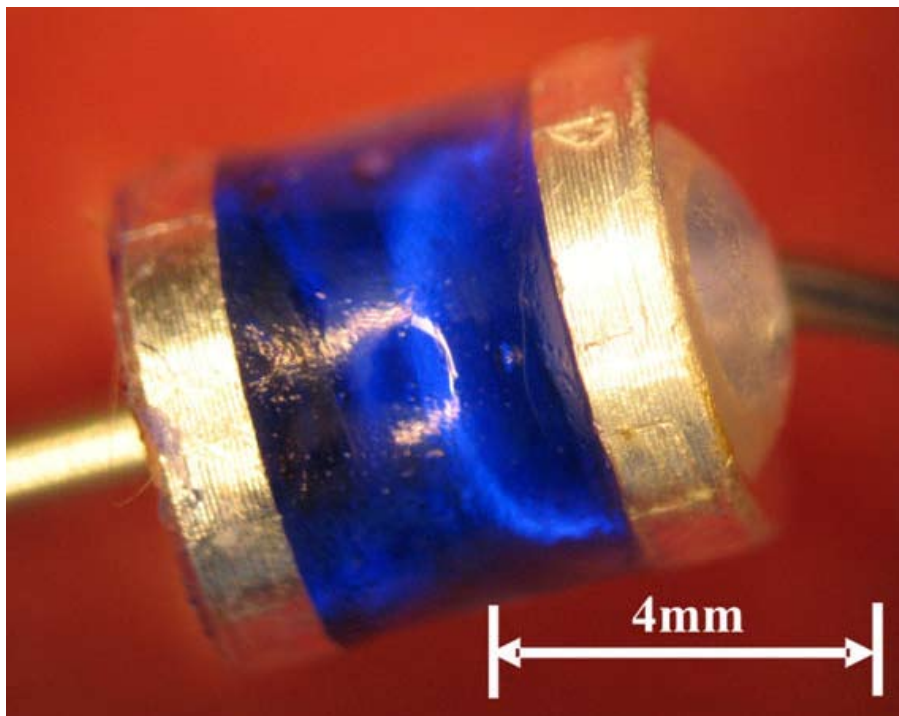
Dabei sind Tiefentoleranzen von \pm zwei Mikrometern sowie laterale Toleranzen von \pm einem Mikrometer realistisch. Von Bedeutung für die Verarbeitung von Silikonen sind die in der jeweiligen Anwendung vorliegenden Bedingungen. Um auf diese möglichst flexibel reagieren zu können, werden dem Anwender Silikone mit verschiedenen Vernetzungssystemen angeboten.

Additionsvernetzende Silikone

Bei den additionsvernetzenden Silikonen handelt es sich meist um zweikomponentige Silikone. Der Einfluss eines Platin-Katalysators leitet die Vernetzungsreaktion ein, welche ohne Bildung von verbleibenden Spaltprodukten abläuft. Diese Silikone weisen keinen vernetzungsbedingten Schrumpf auf und sind durch ihre schnelle Härtung wirtschaftlich interessant. Nachteilig ist die Empfindlichkeit des Vernetzungsvorgangs gegenüber Katalysatorgiften, welche die Funktion des Katalysators stören. Fluidische Schnittstellen im IntelliDrug-System sind mittels soft-lithografisch



Abb. 3: Elektrolytreservoir im IntelliDrug-System. Quelle: HSG-IMIT.



hergestellter Formteile in additionsvernetztem Sylgard 186 (Dow Corning) realisiert.

Kondensationsvernetzende Systeme

Bei kondensationsvernetzenden Systemen werden Organo-Zinn-Verbindungen als Katalysator eingesetzt, für die es kaum Katalysatorgifte gibt. Diese Vernetzungsreaktionen, die unter Vorhandensein von Luftfeuchtigkeit ablaufen, sind langsamer (bis zu mehreren Tagen bei Raumtemperatur) als die Additionsreaktionen. Viele Silikonklebstoffe, auch der im Intelli-Drug-System eingesetzte Med2000 (Nusil), vernetzen derart und sind für eine Vielzahl von Fügepartnern geeignet. In unserem Fall wird eine chemisch inerte, dichte aber flexible Fixierung der empfindlichen osmotischen Membran erzielt.

Parylene: mehr als ein Beschichtungsmaterial

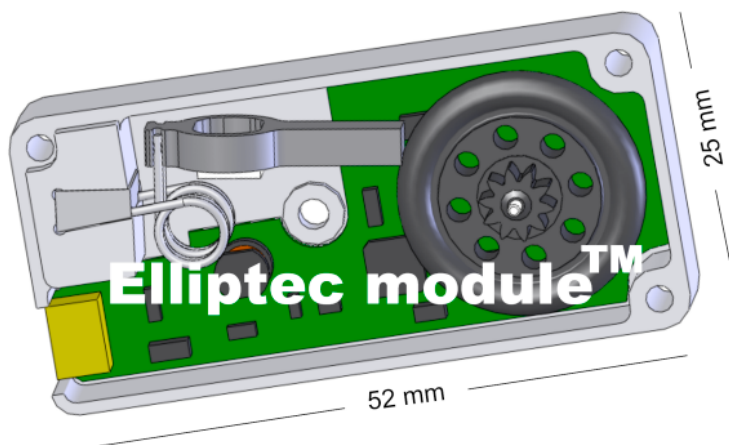
Parylene ist ein chemisch inerte, hydrophober, transparenter, biokompatibler polymerer Werkstoff mit breitem Anwendungsspektrum. Im Vakuum werden Monomere verdampft, um anschließend bei Raumtemperatur direkt auf beliebigen Geometrien und Materialien porrenfrei in Dicken von 0,1 bis 50 Mikrometer zu vernetzen. Als Korrosionsschutz, Abrasionsschutz, aber auch zur Reibungsreduzierung wird Parylene in medizintechnischen Produkten verwendet. Schichtdicken mit einer Dickentoleranz von unter einem Mikrometer können selbst in Hinterschnidungen und Hohlräumen erzielt werden.

Im IntelliDrug-System wird Elektrolyt, der zum Betrieb des EAP-Ventils (EAP = elektroaktives Polymer) erforderlich ist, in einem flexiblen Elektrolytreservoir bereitgestellt. Um dieses gegen seine Umgebung abzudichten, ist es durch eine 4,7 Mikrometer dicke Parylene-Membran verschlossen. Der Fügeprozess zwischen der Parylene-Membran und der Metallstruktur des Reservoirs erfolgt durch direkte Abscheidung des Parylens auf eine polymere Grundierung der Metallstruktur. Hierdurch erübrigen sich nachfolgende Fügeschritte. Die Befüllung dieses Reservoirs gelingt durch ein stirnseitig angebrachtes Silikonseptum (Abbildung 3).

