

Automobiltechnik

Mikrosysteme bringen Hightech in Fahrt

4 Leitartikel

Wertwachstum durch Mikrotechnik: Fahrerassistenzsysteme

6 Mikroelektronik

Automobilelektronik erobert neue Gebiete

10 Mikrooptik

Optische 3D-Oberflächenmessung im Automobilbau

16 Mikrostrukturtechnik

Mikrostrukturierte Faseroptiken für aktive Fußgängerschutzsysteme

20 Mikrosensorik

Reine Luft im Automobil dank Mikro- und Sensortechnik

inno
Innovative Technik -
Neue Anwendungen



Herausgeber

IVAM Fachverband für Mikrotechnik
Emil-Figge-Str. 76
D-44227 Dortmund
info@ivam.de
www.ivam.de

Redaktion

Dr. Christine Neuy
Dr. Uwe Kleinkes
Josefine Zucker

Abonnement und Anzeigenannahme

Josefine Zucker
Tel.: +49 (0) 2 31/97 42 -7089
E-Mail: jz@ivam.de

Es gilt die Anzeigenpreisliste
vom 1. Januar 2003.

Konzept und Entwurf

Buttgereit und Heidenreich GmbH
Strategie. Kommunikation. Design.
45721 Haltern am See
mail@b-und-h.de
www.b-und-h.de

Druck

Wirtz Druck, Gebr. Schmidt OHG
D-45711 Datteln

Titelbild

Drehratensensor, in Silizium-
Oberflächenmikromechanik gefertigt.
Quelle: Bosch.

Verbreitete Auflage: 5.000 Exemplare.

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



* Wir machen in micro.

Und das mit großem Erfolg. Mit unserem MST-Cluster, einem effektiven Netzwerk aus Wissenschaft und Wirtschaft, bieten wir ein optimales Umfeld: Über 25 Unternehmen mit rund 1.700 Beschäftigten sind bereits heute bei uns zu Hause. Und mit dem neu eröffneten Kompetenzzentrum für Mikro- und Nanotechnologie, der MST.factory dortmund wachsen wir weiter. www.mikrotechnik-dortmund.de

big in micro. Das neue Dortmund.

dortmund-project

Mikrosysteme bringen Hightech in Fahrt



Die Automobilindustrie ist einer der wichtigsten Technologietreiber der Mikrosystemtechnik. Mehr als hundert Mikrosensoren verrichten im modernen Auto ihren Dienst; Elektronik und Fahrwerk werden heute fast ausschließlich von Chips gesteuert. Ob Airbag- oder Navigationssysteme, ABS oder ESP, Drehzahl- oder Regensensoren: Die große Funktionalität bei kleiner Baugröße und geringem Gewicht ist Grund dafür, dass Mikrosysteme in vielen Kfz-Anwendungen eingesetzt werden. Ein bedeutender Faktor für die Miniaturisierung im Auto ist der Boom elektronischer Systeme, die mechanische Systeme zunehmend ersetzen. Dabei steht das Bedürfnis des Fahrers nach Komfort und natürlich nach Sicherheit an erster Stelle. Fahrerassistenzsysteme sorgen für doppelte Absicherung: Was der Fahrer nicht bemerkt, kompensiert das nunmehr „intelligente“ Auto: Es reagiert im entscheidenden Moment schneller, „sieht“ bei Nacht und Nebel besser als der Mensch und tastet sogar die Straße ab, um ein Abweichen von der Fahrspur zu verhindern.

Nach einer Prognose des VDE soll der Anteil der Elektronik an der Wertschöpfung eines Autos bis 2010 von heute 25 auf 40 Prozent steigen, was hauptsächlich die Zulieferbranche freuen wird. Wer als Hersteller von Mikrotechnik wie die Mitglieder von IVAM nicht nur auf einzelne Komponenten im Automobil, sondern auf Systemkompetenz setzt, trifft auf viele neue Einsatzgebiete. Dass Mikrosysteme die Automobiltechnik antreiben, zeigt auch die neue Studie „MST-Atlas Deutschland 2005“ von IVAM Research. Diese kommt zu dem Ergebnis, dass 21,8 Prozent der deutschen Hersteller von Mikrosystemtechnik Zulieferer der Branche sind. Mehr über den MST-Atlas Deutschland erfahren Sie in der Rubrik „Firmen und Produkte“ auf Seite 13.

Unternehmensstrategien der Automobilbranche werden vom 31. Januar bis zum 1. Februar 2006 in Bochum auf dem 6. Internationalen CAR-Symposium diskutiert. Unter dem Motto „Innovationsfelder der Automobil- und Zulieferindustrie“ treffen Mikrotechnikzulieferer wie die IVAM-Mitglieder Elliptec, HL-Planartechnik, FRT, ETR, Elmos und NanoFocus auf Automobilhersteller wie Citroën oder DaimlerChrysler. In Workshops und einer Fachausstellung tauschen sich die Experten über neue Produkte und Verfahren aus. Auch IVAM, der Fachverband für Mikrotechnik, wird vor Ort präsent sein. Mehr Infos zum 6. CAR-Symposium finden Sie im Leitartikel auf Seite 4.