HSG-IMIT, Villingen-Schwenningen
www.intellidrug.org
www.hsg-imit.de

Anzeige

präzise · intelligent · Piezoantrieb



- einfache mechanische und elektronische Integration
- Elliptecmotor, angetriebenes Element und Elektronik
- analoge (DC) Eingangsspannung oder
- Ansteuerung durch „Pulse-and-Direction“
- lieferbar mit verschiedenen Softwarevarianten

Besuchen Sie uns



Elliptec Resonant Actuator AG
www.elliptec.com


 Dr. Matthias Kautt
 Dr. Markus Frietsch
 Dr. Carsten Natzeck

Mit Nanotechnologie den richtigen Riecher

„Elektronische Nasen“ sind hochtechnologische Hoffnungsträger für komplexe gassensorische Aufgaben. Als universelle chemische Zustandsmelder werden sie bereits in sensiblen Bereichen wie der Sicherheitstechnik, der Lebensmittelindustrie, der chemischen Produktion sowie dem Umweltmonitoring angewandt. Der Trend geht hin zur Integration in bestehende Systeme, die dadurch intelligenter werden.

Wie bei der biologischen Nase erfolgt die Gasanalyse mit einer Elektronischen Nase integral. Das bedeutet, dass ein Geruch, der ein Ensemble aus verschiedenen Gasen darstellt, als eine Einheit behandelt und nicht in einzelne Komponenten zerlegt wird. Es ist jedoch auch möglich, einzelne Komponenten innerhalb eines komplexen Gasensembles, zum Beispiel Raumluft als Hintergrundatmosphäre, mit einer Elektronischen Nase sicher zu detektieren und zu quantifizieren.

Simultane Messwerterfassung

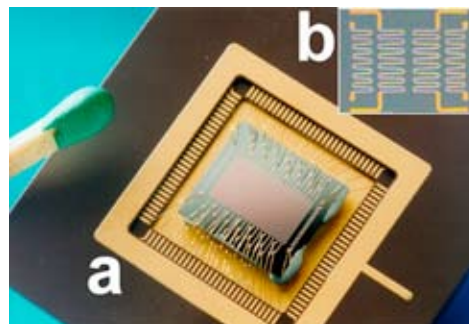
Ein Elektronische-Nasen-System kann auf unterschiedlichen sensorischen Prinzipien basieren – alle Systeme haben jedoch die Gemeinsamkeit, dass sie mehrere, verschiedene Gassensoren verwenden und deren Signale integral auswerten. Die Messwerterfassung geschieht dabei nahezu simultan und liefert so genannte Signalmuster, die sich aus den unterschiedlichen Einzelsignalen zusammensetzen. Diese sind charakteristisch für eine bestimmte Gaszusammensetzung oder für ein zu analysierendes und über die Gasphase zu detektierendes Ereignis.

Die analytische Leistungsfähigkeit einer Elektronischen Nase wird dabei nicht nur durch das zugrunde liegende Sensorprinzip bestimmt, sondern auch durch den Einsatz geeigneter Algorithmen für die nachfolgende Signalverarbeitung. Diese Algorithmen werden mit Hilfe von Messwerten erstellt, die in einem so genannten „Training“ (vergleichbar beispielsweise mit der Kalibration in der Gaschromatographie) erhalten werden. Während des Trainings werden der Elektronischen Nase später nachzuweisende Zielkomponenten (Einzelgase oder Gerüche) definiert in verschiedenen Konzentrationen angeboten und die zugehörigen Signalmuster „erlernt“.

Der mitunter hohe technische Aufwand bei der Herstellung von Elektronische-Nase-Systemen schlägt sich nicht selten in entsprechenden Kosten nieder, was einer breiteren Anwendung dieser Systeme entgegensteht. Ein in Karlsruhe entwickelter Ansatz erlaubt die mikrotechnische Integration nanoskaliger Materialien zum Aufbau eines gassensitiven Mikroarrays mit hoher analytischer Leistungsfähigkeit.

Die Herstellung des Mikroarrays geschieht in wenigen Prozessschritten, was zu erheblichen Kosteneinsparungen führt. Folgerichtig erfreut sich die im Programm Nano- und Mikrosysteme des Forschungszentrums Karlsruhe entwickelte und seit drei Jahren durch die Firma SYSCA AG als ARTINOS® kommerzialisierte Elektronische Nase auch steigendem Interesse.

Ihr gassensorisches Herzstück ist das bereits erwähnte und etwa fingernagelgroße Gassensor-Mikroarray, das auf einem einzigen – monolithisch aufgebauten und in Sensorsegmente unterteilten – Metalloxidfilm (in der Regel Zinndioxid) aufbaut. Der Gasnachweis beruht auf der Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit des auf 200 bis 300 °C beheizten Metalloxids von der Luftzusammensetzung. Durch den Einsatz gassensitiver Metalloxidschichten



Nanofunktionales Gassensor-Mikroarray kontaktiert in Gehäuse – a) Vorderseite, b) Rückseite – mit 4 unabhängigen Heizungen.
 Quelle: Forschungszentrum Karlsruhe.

ergibt sich eine hohe Breitbandigkeit bei der Gasdetektion, welche die Grundlage für ein umfangreiches Anwendungsspektrum liefert. Weiterhin können auch noch Gaskonzentrationen im unteren ppb-Bereich (parts per billion, Teile pro Milliarde) nachgewiesen werden. Das fingernagelgroße Detektorfeld ist durch parallele Elektroden in bis zu 38 einzeln auslesbare Sensorsegmente unterteilt.

Im letzten Herstellungsschritt wird das Mikroarray mit einer nanoskaligen, gasdurchlässigen Membran beschichtet, die einen Gradienten der Schichtdicke quer über die Sensorsegmente des Mikroarrays aufweist. Üblicherweise nimmt deren Schichtdicke von rund fünf Nanometern auf der dünnen Seite auf etwa 20 Nanometer an der dicksten Stelle zu. Bedingt durch die von Sensorsegment zu

Sensorsegment unterschiedliche Membrandicke werden unterschiedliche Sensoren erzeugt. Zusätzlich zu dieser nanoskaligen Gradientenmembran wird bei der Beheizung des Mikroarrays ein Gradient der Betriebstemperatur mit vier separaten Heizungen eingestellt, sodass sich von einem zum anderen Ende des Detektorfeldes eine Temperaturdifferenz von bis zu 60 °C ergibt.

Diese doppelte Gradiententechnik bildet die Basis für die erforderliche Differenzierung der Sensorsegmente des monolithisch aufgebauten Mikroarrays, wodurch gascharakteristische Signalmuster erhalten werden können. Dadurch, dass nur ein einziges Detektormaterial eingesetzt wird, sind die Signalmuster bei Störungen und Alterungseffekten stabiler. Die Gradiententechnik erlaubt außerdem eine Zuverlässigkeitsprüfung der Sensorsignale sowie eine Minimierung des Signalrauschens.

Anwendungsgebiete

Das ARTINOS®-System hat sich in den vergangenen Jahren beispielsweise in der Pharmaindustrie bewährt, wo es zur routinemäßigen Prüfung der Gasdichtigkeit von Medikamentenverpackungen eingesetzt wird. Die analytische Aufgabe besteht hier in einem selektiven Nachweis von entweichendem Lösungsmittel im ppb-Bereich. Aktuelle Anwendungsbereiche sind vergleichende Geruchsbeurteilung, kontinuierliche Qualitätskontrolle, Quantifizierung von Gerüchen oder Einzelgasen und die Kontrolle von Prozessabläufen. Hieran zeigt sich exemplarisch, wie ein nanofunktionales Mikrosystem dem Anspruch als universeller chemischer Zustandsmelder durch das technische Nachempfinden eines menschlichen Sinnes gerecht werden kann. Die Anwendungsgrenzen der sich hieraus entwickelten, konkreten Lösungen sind heute noch nicht im Entferntesten ausgelotet.

Forschungszentrum Karlsruhe
www.fzk.de/nanomikro

SYSCA AG, Knittlingen
www.sysca-ag.de



Mikromontage mit neuartigen Positioniersystemen

Dr. Reinhard Degen

Seit es bei miniaturisierten Systemen den Bedarf für Großserienmontage gibt, wird versucht, die Montageabläufe zu automatisieren. Bei Produkten aus Komponenten mit kleinsten Abmessungen stellt die Montage oft den größten Kostenfaktor dar. Eine automatisierte Mikromontage braucht andererseits speziell angepasste Produktionseinrichtungen, um derartig kleine Komponenten handhaben zu können.

Die zukünftige Herausforderung bei der Konstruktion von Maschinen für die präzise Handhabung von Mikrokomponenten besteht darin, die Abmessungen solcher Systeme an die Größe der Bauteile anzupassen. Mittlerweile existiert ein deutlicher Trend, physikalisch kleinere Maschinen mit Mikroantriebstechnik auszurüsten. Diese beanspruchen gegenüber den früheren Maschinengenerationen eine sehr kleine Aufstellfläche, erzielen aufgrund der Miniaturisierung oft eine höhere Montagegenauigkeit, können durch die geringeren Massen eine größere Dynamik realisieren und somit wirtschaftlicher produzieren.



Micro Harmonic Drive Getriebe und Servoantrieb. Quelle: Micromotion GmbH.

Micro Harmonic Drive Getriebe und Micro Linear Pusher

Um im Bereich der Mikroantriebssysteme den Zugang zu neuen Anwendungsbereichen zu eröffnen, wurde bei der Micromotion GmbH eine Generation von hochpräzisen und spielfreien Mikrogetrieben entwickelt: die Micro Harmonic Drive Getriebe. Diese sind nur als Getriebebox verfügbar, um die Einbindung in die Maschinenumgebung zu vereinfachen. Verschiedene Varianten ermöglichen es dem Anwender, die Box entweder direkt mit gängigen Mikromotoren zu kombinieren oder den Motor seitlich anzubauen. Die optional erhältliche Hohlwelle kann für die Durchführung von Laserstrahlen, optischen Fasern oder die Luftversorgung durch eine zentrale Achse der Getriebebox genutzt werden.

Die Getriebe bilden auch die Grundlage für den Micro Linear Pusher, ein Mikrolinearverstellersystem für die Optik und Halbleiterfertigung.

Das spielfreie Verstellersystem ist in einem Querschnitt von zehn auf zehn Quadratmillimeter untergebracht, besitzt eine Masse von nur 20 Gramm und ermöglicht Verstellwege bis 25 Millimeter. Durch die beiden in das Mikrosystem integrierten Endlagenschalter wird eine hohe Betriebssicherheit erzielt, und es entfällt der Bedarf für ein zusätzliches Linearmesssystem, da das Getriebe mit einem spielfrei vorgespannten Muttersystem kombiniert ist.

3-Achs-Mikropositionierer: Bauteiljustage in drei Freiheitsgraden

Es gibt eine Vielzahl von Justageaufgaben in der Mikrotechnik, die Bewegungen in drei Freiheitsgraden benötigen. Für diese Art von Anwendungen hat die Micromotion GmbH den 3-Achs-Mikropositionierer entwickelt. Die kompakte Einheit mit einem Durchmesser von 36,2 und einer axialen Länge von weniger als 50 Mil-

limetern ist mit zwei linearen und einer rotatorischen Achse ausgestattet. Die Linearachsen werden von Excenterantrieben angetrieben, welche einen kleinen Verstelltisch in x- und y-Richtung bewegen. Auf dem Verstelltisch ist die Theta-Achse aufgebaut, mit der das Werkzeug direkt angetrieben wird. Die Konstruktion wiegt unter 50 Gramm und bietet Genauigkeit im Sub-Mikrometerbereich sowie eine einfache Steuerung, da für alle Achsen Schrittmotoren verwendet werden.

Eine weitere wichtige Eigenschaft, insbesondere im Vergleich mit Piezoantrieben, ist der große Verstellweg der Linearachsen bei gleichzeitig einfacher Regelung und hoher Prozessstabilität unter Produktionsbedingungen. Typischerweise werden derartige Einheiten zur Feinpositionierung verwendet und sind „huckepack“ an groben, schnellen Positionierachsen montiert. Hierbei ist das geringe Eigengewicht von besonderer Bedeutung. Der Trend zu immer kür-



Der Nanostage: konventionelle Antriebstechnik für extreme Anforderungen an die Genauigkeit. Quelle: Micromotion GmbH.

zeren Zykluszeiten in der Montage hat eine Zunahme der Dynamik in den Grundachsen zur Folge, die oftmals als Lineardirektantriebe ausgebildet sind.

Neue Positionieranwendungen durch Nanoversteller

Gängige Positioniersysteme mit einer Auflösung im Bereich weniger Nanometer basieren auf dem piezoelektrischen Effekt. Durch den Einsatz derartiger Techniken ergeben sich jedoch unterschiedliche Probleme wie Positionsverlust bei einer Unterbrechung in der Spannungsversorgung, lokaler Verschleiß, insbesondere bei Inch-Worm Antrieben, ein Überschwingen während des Positionierens und ein relativ kurzer Verstellweg im Vergleich zur Baugröße. Zudem sind ein direktes Wegmesssystem sowie ein kostenintensiver Regler erforderlich.

Die Besonderheit des neuen Nanopositioniersystems ist die Kombination eines hochpräzisen und hochauflösenden Mikrogetriebemotors mit der kinematischen Struktur von monolithischen Festkörpergelenken. Diese verwirklichen zum einen das Führungssystem und zum anderen eine zusätzliche Untersetzung. Aufgrund des Schrittmotors wird nur eine einfache Steuerungstechnik benötigt, und gleichzeitig wird durch das Micro Harmonic Drive Getriebe eine sehr hohe Auflösung erzielt.

Micromotion GmbH, Mainz
www.micromotion-gmbh.de

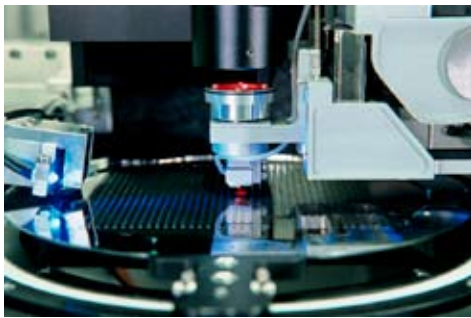


Montage von Mikrosystemen mit Methoden der Halbleitertechnik

Dr. Jörg-R. Kropp

Bauelemente und Sensoren werden immer kleiner und komplexer – sie entwickeln sich zu Mikrosystemen. Es wird erwartet, dass die neue Produktgeneration kostengünstiger ist als die vorhergehende. Dieser Forderung kann man als Hersteller jedoch nur durch neue Fertigungskonzepte in der Aufbau- und Verbindungstechnik nachkommen.