Was die Mikrosystemtechnik für die Automobilbranche in punkto Sicherheit und Komfort Neues zu bieten hat, erfahren Sie in dieser »inno«.

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen

Christine Neuy

Ihre Christine Neuy

4 Leitartikel

Wertwachstum durch Mikrotechnik: Fahrerassistenzsysteme

6 Mikroelektronik

Automobilelektronik erobert neue Gebiete

8 Mikrosensorik

Ein Plus an Komfort und Sicherheit – MST-Sensoren im Automobil

10 Mikrooptik

Optische 3D-Oberflächenmessung im Automobilbau

12 Firmen und Produkte

14 Mikrofertigung

Adaptronisches Bohrwerkzeug zur Feinbearbeitung von Zylinderhülsen

16 Mikrostrukturtechnik

Mikrostrukturierte Faseroptiken für aktive Fußgängerschutzsysteme

18 Mikrooptik

Mikrooptik in der Kraftstoffpumpenproduktion

20 Mikrosensorik

Reine Luft im Automobil dank Mikro- und Sensortechnik

23 Messen, Fachausstellungen, Veranstaltungen, Abo-Service

6. Internationales CAR-Symposium „Innovationsfelder der Auto- mobil- und Zulieferindustrie“

31. Januar – 01. Februar 2006
im RuhrCongress Bochum.

Veranstalter:
CAR – Center Automotive Research der
Fachhochschule Gelsenkirchen

Über 70 Unternehmen nehmen teil
und stellen in einer Ausstellung sowie
in Work- und Infoshops Strategien,
Verfahren und Produkte vor.

Mehr Infos unter:
www.fh-gelsenkirchen.de

Wertwachstum durch Mikrotechnik: Fahrerassistenzsysteme

Die durch Innovationen in der Mikrotechnik ausgelösten steigenden Fahrzeugwerte machen das Automobilgeschäft auch in Zukunft spannend. Die größten Werttreiber sind dabei Fahrerassistenzsysteme und aktive Sicherheit.

Prof. Dr. Ferdinand Dudenhöffer

Die Fortschritte auf dem Gebiet der Fahrzeugsicherheit in den letzten 35 Jahren können sich sehen lassen: Während 1970 auf Deutschlands Straßen noch 21.300 Menschen tödlich verunglückten, ist diese Zahl im Jahr 2004 auf 5.862 gesunken. Ein Großteil dieses Fortschritts wurde durch den Einsatz von Mikrotechnik in der Fahrzeugsicherheit realisiert.

Während in den 80er und 90er Jahren passive Sicherheits-Systeme wie Crash-sichere Fahrergastzellen und Airbag-Systeme unsere Fahrzeuge in ihrer Sicherheit wesentlich verbessert haben, gehört die jetzige Dekade den aktiven Sicherheitssystemen, die sich überwiegend als Fahrerassistenzsysteme zusammenfassen lassen. Dank Fahrerassistenzsystemen werden die Fahrzeuge „intelligenter“. Die Elektronik kann in die Fahrsituation eingreifen und so kritische Fahrsituationen vermeiden.

Assistenzsysteme für mehr Sicherheit

Der Markt für die neuen Sicherheitssysteme entwickelt sich zu einem bedeutenden Umsatzträger für die Automobilzulieferer wie etwa Bosch oder Hella, die als Innovationsträger in diesem Geschäftsfeld gut positioniert sind. Ein Anwendungsbeispiel ist das in der neuen Mercedes S-Klasse integrierte, von Bosch entwickelte

Infrarot-Nachtsichtsystem „Night Vision“. Durch Night Vision kann der Fahrer dreimal weiter als mit herkömmlichem Abblendlicht sehen, ohne den Gegenverkehr zu blenden. Realisiert wird die Technik mit einer hinter dem Innenspiegel des Fahrzeugs angebrachten Videokamera. Diese nimmt das Straßenbild auf, das durch zwei in die Frontscheinwerfer integrierte Infrarot-Scheinwerfer mit einem Infrarot-Lichtkegel ausgeleuchtet wird. Die gewonnenen Bilddaten werden in einem Steuergerät ausgewertet und dem Fahrer als realistische, hoch aufgelöste Schwarz-Weiß-Abbildung auf einem Display dargestellt.