Bei der Montage von speziellen Bauelementen besteht heute ein großer Aufwand im individuellen Handling der einzelnen Chips sowie in der besonderen Gehäusetechnik. Ein Weg der Weiterentwicklung besteht hier in der Adaption von Fertigungsmethoden, wie sie schon lange in der Massenproduktion von Halbleitern eingesetzt werden, an die Erfordernisse der Herstellung von Mikrosystemen.



Laserlötlung von Bauteilen auf den Submount-Wafer.
Quelle: EZconn Europe GmbH.

Der Wafer als Montageplattform

In der Halbleitertechnik wird der Silizium-Wafer als Ganzes prozessiert, um viele tausend Bauteile nahezu gleichzeitig herzustellen. Übertragen auf die Aufbau- und Verbindungstechnik kann nun ein Wafer als Montageplattform für eine große Zahl von hybriden Mikrobaugruppen, so genannten Mikromodulen, dienen. In der Fertigung werden dann nicht mehr die einzelnen Mikrobaugruppen behandelt, sondern durch die Bearbeitung der ganzen Wafer einige hundert oder tausend Mikromodule gleichzeitig prozessiert. Bei der Realisierung eines solchen Montagekonzeptes kann man bei der Auslegung der Maschinen und Prozesse auf die Methoden und Erfahrungen der Halbleitertechnik zurückgreifen. Die Bereitstellung von zu montierenden Chipkomponenten erfolgt auf einer speziellen Klebefolie („Blue-Tape“). Mit Mikrokameras und angeschlossenem Bilderkennungssystem lassen sich die Chipkomponenten mit sehr hoher Genauigkeit auf dem Wafer positionieren.

Die Montage erfolgt mit einem Lötverfahren, bei dem der Wafer durch die Strahlung eines Halbleiterlasers lokal erhitzt wird. Auch eine

Erwärmung auf höhere Temperaturen ist möglich, so dass die Bauelemente mit Gold-Zinn-Legierung als Lot montiert werden können. Dadurch kann ohne Flussmittel gearbeitet werden. Die hochauflösende Überwachung ermöglicht in der Serienproduktion bei der Positionierung der einzelnen Bauteile auf dem Wafer eine Genauigkeit herunter bis zu +/- einem Mikrometer. Neben dieser Löttechnik kann auf dem Wafer natürlich auch die klassische Klebtechnik angewandt werden. Hier sind die Positionsgenauigkeiten mit circa zehn Mikrometern etwas schlechter. Ebenfalls im Wafer-Maßstab erfolgt die elektrische Kontaktierung der Chips und Bauelemente untereinander auf einem Mikromodul durch Bonden mit Goldfeindraht.

Der Wafer als Baugruppe für Charakterisierung und Burn-In

Wenn man den Wafer als hybride Montageplattform nutzt, so ist es auch möglich, die einzelnen montierten Mikromodule auf dem Wafer mit der gleichen Methode wie in der Halbleitertechnik zu testen. Man kann jedes Mikromodul einzeln mit Messspitzen kontaktieren, um die relevanten Größen zu messen und abzufragen. Neben rein elektrischen Parametern können auch optische Parameter wie Wellenlänge, emittierte Leistung oder Empfindlichkeit gemessen werden, oder aber mit sehr hoher Genauigkeit mechanische Parameter wie Lage oder Form überprüft werden.



Charakterisierung von elektrischen und optischen Parametern durch On-Wafer-Messtechnik. Quelle: EZconn Europe GmbH.

Darüber hinaus gibt es ein Verfahren, die einzelnen Mikromodule auf dem Wafer elektrisch zu verbinden. Hier kontaktiert man den Wafer nur am Waferrand und kann trotzdem alle Mi-

kromodule betreiben. Diese Anordnung eignet sich zusätzlich besonders gut für den so genannten „Burn-In“ von Bauteilen. Hier werden alle Mikromodule auf dem Wafer aktiv für längere Zeit (beispielsweise für 48 Stunden) betrieben, wobei man den Wafer zusätzlich zum Beispiel auf 95 °C erhitzt. Die Bauteile werden „eingebrennt“, was bedeutet, dass eventuell auftretende Veränderungen in den ersten Betriebsstunden überwacht werden können. Da viele tausend Mikromodule auf einem Wafer gleichzeitig betrieben werden, ist dies ein sehr effektives und kostengünstiges Verfahren.

Prozessüberwachung und Qualitätssicherung

Für Wafer gibt es ein elektronisches Daten-File, in dem für jedes Mikromodul die unterschiedlichsten Daten gespeichert werden. Zum einen werden während der Montage spezielle Prozessdaten abgelegt. Darüber hinaus können Identifikationen über montierte Chips oder Messwerte aus Prüfprozessen hinterlegt werden. Das individuelle Daten-File stellt sowohl ein Spiegelbild der Prozesse als auch der Eigenschaften und Qualität der einzelnen Mikromodule dar. Mit spezieller Software lässt sich so zu jedem Zeitpunkt der Produktion ein Einblick in die Fertigungsqualität erhalten.

Zum Abschluss der Fertigung steht für jedes einzelne Mikromodul ein ausführlicher Datensatz zur Verfügung, der unter anderem bei der weiteren Montage verwendet werden kann. Sobald Montage und Prüfungen abgeschlossen sind, wird der Wafer wie in der Halbleitertechnik gesägt. Als Ergebnis stehen die hergestellten Mikromodule für den nächsten Packaging-Schritt auf einem Blue-Tape zur Verfügung.

Die beschriebenen Technologien werden seit mehr als zehn Jahren erfolgreich in der Produktion von optischen Komponenten für die Nachrichtentechnik eingesetzt. Die Firma EZconn Europe GmbH mit Sitz in Berlin bietet diese Aufbau- und Verbindungstechnik nun auch als Dienstleistung am Markt an.

EZconn Europe GmbH, Berlin
www.ezconn.de



Smart Systems Integration – Der Schlüssel zum Erfolg zukünftiger Mikro- und Nanotechnologien?

Prof. Dr. Thomas Geßner
Mario Baum

Systemintegration und miniaturisiertes Packaging von elektronischen Produkten bestimmen in hohem Maße den wirtschaftlichen Erfolg von Herstellern und Anwendern aus den Consumer Electronics, der Telekommunikation, dem Maschinenbau, der Medizin- und KfZ-Technik. In diesem Umfeld ist ein hohes technologisches Entwicklungsniveau erforderlich, um langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben.

Elektronische Systeme mit optimierten Soft- und Hardwarelösungen stellen die Basis der Informations- und Kommunikationstechnik dar. Der Fortschritt in der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik und die damit verbundene Miniaturisierung dieser Systeme ermöglichen einen breiten Einsatz in nahezu allen Industriebranchen. Die intelligenten Systeme können sich identifizieren, sind vernetzt, autark, unterscheiden zwischen Daten und Information und verfügen über Möglichkeiten der Selbstdiagnose und -heilung.

forderungen zu realisieren. Die Medizintechnik und die Lebenswissenschaften bergen ein enormes Potenzial für den Einsatz intelligenter Sensorsysteme, die unbemerkt wichtige Daten aufnehmen, verarbeiten, speichern und übertragen können. So können die Gesundheit und der Zustand eines Menschen online überwacht werden. Selbst unsere Kleidung könnte elektronische Funktionen enthalten, die unsichtbar alltägliche Tätigkeiten unterstützen und unser Leben sicherer machen. Ein wichtiges Anwendungsfeld in der chirurgischen, neurologischen und orthopädischen Medizin sind Implantate für Gelenke, Nerven und Organe. Augenimplantate werden blinden Menschen einen Seheindruck vermitteln, und Cochlear-Implantate tragen zum besseren Hören bei Hörgeschädigten bei. Zum Einsatz kommen Mikrosensoren, die Beschleunigungen, Vibrationen, Druck, Temperatur oder gar Verschleiß messen und überwachen können.

den geeignete Verbindungsverfahren auf Wafer- und Kontaktierungsverfahren über die gefügten Wafer-Ebenen hinweg neue, innovative Lösungen schaffen.

Höhere Integrationsdichte

Nicht nur die Integration verschiedener Komponenten, auch die Miniaturisierung und Weiterentwicklung der Einzeltechnologien und -elemente stehen im Fokus der Forschung. So wird zum Beispiel in der Mikroelektronik weiterhin von der Erfüllung des Mooreschen Gesetzes ausgegangen, auch wenn hierbei physikalische Grenzen erreicht werden. Der Schritt zur Nanoelektronik ist bereits vollzogen, doch die Integrationsdichte soll weiter zunehmen. Von der Verbesserung angewandter Technologien und Materialien werden unzählige Branchen profitieren. Beispielhaft sei hier auf die Medizintechnik mit ihren minimalinvasiven und hochpräzise navigierten Operationstechniken verwiesen. Neue Analyse- und Nachweismethoden tragen in der Biotechnologie zu mehr Sicherheit und schnellerer Diagnose bei; und Prinzipien der Natur werden immer häufiger zur Realisierung komplexer technischer Systeme zu Rate gezogen. Hierbei kommen verstärkt neue Materialien zum Einsatz, die wiederum die Anzahl der zur Verfügung stehenden Bearbeitungs- und Integrationstechnologien erweitern.



Komponenten des natürlichen und künstlichen menschlichen Hüftgelenks.
Quelle: Fraunhofer IZM.

Automobile werden zukünftig über Fahrerassistenzsysteme verfügen, die Unfälle verhindern und die Sicherheit bei Nachtfahrten erhöhen. Selbst autonome Fahrzeuge sind bereits im Test – gesteuert durch intelligente Sensor- und Aktorsysteme. Um den Komfort und die Sicherheit von Millionen Fluggästen täglich zu gewährleisten, sind moderne Flugzeuge, wie zum Beispiel der Airbus A380, ebenfalls von Sensor- und Aktornetzwerken durchzogen. Das Handy hat sich zur mobilen, interaktiven Informations- und Kommunikationseinheit gewandelt.

Einsatzgebiete für intelligente Systeme

So gilt es als eine Herausforderung der Zukunft, aus einer Vielzahl von Technologien, Materialien und Funktionen die jeweils optimale Kombination zu finden und das intelligente System unter Berücksichtigung aller technischen und durch Umwelt und Einsatzort gestellten An-

forderungen zu realisieren. Die Medizintechnik und die Lebenswissenschaften bergen ein enormes Potenzial für den Einsatz intelligenter Sensorsysteme, die unbemerkt wichtige Daten aufnehmen, verarbeiten, speichern und übertragen können. So können die Gesundheit und der Zustand eines Menschen online überwacht werden. Selbst unsere Kleidung könnte elektronische Funktionen enthalten, die unsichtbar alltägliche Tätigkeiten unterstützen und unser Leben sicherer machen. Ein wichtiges Anwendungsfeld in der chirurgischen, neurologischen und orthopädischen Medizin sind Implantate für Gelenke, Nerven und Organe. Augenimplantate werden blinden Menschen einen Seheindruck vermitteln, und Cochlear-Implantate tragen zum besseren Hören bei Hörgeschädigten bei. Zum Einsatz kommen Mikrosensoren, die Beschleunigungen, Vibrationen, Druck, Temperatur oder gar Verschleiß messen und überwachen können.

Wesentliche Basis für die Herstellung intelligenter Mikrosysteme sind eine Reihe spezieller Technologien, die eine IC-kompatible Batch-Prozessierung ermöglichen. Die Schlüsseltechnologien zur Fertigung von Mikrosystemen auf Wafer-Ebene sind Waferbondverfahren, welche im Temperaturbereich von 100 bis 1100 °C zur Verfügung stehen, und in diesem Fall der Montage von vorgefertigten Bauteilkomponenten sowie den Verfahren zur elektrischen Kontaktierung der Komponenten untereinander dienen. Ein relativ neues Anwendungsfeld von Waferbondtechniken ist die Integration von Mikroelektronik mit mikromechanischen Komponenten auf Wafer-Ebene. In Anbetracht einer zunehmenden Miniaturisierung und Volumenproduktion ist der manuelle Fertigungsaufwand zur Komplettierung des Systems unvermeidbar hoch. Zusätzliche Träger und Verbindungssysteme reduzieren außerdem die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems. Hier wer-

Brücke von der Mikro- zur Makrowelt

Als eine Herausforderung der Entwicklungsrichtung „Smart Systems Integration“ gilt die Zusammenstellung von interdisziplinären Teams, die alle geforderten Expertisen vom Entwurf bis zur Anwendung einbringen, und damit die Brücke von der Nanotechnologie über die Mikrosystemtechnik bis hin zur Makrowelt bauen können. Dabei besteht das Ziel stets darin, Intelligenz und Kommunikationsfähigkeit in das technische System zu bringen, um den Aufwand für Einrichtung, Pflege und Wartung gering zu halten. Wem es gelingt, diese Herausforderungen unserer Zeit zu bewältigen, wird der Erfolg nicht verwehrt bleiben.

Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Institutsteil Chemnitz
Abt. Multi Device Integration
www.pb.izm.fraunhofer.de/mdae



* Wir reden micro.

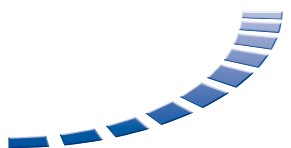
www.mikrotechnik-dortmund.de

**Innovationen identifizieren,
managen und finanzieren**

4. MST-Regionalkonferenz NRW
Kongresszentrum Westfalenhallen Dortmund
18. bis 19. Oktober 2007

Vorträge, Ausstellung, Workshops, Kontaktforum

big in micro. Das neue Dortmund.



dortmund-project

Expertenmeinung



„KMU müssen sich stärker auf Systemintegration konzentrieren.“

Seit März 2007 wird der IVAM Fachverband für Mikrotechnik durch fünf Experten aus Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen unterstützt. Der IVAM-Beirat integriert Impulse aus der anwendungsnahen Wissenschaft in die Verbandsaktivitäten. Neben seiner beratenden Funktion vertritt er IVAM auch in der Öffentlichkeit. In »inno« präsentieren die Beiratsmitglieder ihre Aktivitäten und Trends im Bereich Systemintegration.