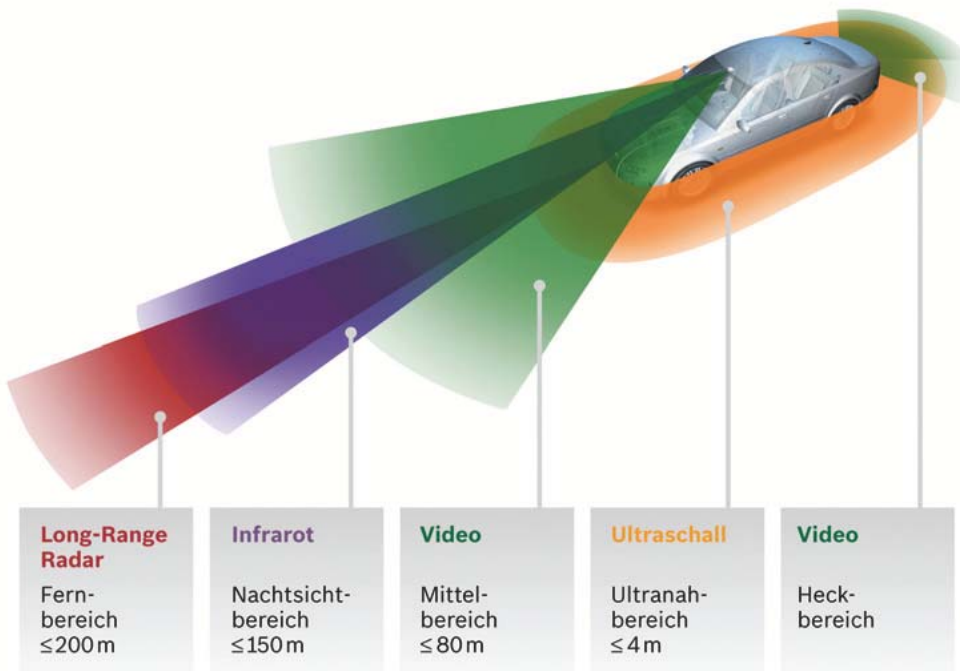
Die Wachstumsgeschwindigkeit des Marktes für Sicherheits-Fahrerassistenzsysteme wird an den Beispielen ABS (Antiblockiersystem) und ESP (Elektronisches Stabilitätsprogramm) deutlich. Der große Durchbruch von ABS im deutschen Automobilmarkt kam zwischen 1990 und 2000. Mittlerweile ist das System bei über 95 Prozent aller in Deutschland verkauften Neuwagen eingebaut. Damit generiert der ABS-Markt Deutschland ein jährliches Umsatzvolumen von etwa 700 Millionen Euro. Das mit der Mercedes-A-Klasse im Jahre 1998 eingesetzte Stabilitätsprogramm ESP ist innerhalb von fünf Jahren von null auf 50 Prozent

am Marktanteil gestiegen und erzielt damit über 600 Millionen Euro Umsatzvolumen in Deutschland. Großes Potential hat das ESP-Geschäft auch in den USA und Japan.

Marktentwicklung

Bei der Marktentwicklung sind die Jahre 2004, 2010 und 2015 als Zeitabschnitte von Bedeutung. Systeme wie ABS, ESP, der Bremsassistent, die Reifendruckkontrolle, ACC, Adaptives Licht und der Spurhalte-Assistent sind bereits heute im Markt etabliert und gehören damit zu den Assistenzsystemen der ersten Generation. Im Durchschnitt machen die Fahrerassistenzsysteme im Endwert für den Kunden 900 Euro pro Neuwagen in Deutschland aus.

Derzeit ist die Industrie dabei, eine ganze Reihe neuer Assistenten serienreif zu entwickeln, die bereits deutlich vor dem Jahr 2010 marktfähig sein werden. Zudem werden die Assistenten der ersten Generation systematisch weiterentwickelt, indem neue Teilfunktionen – wie etwa die „Hillholder“-Funktion oder Anti-Wasserscheiben beim ESP – auf Basis der bestehenden Komponenten integriert werden. Diese gehören zu den Assistenten der zweiten Generation. Um das Jahr 2010 besitzen diese nach Berechnungen der B&D-Forecast GmbH



Das sehende Auto: Sensoren erfassen das Fahrzeugumfeld und erkennen gefährliche Verkehrssituationen frühzeitig. Quelle: Bosch.

einen Marktanteil von 30 Prozent. Gleichzeitig wird im Jahr 2010 der Marktanteil von Assistenten der ersten Generation auf 80 Prozent ansteigen.

In der dritten Phase bis 2015 werden die die Assistenten der zweiten Generation ihren Marktanteil in Deutschland auf gut 75 Prozent ausbauen. Zusätzlich erscheinen mit der dritten Generation neue Technologien im Markt. Die große Innovationswelle im Bereich Fahrerassistenzsysteme wird ab diesem Zeitpunkt nach heutiger Einschätzung vorerst abgeschlossen sein, wobei bestehende Systeme sicherlich weiter optimiert werden.

Fahrerassistenzsysteme zur Erhöhung der Sicherheit werden damit zu den wichtigsten Wachstumsmärkten der Zulieferindustrie in der nächsten Dekade gehören. Das Marktvolumen von 2,9 Milliarden Euro im Jahr 2004 wird

2010 nach den Prognosen der B&D-Forecast GmbH auf 11,6 Milliarden Euro anwachsen und 2015 mit 15 Milliarden Euro in Deutschland sein Sättigungsniveau erreichen.

Mikrotechnik steigert das Wertwachstum
Trotz sinkender Unfallquoten ist die Bedeutung des Kaufkriteriums „Fahrzeugsicherheit“ für den Kunden nach wie vor entscheidend. Der Markt für Fahrerassistenzsysteme ist somit ein wichtiger Zukunftsmarkt für die Automobilbranche. Entscheidend für die Steigerung der Sicherheit sind häufig Innovationen im Bereich der Mikrotechnik, die das für die Branche wichtige Wertwachstum maßgeblich beeinflussen. Netzwerke wie der IVAM Fachverband für Mikrotechnik sorgen dafür, dass Entwicklungspotentiale ausgeschöpft werden, indem sie Anwender und Anbieter von Mikrotechniksystemen und Komponenten für den Automobilbereich zusammen bringen.

Prof. Dr. Ferdinand Dudenhöffer ist Geschäftsführer der B&D-Forecast GmbH aus Leverkusen und Direktor des CAR – Center Automotive Research an der Fachhochschule Gelsenkirchen.



Entlastung des Fahrers durch Fahrerassistenz-Systeme

Einparkhilfe (Parkpilot)



ACC 2. Generation



Quelle: Bosch.

CAR – Center Automotive Research (Fachhochschule Gelsenkirchen), Gelsenkirchen
www.fh-gelsenkirchen.de

Assistenz-Systeme 2003	Assistenz-Systeme 2010	Assistenz-Systeme 2015
<p>1. Generation (35%)</p> <ul style="list-style-type: none"> ABS ESP Bremsassistent Reifendruckkontrolle ACC (Adaptive Cruise Control) Adaptives Licht 	<p>2. Generation (30%)</p> <ul style="list-style-type: none"> Spurhalter-Assistent Spurwechsel-Assistent Infrarot-Nachtsicht Automatische Notbremse Müdigkeits-Erkennung Nebel-Sensor Unfall-Erkennung Objekterkennung/Fußgängerschutz + X 	<p>3. Generation (20%)</p> <ul style="list-style-type: none"> + X + X
<p>1. Generation (80%)</p>	<p>2. Generation (75%)</p> <ul style="list-style-type: none"> Spurhalter-Assistent Spurwechsel-Assistent Infrarot-Nachtsicht Automatische Notbremse Müdigkeits-Erkennung Nebel-Sensor Unfall-Erkennung Objekterkennung/Fußgängerschutz + X 	<p>2. Generation (100%)</p>
<p>€ 900,- / Fahrzeug</p>	<p>€ 3.200,- / Fahrzeug</p>	<p>€ 4.300,- / Fahrzeug</p>

Prognostizierte Marktentwicklung von Fahrerassistenzsystemen. Quelle: B&D Forecast.

Automobilelektronik erobert neue Gebiete

Dr. Frank Rottmann

In den vergangenen 20 Jahren hat sich die Elektronik als die innovationstreibende Technologie im Automobilbau erwiesen. So können die vom Gesetzgeber geforderten immer strengeren Emissionswerte nur mit Hilfe komplexer Elektronik erreicht werden. Ebenso erhöhen elektronische Systeme die aktive und passive Sicherheit und werden das Autofahren in der Zukunft trotz zunehmenden Verkehrs noch sicherer machen. Einen wichtigen Beitrag hierzu liefern so genannte Fahrerassistenzsysteme. Sie kompensieren menschliche Schwächen, wie beispielsweise zu langsame Reaktionszeiten bei Ermüdung, oder helfen bei der Orientierung in fremder Umgebung.

Neben der Sicherheit der Fahrzeuginsassen steht der Schutz der übrigen Verkehrsteilnehmer zunehmend im Fokus. Dazu gibt es verschiedene technische Ansätze: Fahrzeuge sollen direkt miteinander kommunizieren, die exakten Positionsdaten austauschen und automatisch auswerten. Zusätzlich verbessern nach außen gerichtete Sensoren die Sicht bei Nacht und Nebel; der Abstand zum Fahrbahnrand und zu anderen Verkehrsteilnehmern wird automatisch bestimmt, um den Fahrer frühzeitig zu warnen, wenn es „eng“ wird.

Vor rund zwanzig Jahren fand die Elektronik Einzug ins Auto. Damals waren die ersten Schaltkreise für Blinker eine Revolution. Der Elektronik-Siegeszug ist ungebremst und gewinnt an Fahrt. Vier Bereiche prägen die Automobilelektronik von Morgen: Fahrerassistenzsysteme, standardisierte Vernetzung der Elektronik, Kombination von Mechanik und Elektronik sowie die Verbindung von Sensor und Auswerteelektronik zum intelligenten Sensor.

Ermöglicht wird dies durch neuartige Transponder-Techniken, Kameras und Radarsensoren sowie verbesserte „intelligente“ Scheinwerfertechnologien, die geschwindigkeitsabhängig Kurven ausleuchten oder sogar GPS-gesteuert den Straßenverlauf erkennen.

In diese Kategorie gehört auch das Fahrspurerkennungssystem im C4 und C5 von Citroën. Ein Chip erkennt hier, ob der Fahrer unbeabsichtigt die Fahrspur verlässt und warnt ihn entsprechend. Ermöglicht wird dies durch das permanente Abtasten der Straßenoberfläche durch Infrarotsensoren. Überfährt das Fahrzeug ab einer Geschwindigkeit von 80 km/h die Fahrspurbegrenzungslinie ohne gesetzten Blinker, vibriert als Warnsignal der Fahrersitz auf der linken oder rechten Seite. Daran erkennt der Fahrer, in welche Richtung er abgewichen ist und kann korrigieren.