Prof. Dr. Thomas Geßner

„Wir verstehen Multi Device Integration als ganzheitlichen Systemansatz, mit dem durch Sensorik Informationen aus der Umwelt gewonnen, diese mittels integrierter Elektronik intelligent verarbeitet, Signale und Daten kommuniziert und aktive Rückmeldung an die Umgebung geleistet werden kann. Die Miniaturisierung mikrotechnischer Produkte und verstärkte Integration elektronischer Komponenten, zum Beispiel beim Handy der Zukunft, macht Systemintegration für die wissenschaftlich-technische Entwicklung so bedeutsam.“

Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Institutsteil Chemnitz, Abteilung Multi Device Integration und Technische Universität Chemnitz, Zentrum für Mikrotechnologien (ZfM)

Um der Forderung nach Multifunktionalität, Materialvielfalt und Technologieentwicklung gerecht zu werden, beschäftigt sich das Fraunhofer IZM in Chemnitz in Zusammenarbeit mit dem Zentrum für Mikrotechnologien der TU Chemnitz mit den Forschungsthemen MDI-Systeme und Komponentendesign, Verfahrensentwicklung, Back-End of Line, Zuverlässigkeit von Mikro- und Nanosystemen und gedruckte Elektronik.

**www.pb.izm.fraunhofer.de/mdae
www.zfm.tu-chemnitz.de**

Die Teams von Prof. Dr. Roland Zengerle am HSG-IMIT in Villingen-Schwenningen und am IMTEK in Freiburg entwickeln neue Lösungen auf den Gebieten Mikrodotiertechnik, Strömungssensoren, Lab-on-a-Chip, neue Werkzeuge für die Zellforschung und Medizin sowie Mikrobrennstoffzellen mit konventionellen und biologischen Brennstoffen.

**www.imtek.de
www.hsg-imit.de**

„Mikrosystemtechnik und Systemintegration machen heute Produkte möglich, die vor Jahren noch undenkbar waren. So haben wir am HSG-IMIT kürzlich eine 2-Megapixel-Digitalkamera in eine Brille integriert. Die Kamera sieht dasselbe, was Sie sehen und kann berührungslos durch ein gesprochenes „Klick“ ausgelöst werden. Damit werden Schnappschüsse möglich, für die alle bisherigen Kameras viel zu langsam sind.“

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) sowie HSG-IMIT



Prof. Dr. Roland Zengerle



Prof. Dr. Klaus Meerholz

„Wir haben Polymere entwickelt, die sich photochemisch vernetzen und somit wie ein negativer Photolack verarbeiten lassen. Diese Materialklasse ermöglicht die Integration verschiedenster Eigenschaften auf einem Substrat. Beispielsweise können organische Leuchtdioden, Solarzellen oder Biosensoren miteinander auf kleinstem Raum kombiniert werden. Konkret arbeiten wir derzeit an der Integration von OLED in head-mounted Displays sowie in verschiedene Beleuchtungselemente.“

Universität Köln, Institut für Physikalische Chemie

Das Institut für Physikalische Chemie forscht an organischen, vorwiegend polymeren Materialien. Die Anwendungsfelder umfassen organische Leucht- und Laserdioden für aktive Leuchtanzeigen und integrierte Optoelektronik, organische Solarzellen, Plastikelektronik für kostengünstige, druckbare Schaltungen, photorefraktive Polymere für die holographisch-optische Datenverarbeitung sowie Sensoren auf Basis von Oberflächenplasmonenresonanz für High-Throughput Screening von Proteinen und Katalyseforschung.

www.meerholz.uni-koeln.de

Die Fries Research & Technology GmbH bietet Oberflächenmesstechnik von der Forschung bis zur Produktionskontrolle. Berührungslos und zerstörungsfrei werden Topographie, Profil, Schichtdicke, Rauheit und Verschleiß für Unternehmen aus den Branchen Automotive, Halbleiter, Mikrosystemtechnik, Optik, Pharmazie und vielen anderen vermessen.

www.frt-gmbh.com

„Die Relation der signifikanten Größen eines Produktes zur möglichen Präzision der Herstellung bestimmt die Fertigungstoleranzen. In der Mikrotechnik würden sinnvolle Toleranzen bei Bauteilen von 50 Mikrometern zur Bearbeitung unterhalb des Atombereiches führen. Das geht natürlich nicht – andererseits braucht man in der Systemintegration, bei der Montage- und Verbindungstechnik, entsprechend gute Passungen. Hier hilft einzig die Metrologie, also die exakte Vermessung der relevanten Bauteilgrößen.“

FRT, Fries Research & Technology GmbH



Dr. Thomas Fries



Prof. Dr. Dieter Jäger

„Um wettbewerbsfähige Produkte herzustellen, müssen sich gerade kleine und mittlere Unternehmen stärker auf das Thema Systemintegration konzentrieren. Unser Institut diskutiert derzeit die Integration verschiedener optischer Komponenten in Multimedia-Anwendungen – insbesondere im Bereich der Hausvernetzung. Optische Netzwerke mit Funktechnik zu verknüpfen ist dabei eine unserer größten Herausforderungen.“

Universität Duisburg-Essen, Zentrum für Halbleitertechnik und Optoelektronik

Arbeitsbereiche des Fachgebietes Optoelektronik an der Universität Duisburg-Essen sind photonische Bauelemente, optische Kommunikationsnetze, optische Sensorsysteme, parallel optische Informationssysteme, Medizintechnik und Multimedialechnik.

www.oe.uni-duisburg.de

Interview

„Systemintegration ist ein entscheidender Wettbewerbsfaktor“

Den Weg von der Entwicklung bis zum marktreifen Produkt zu ebnen, hat sich das SiDeC (System Integration Design Center) zur Aufgabe gemacht. SiDeC ist ein Kooperationsprojekt des Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM – Abteilung Advanced System Engineering (ASE), der Universität Paderborn, Fachgebiet Sensorik, und der ZAVT GmbH (Zentrum für Aufbau- und Verbindungstechnik). »inno«-Redakteurin Josefine Zucker sprach mit Klaus Schrimper, Marketingleiter bei ZAVT und Mitgründer von SiDeC, über Herausforderungen und Lösungen für kleine und mittlere Firmen im Bereich Systemintegration.



Klaus Schrimper

Mit welchen Problemstellungen im Bereich Systemintegration kommen Unternehmen momentan auf Sie zu?