Vernetzung und Standardisierung

Immer mehr Funktionen fordern immer mehr Verbindungen zwischen Sensoren, Steuergeräten und Aktuatoren im Auto. Systeme für Komfort, Sicherheit und Informationstechnik werden mit angepassten, so genannten Bus-Systemen vernetzt, um den Datenaustausch

effizient zu gestalten. Diese Vernetzung im Automobil hat seit Mitte der Neunziger Jahre deutlich an Bedeutung gewonnen und hält nun auch bei US-Fahrzeugen Einzug. In Europa werden die Vorzüge der Multiplex-Kabelbäume mit deutlich geringerem Gewicht mittlerweile in fast allen Autos genutzt.

Ein Beispiel: Im neuen Golf V von Volkswagen sind knapp 40 elektronische Steuergeräte eingebaut. Das sind fast genauso viele wie in den Oberklassefahrzeugen Phaeton und Touareg. Zum Vergleich: Das Vorgängermodell Golf IV hatte nur 16 Steuergeräte. Damit hat sich auch Volkswagen an die bei Premiumherstellern übliche hohe Ausstattung mit Elektronik angeschlossen. Zukünftig gilt es für alle Hersteller, die gestiegene Komplexität des Gesamtsystems sicher zu beherrschen. Deshalb setzen sich mehr und mehr Bemühungen um Standardisierungen durch.

Mechanik kombiniert mit Elektronik

Ein weiterer Schritt in Richtung des „Autos von Morgen“ ist der zunehmende Ersatz von Mechanik durch Elektronik, aber auch die Kombination beider Elemente. Diese erlaubt vollkommen neue Möglichkeiten der Senkung

2000

ABS, ESP, ...
ADAPTIVE CRUISE CONTROL

ADVANCED FRONT LIGHTING SYSTEM
ACC STOP & GO INKL. KURVENASSISTENT

FAHRSPURERKENNUNG
VERKEHRSZEICHENERKENNUNG

BRAKE-BY-WIRE
AUTOMATISCHE NOTBREMSSE

REAR VIEW

PRE-CRASH

SPURWECHSELASSISTENT

STEER-BY-WIRE

AUTONOMES FAHREN

2020



Intelligente Bus-Systeme ermöglichen die effiziente Vernetzung von Steuergeräten, Sensoren und Aktuatoren im Fahrzeug. Quelle: Elmos Semiconductor AG.

des Kraftstoffverbrauchs und der Erhöhung der Sicherheit. Elektrische Systeme können bedarfsgesteuert an- und abgeschaltet werden und damit Kraftstoff sparen. Dies begann vor Jahren mit dem elektrisch angetriebenen Kühlventilator. Dem folgte die elektro-hydraulische oder vollelektrische Lenkhilfe, die erst dann Servo-Unterstützung liefert, wenn sie beim Rangieren gebraucht wird und auf der Autobahn quasi abgeschaltet werden kann. Im vergangenen Jahr wurde bei BMW erstmals eine elektrisch angetriebene Wasserpumpe in Serie eingesetzt.

Das rapide Ansteigen des Benzinpreises fordert die weitere Reduzierung des Brennstoffverbrauchs. Hier helfen abschaltbare Nebenaggregate und ein Starter-Generator (kombinierte Lichtmaschine mit Anlasser), der den Motor automatisch beim Stoppen vor einer roten Ampel abschaltet und den Motor beim Antippen des Gaspedals wieder automatisch startet.

Zurzeit zeigen die japanischen Automobilhersteller, dass der Hybridantrieb eine durchaus alltagstaugliche Alternative sein kann, bis das Fernziel „Wasserstoffantrieb“ in Serie realisiert ist. Intensiv wird auch an der elektrischen beziehungsweise elektrisch unterstützten Bremse gearbeitet, die nochmals entscheidende Millisekunden bei einer Notbremsung gewinnt und damit Leben retten kann.

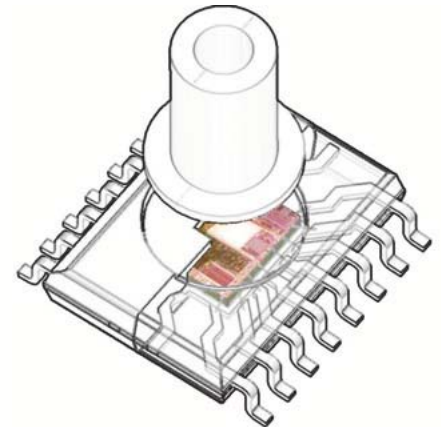
Sensoren direkt im Silizium

Um die reale Umgebung immer vielfältiger und genauer messen zu können, wird sich der Bedarf an Sensoren in Fahrzeugen weiter

erhöhen. Idealerweise werden die Sensorelemente zusammen mit der benötigten Auswerteelektronik auf einem Stück Silizium produziert. Der Messbereich eines Sensors wird dann zum Beispiel durch die Dicke einer bestimmten Schicht im Waferaufbau bestimmt. Je nach gewünschter Anwendung lassen sich so beispielsweise Beschleunigungssensoren für high-g- (Airbagsysteme) oder low-g-Anwendungen (Fahrwerksregelung) präzise fertigen.

Sind aus technischen oder kommerziellen Gründen Sensorelement und Elektronik nicht auf einem gemeinsamen Silizium-Substrat zu integrieren, verwendet man zwei Chips aus unterschiedlichen Fertigungstechnologien, die dann aber in einem individuellen Gehäuse verpackt werden. So entsteht ein intelligenter Sensor, der die gesamte Funktion in einem Bauteil vereinigt und der steigenden Forderung nach Lieferung „aus einer Hand“ entgegen kommt.

Insgesamt zeigen die Trends, dass die Automobilelektronik viele weitere Bereiche erobern wird. Neben der Funktionalität sind die sinkenden Kosten für Elektronik ein weiterer Grund für den Erfolg. Selbst Fahrzeuge der untersten Preisstufe verfügen mittlerweile über ein Mindestmaß an Elektronik für Motorsteuerung und Sicherheitssysteme. Experten gehen davon aus, dass der Anteil der Elektrik beziehungsweise Elektronik im Jahr 2010 einen Fahrzeugwert von etwa 35 bis 40 Prozent erreichen wird. Ein Ende des Wachstums der Fahrzeugelektronik ist also nicht in Sichtweite.



Gesamtintegration eines Drucksensors in einem SMD-Gehäuse. Quelle: Elmos Semiconductor AG.

Elmos Semiconductor AG, Dortmund
www.elmos.de

Ein Plus an Komfort und Sicherheit – MST-Sensoren im Automobil

Jeder, der in letzter Zeit einem Fahrzeug neueren Baujahrs unter die Motorhaube gesehen hat, wird festgestellt haben, dass die Anzahl von Sensoren und damit der Mikrosystemtechnik (MST) im Fahrzeugbau unübersehbar zugenommen hat. Dabei wird der MST-Sensor-Sparte ein Wachstum von 28 Prozent auch in den kommenden Jahren vorausgesagt.

Rene Folle

Hier soll sowohl auf verschiedene Sensoren auf Basis von Dünnschichttechnologien eingegangen werden, als auch auf miniaturisierte, flüssigkeitsbasierte Neigungssensoren. Im Vordergrund stehen dabei die vielfältigen Anwendungsgebiete und der konkrete Nutzen für die Automobilindustrie und den Endkunden.

Wohlfühltemperatur im Auto dank MST-Sensoren

Ein steigendes Interesse, besonders auf außereuropäischen Automobilmärkten, gilt der Entwicklung moderner, automatisierter Klimaanlage, um die Fahrt so angenehm wie möglich zu gestalten. Die derzeit verbreitete Messung der Lufttemperatur in der Fahrergastzelle kann örtliche Temperaturspitzen –

etwa am Körper durch Sonneneinstrahlung – nicht erkennen. Eine bessere Regelung kann durch Infrarot-Sensoren realisiert werden, die anstelle der Lufttemperatur die Oberflächentemperatur berührungslos messen. Sie nutzen den so genannten Seebeck-Effekt.

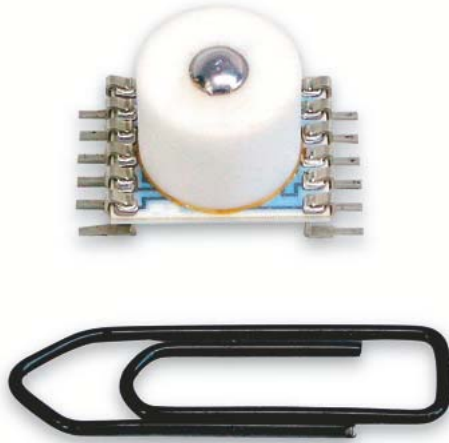
Dieser beschreibt das Verhalten von zwei elektrisch leitenden Materialien, die als Leiterbahnen ausgebildet an einem Punkt miteinander kontaktiert werden. Wird von außen eine Temperaturdifferenz zwischen dem Kontaktpunkt und den beiden offenen Enden erzeugt, so entsteht an den Enden der so genannten Thermoschenkel („Thermocouple“) eine Spannung. In der Mikrosystemtechnik wird nun die Kontaktstelle zur thermischen Entkopplung auf eine hauchdünne Membran von nur einem Mikrometer gelegt, während die offenen Enden auf dem Rahmen des Chips liegen und somit Umgebungstemperatur aufweisen.

Durch einen Absorber auf der Kontaktstelle wird die infrarote Strahlung eines Körpers in Wärme umgewandelt, wodurch eine Temperaturdifferenz zu den offenen Enden entsteht. Die resultierende Spannung kann in einen Temperaturunterschied umgerechnet werden. Zusammen mit einer Messung der Umgebungstemperatur, die ebenfalls durch den Sensor erfolgt, kann so die Temperatur der abstrahlenden Oberfläche ermittelt werden.