Seitens der Projektthemen hat sich die Radio Frequency Identification (RFID) als aktuelles Leitthema herauskristallisiert. RFID ist eine Technologie, die bislang ungeahnte technologische Möglichkeiten bei der automatischen Identifikation von Objekten ohne Kontaktierung eröffnet. Themen wie Waren- und Bestandsmanagement, Zugangskontrolle und Zeiterfassung, automatische Wegfahrsperrungen sowie selektive Müllentsorgung sind zurzeit im Fokus der Entwicklung.



Quelle: ZAVT.

Was sind die Herausforderungen bei der Integration von Mikro- und Nanosystemen?

Bezüglich der effizienten Nutzung des Innovationspotentials von Makro-, Mikro- und Nanosystemen zeichnet sich ein Paradigmenwechsel auf dem Gebiet der Systemintegration ab. Dieser ist durch die im Entwicklungsprozess auf allen Systemebenen zu beachtenden, unterschiedlichen physikalischen Komponenteneigenschaften bedingt. Dem erforderlichen Paradigmenwechsel können Unternehmen Rechnung tragen, indem sie Systemarchitektur, Systementwurfsmethoden und -werkzeuge, Systemintegrationstechnologien und die Herstellung entlang ihrer jeweiligen Wertschöpfungskette vernetzen. Dazu ist eine ganzheitliche Betrachtung der Systemeigenschaften im Entwicklungsprozess notwendig. Auf der Grundlage dieses Ansatzes lassen sich systemspezifische Analysen durchführen und Entwurfsaussagen

treffen, die über die jeweiligen Systemdomänen und Teilmodelle hinausgehen.

Wie helfen Sie kleinen und mittleren Firmen, ihre Produkte schneller als bisher marktreif zu machen?

Die Fähigkeit zur zuverlässigen, kosten- und zeitoptimalen Integration von Systemkomponenten in eine komplexe Systemlösung ist zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor geworden. Insbesondere kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) fehlen oftmals das umfassende eigene technologische Wissen und die eigene Geräteausstattung, um die Potenziale der Systemintegration effizient im Sinne neuer Produktentwicklungen nutzen zu können.

Die SiDeC-Kooperation ist ein Ergebnis der durch die Initiative Innovative Industrielle Systemintegration NRW – InnoSys NRW vorgeschlagenen Maßnahmen zur Unterstützung von Unternehmen auf dem Gebiet der Systemintegration. Die drei Projektpartner im SiDeC fassen ihr Entwicklungs-, Entwurfs-, Technologie- und Fertigungspotenzial zusammen und erleichtern gerade KMU den Zugang zu neuartigen Entwurfs- und Fertigungsumgebungen für eigene Entwicklungen. Das SiDeC begleitet die Entwicklung von Makro-, Mikro- und Nanosystemen von der Projektidee über die Simulation der Einzelkomponenten und des Gesamtsystems, den Systementwurf, die Systemherstellung einschließlich des Packaging und der Funktionsverifikation bis hin zur Systemzuverlässigkeitsanalyse.

Verraten Sie uns Beispiele für erste Industrieprojekte?

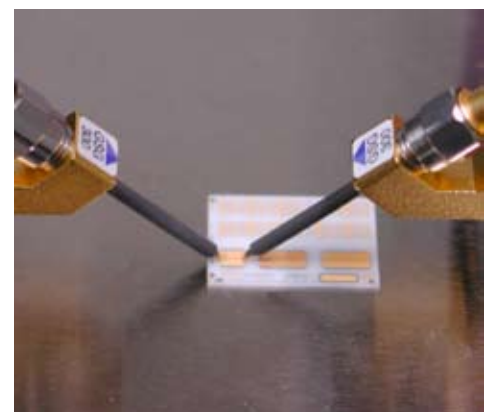
Ein aktuelles Projekt, das gemeinsam mit SiDeC erarbeitet wird, kommt aus dem Maschinenbau. Auch dort hat man mit Billigkopien minderer Qualität bei Ersatz- und Verschleißteilen zu kämpfen. Gemeinsam mit Kunden entwickelt einer unserer Partner hier einen Schutzmechanismus zur Authentifizierung von Ersatz- und Verschleißteilen an zu wartenden Maschinen. Auch eine Authentifizierung des Service-Personals ist in Arbeit.

Weiterhin haben wir zwei hochrangige Unternehmen als Partner gewonnen. Eines davon

ist Siemens VDO Automotive, ein Bereich der Siemens AG. Das Siemens VDO-Innovation Center, speziell der Bereich Vorentwicklung für Motor- und Getriebesteuerung, wird innerhalb dieser Kooperation Innovationen noch stärker vorantreiben. Das zweite ist die EADS Deutschland GmbH aus München. Bei EADS handelt es sich um ein Projekt im Bereich Energiemanagement für autarke Sensorik.

Welche Trends und Schwerpunkte sehen Sie für die Zukunft im Bereich Systemintegration?

Das SiDeC widmet sich zukünftig vor allem den Applikationsfeldern organische Elektronik, RFID-Modulplattformen, modellbasierter Systementwurf, SystemInPackage, Elektromagnetische Zuverlässigkeit und Automotive Electronics. Im Bereich Smart Mobile Sensor Systems befassen wir uns vor allem mit Sicherheitsanwendungen. Auch Entwurfsmethodik zur Miniaturisierung von WireLess Sensor Systems mit Anwendungen in der industriellen Mess- und Automatisierungstechnik ist ein Schwerpunktthema.



Quelle: ZAVT.

Die Entwicklungsprojekte auf dem Gebiet der Systemintegration führen wir mit regionalen, nationalen und internationalen Industrieunternehmen durch. Die Industrie zeigt langfristiges Interesse an den genannten Geschäftsfeldern.

SiDeC (System Integration Design Center)
www.sidec.de

Firmen und Produkte

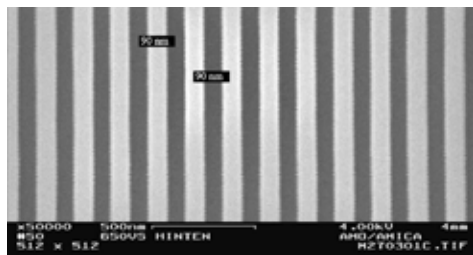
Zweite Dortmunder Summer School Mikrotechnik bringt Studierende und Unternehmen zusammen

Die Dortmunder Summer School Mikrotechnik schafft in diesem Jahr zum zweiten Mal eine gemeinsame Plattform für Mikrotechnik-Unternehmen und angehende Ingenieurinnen und Ingenieure. Vom 20. bis 24. August 2007 vermitteln vorwiegend IVAM-Mitglieder rund 30 Studierenden der Ingenieur- und Naturwissenschaften mit Firmenvorträgen und Produktpräsentationen komprimiertes und zugleich umfassendes Wissen aus dem Bereich Mikrotechnik. Die Vortragenden kommen zum einen aus Hochschulen und Forschungszentren, vor allem aber direkt aus der Industrie. Wichtigstes Anliegen der Summer School ist es, den Kontakt zwischen Hightech-Firmen als interessante Arbeitgeber und den angehenden Ingenieurinnen und Ingenieuren als potenzielle Mitarbeiter herzustellen. Jobperspektiven können die Unternehmen nicht nur in Vorträgen erläutern. Auch eine Hausmesse bietet genügend Gelegenheit, Produkte und Firma vorzustellen.

IVAM Fachverband für Mikrotechnik, Florence Bukow, Tel.: +49 231 9742 147,
 E-Mail: fb@ivam.de, www.mikrotechnik-summerschule.de

Holografische Gitter durch Interferenz-Lithografie herstellen

Die Interferenz-Lithografie ist für die Produktion holografischer Gitter bestens geeignet. Diese werden beispielsweise für Beugungsgitter, Draht-Polarisatoren, Nanoimprint-Templates, Spektroskopie und photonische Kristalle verwendet. Die Gitter werden durch Übertragung einer Struktur in einen Photolack hergestellt. Die Struktur wird zuvor durch ein feines Laser-Interferenzfeld erzeugt. Um unerwünschte Vibrationen und Rauschen zu vermeiden, erfordert die Belichtung von



Rasterelektronenmikroskopieaufnahme eines holografischen Gitters mit einer Periode von 180 Nanometern.
 Quelle: AMO GmbH.

setzt zwei verschiedene Interferenzlithografiesysteme ein: ein Setup für großflächige Substrate mit fester Periode und ein weiteres Setup für kleine Belichtungsflächen mit einstellbarer flexibler Gitterperiode. Dadurch werden Gitter bis zu einer Periode von 180 Nanometern auf Sechs-Zoll-Substraten und 150 Nanometern auf Vier-Zoll-Substraten realisiert. Die holografischen Gitter können auf Silizium, Siliziumdioxid und weiteren dielektrischen oder metallischen Substraten hergestellt und entsprechend der Kundenanforderungen geätzt werden.

AMO GmbH, Michael Möller, Tel.: +49 241 8867 200, E-Mail: moeller@amo.de, www.amo.de

IVAM-Messen und -Veranstaltungen

Dortmunder Summer School Mikrotechnik

20.-24. August 2007, Dortmund, D
 Fortbildungsveranstaltung für Studierende und Absolventen der Ingenieur- und Naturwissenschaften mit Vorträgen und Hausmesse.
 www.mikrotechnik-summerschule.de

Workshop: High-tech made in Germany Applications of Micro and Nanotechnology

30. August 2007, Seoul, KR
 Business-Workshop
 www.ivam.de / www.neuematerialien.de

Compamed/Medica

14.-16. November 2007, Düsseldorf, D
 Internationale Fachmesse für Komponenten, Vorprodukte und Rohstoffe für die medizinische Fertigung. IVAM organisiert den Produktmarkt „Hightech for Medical Devices“ und das Forum.
 www.ivam.de / www.neuematerialien.de

Mikrotechnology/Hannover Messe 2008

21.-25. April 2008, Hannover, D
 Internationale Leitmesse für Mikro- und Nanotechnik. IVAM organisiert den Produktmarkt „Mikro, Nano, Materialien“ und das Forum „Innovations for Industry“. Anmeldung möglich.
 www.ivam.de / www.neuematerialien.de

Piezoantriebsmodule mit integrierter Elektronik

Die Elliptec Resonant Actuator AG hat eine Modullösung entwickelt, welche die Integration eines Piezoantriebes in eine Anwendung vereinfacht. Das Antriebsmodul vereint einen Piezomotor sowie das angetriebene Element und die Elektronik in einem kompakten Gehäuse. Durch verschiedene Softwarevarianten und je nach Anwendung weisen die Module DC- oder Schrittmotorverhalten auf, jedoch mit deutlich erweiterter Funktionalität. Angesteuert werden sie durch eine einfache, analoge (DC-) Eingangsspannung oder durch eine „Pulse-and-Direction“-Ansteuerung, wie sie für Schrittmotoren üblich ist. Die Standardsensorik hat eine Winkelauflösung von neun Grad, optional ebenfalls verfügbar ist eine Präzisionsensorik mit 0,3 Grad Winkelauflösung. Zusätzlich können Signale wie Positionsrückmeldungen ausgewertet und Bewegungsprofile programmiert werden. Der Aufbau des 25 mal 52 Millimeter kleinen Moduls ist ideal für kleine bis mittlere Serien, die Präzision und mehr Funktionalität verlangen.



Quelle: Elliptec AG.

Elliptec Resonant Actuator AG, Sigrun Selke, Tel.: +49 231 292 702 93,
 E-Mail: selke@elliptec.com, www.elliptec.com

Korea und Japan sind interessante Märkte für Mikro- und Nanounternehmen - IVAM organisiert Business-Workshops

Südkorea ist für Unternehmen und Institute aus den Bereichen Mikrosystemtechnik und Nanotechnologie ein sehr attraktiver Markt. In den Bereichen Lebenswissenschaften und Nanotechnologie wird Korea laut Cordis allein im Jahr 2007 820 Millionen Euro investieren. IVAM, der Fachverband für Mikrotechnik, initiiert in Asien Geschäftskontakte für deutsche Hightech-Unternehmen und -Institute: Während der NanoKorea vom 29. bis 31. August 2007 in Seoul organisiert IVAM in Kooperation mit dem BMBF den Workshop „Hightech made in Germany“. Ziel ist es, koreanische Partner und Kunden für die Bereiche Forschung und Entwicklung, Komponenten und Systeme kennen zu lernen. Anmeldeunterlagen sind unter www.ivam.de zum Download verfügbar. Bereits 2006 fand ein sehr erfolgreicher Workshop statt, für den IVAM und die zehn teilnehmenden Unternehmen mit dem NanoKorea-Award ausgezeichnet wurden. Weitere Informationen über Programm und Teilnehmer sind ebenfalls auf der IVAM-Internetseite zu finden.

Eine aktuelle Wirtschaftsdatenerhebung von IVAM zeigt, dass auch Japan im Fokus der Unternehmen aus den Bereichen Neue Materialien, Mikrotechnik und Nanotechnologie steht. IVAM organisiert in Japan seit sieben Jahren Business-Workshops, um auch hier Kunden und Partner zu finden. Ein Workshop in Japan ist für Anfang Dezember rund um die Semicon Japan geplant.

IVAM Fachverband für Mikrotechnik, Dr. Uwe Kleinkes, Tel.: +49 231 9742 148,
 E-Mail: uk@ivam.de, www.ivam.de

Mehr Infos zu den Gemeinschaftsständen Produktmarkt „Mikro, Nano, Materialien“ und „Hightech for Medical Devices“ von IVAM erhalten Sie von Jana Gliesche (Tel.: +49 (0) 231 9742 7081, E-Mail: jg@ivam.de) und unter www.ivam.de. In der IVAM-Lounge finden Mitglieder einen allgemeinen Veranstaltungsüberblick.

Abo-Service

Unter www.ivam.de > Medien können Sie inno abonnieren oder abbestellen. Interessieren Sie sich auch für kostenlose E-Mail-Newsletter zu den Themen Mikrotechnik, Nanotechnik und neue Materialien? Unter www.ivam.de > Medien können Sie MikroMedia; unter www.neuematerialien.de > Medien die NeMa-News online lesen und abonnieren.