Infrarot-Sensoren in gehäuseter Komponentenform verschiedener Bauform. Quelle: HL-Planartechnik GmbH.

Der NS-25/C2, wie er in elektrischen Parkbremsen und Diebstahlwarnanlagen eingesetzt wird. Quelle: HL-Planartechnik GmbH.



Durch eine geeignete Optik können die Messpunkte so gewählt werden, dass die Klimaanlage gezielt auf unterschiedliche Temperaturen verschiedener Regionen im Fahrzeuginnenraum reagieren kann.

CO₂-Sensoren in der Fahrgastzelle

Durch spezielle Fenster kann die Strahlung zudem gefiltert werden, sodass sich zusätzlich die Konzentration beispielsweise von Kohlendioxid (CO₂) in der Luft messen lässt. Überschreitet diese Konzentration den „Wohlfühlwert“, über den hinaus CO₂ zu den bekannten Erscheinungen wie Müdigkeit und möglicherweise gar zum gefürchteten Sekundenschlaf führen kann, so leitet die Klimaanlage automatisch die Frischluftzufuhr ein. Die genaue Regelung der verschiedenen Gebläse und der Luftqualität entlastet den Fahrer so von manueller Steuerung der Klimaanlage und trägt dadurch nicht nur zu verringertem Energieverbrauch durch effizientere Nutzung bei, sondern erhöht außerdem die Sicherheit im Straßenverkehr.

Luftmassenmessung mit Membrantechnologie

Ebenfalls mit Membrantechnologie arbeitet ein Luftmassenmesser zur Steuerung des Luft-Gas-Gemisches, der derzeit vor allem bei Dieselmotoren eingesetzt wird. Dabei wird mittels filigraner Heizstrukturen auf einer hauchdünnen Membran der Wärmeabtransport durch die Luftbewegung gemessen, wodurch hochgenau und sehr schnell die zugeführte Luftmenge berechnet und letztlich reguliert werden kann. Durch zwei nebeneinander platzierte Heizer auf der Membran wird auch die Richtung der Luftbewegung erkannt – ebenfalls eine wichtige Größe zur Steuerung des Motors.

Magnetoresistive Sensoren erhöhen die Sicherheit

Die angesprochene Sicherheit ist natürlich in vielen Bereichen des Fahrzeugbaus von entscheidender Bedeutung. Und so steigen auch die Anforderungen an die Sensoren. Das Schlagwort hierzu heißt Redundanz: Dieses Prinzip verlangt, dass bei einem Fehler oder Ausfall der sicherheitsrelevanten Systeme in der

ersten Stufe das Problem erkannt und korrigiert werden kann; und bei einem weiteren Ausfall zumindest noch das Problem erkannt und in einen sicheren Modus übergegangen wird.

Die besonderen Eigenschaften von magnetoresistiven 360-Winkelgradsensoren, die drei Einzelemente (Wheatstone-Brücken) verwenden, bieten dabei die Möglichkeit, die Redundanz auf kostengünstige und technisch wenig aufwändige Weise zu verwirklichen. Anwendungsbeispiele gibt es viele: von der Gangschaltung über das Lenkrad bis hin zur (Winkel-) Stellung diverser Klappen und beweglicher Bauteile im Getriebe. Magnetoresistiv bezeichnet eine ganze Gruppe von Effekten, deren bekannteste der „anisotrope“ (AMR) und der „gigantische“ (GMR) Effekt sind. Beim AMR-Effekt wird ausgenutzt, dass sich bei einer speziellen Bauform der Widerstand eines durchflossenen Leiters ändert, je nachdem in welcher Richtung er magnetisch beeinflusst wird. Durch die Änderung des Magnetfeldes lässt sich über die Widerstandsänderung des Sensors die Position des Magneten zuordnen. Dies impliziert, dass AMR-Sensoren berührungslos und somit verschleißfrei auch in verschmutzter Umgebung arbeiten.

Preis-Leistungsverhältnis spricht für MST-Sensoren

Auch zunehmend miniaturisierte, konduktive Neigungssensoren finden Anwendung im Automobil. Diese Neigungssensoren bestehen aus einer mit Flüssigkeit gefüllten Zelle, in der ein elektrisches Streufeld erzeugt wird. Wird der Sensor gekippt, so verlagert sich die Flüssigkeit, und auch das Streufeld ändert sich. Die Änderung des Streufeldes kann als Winkelgrad ausgelesen werden.

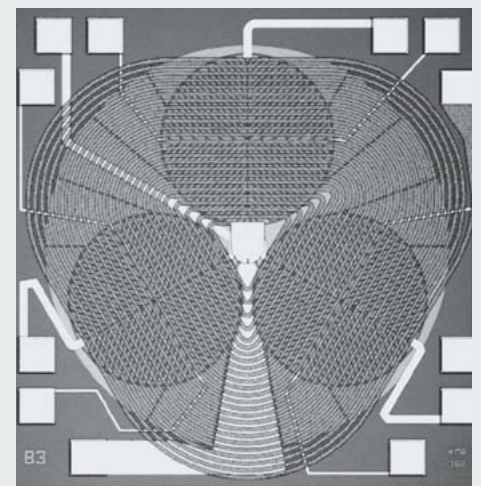
Solche Sensoren werden derzeit vor allem in Diebstahlwarnanlagen und in elektrischen Parkbremsen eingesetzt. In Diebstahlwarnanlagen melden sie einerseits ein Anheben oder den Abtransport des Fahrzeugs; andererseits sind sie auch in der Lage, Erschütterungen durch Vandalismus von Erschütterungen durch vorbeifahrende LKWs zu unterscheiden. In der elektrischen Parkbremse ermittelt der

Sensor die Neigungsposition des Fahrzeugs und somit die benötigte Kraft für die Bremsleistung, wodurch die Bremsen geschont und Kosten gesenkt werden.

Da bei dieser Art von Neigungssensoren eine hohe Genauigkeit und Zuverlässigkeit mit günstigen Preisen kombiniert werden, konnte sich die Technik am Markt erfolgreich durchsetzen.



Der Luftmassensensor von HL-Planartechnik. In der unteren Hälfte ist mittig die Membran zu erkennen. Quelle: HL-Planartechnik GmbH.



Der KMR360, ein magnetoresistiver Sensor zur 360 Grad Absolutwinkelmessung. Quelle: HL-Planartechnik GmbH.

Optische 3D-Oberflächenmessung im Automobilbau

Dr. Rainer Brodmann
Dr. Josef Frohn
Jürgen Valentin
Heike Schmidt

Die konfokale Technologie des NanoFocus-3D-Mikroskops μ surf[®] basiert auf der optischen Filterung mittels eines rotierenden Vielfach-Blendenfilters („Multipinhole-Filter“), der eine Vielzahl mikroskopisch kleiner Lochblenden enthält. Eine Weißlichtquelle bildet diese über das Mikroskopobjektiv auf die zu messende Oberfläche ab (s. Abbildung 1).

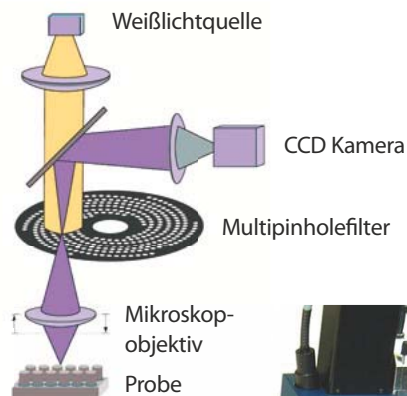
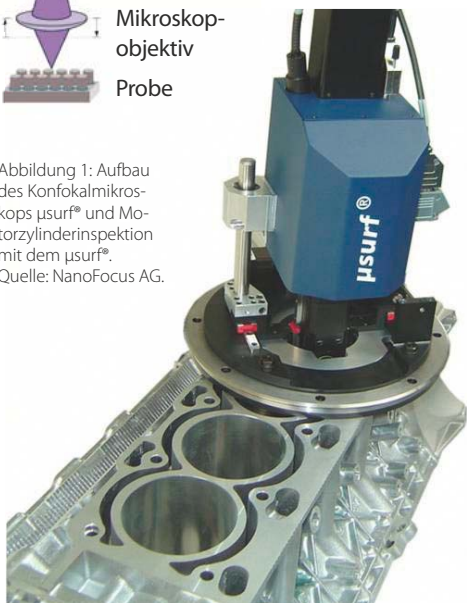


Abbildung 1: Aufbau des Konfokalmikroskops μ surf[®] und Motorzylinderinspektion mit dem μ surf[®].
Quelle: NanoFocus AG.



Grundlagen der konfokalen 3D-Oberflächenmesstechnik

Auf die CCD-Kamera wird nur derjenige Anteil des reflektierten Lichtes abgebildet, der exakt im Brennpunkt des Objektivs liegt. Mittels eines präzisen computergesteuerten Objektivs werden konfokal gefilterte Höhenschnitte in unterschiedlichen Abständen erzeugt und fortlaufend in einem Bildstapel abgespeichert. Anschließend berechnet ein spezieller Softwarealgorithmus – ähnlich dem eines Computertomographen – daraus die 3D-Topografie. Auf diese Weise wird mit nur einem Messvorgang eine komplette Fläche präzise und dreidimensional erfasst. Typische Messzeiten liegen im Bereich weniger Sekunden.

Der Messbereich und die Auflösung hängen vom verwendeten Objektiv ab. Mit wachsender Vergrößerung des Objektivs steigt aufgrund der abnehmenden Tiefenschärfe auch die Genauigkeit der Messung. Ein Konfokalmikroskop in Kombination mit einem Hundertfach-Objektiv löst Höhenunterschiede von bis zu einem Nanometer auf. Die Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Messergebnisse wird anhand standardisierter ISO-Normale überprüft. Darüber hinaus zeigt die konfokale Messung einer Walzentextur für Automobil-Karosseriebleche auch bildhaft die gute Übereinstimmung mit einer elektronenmikroskopischen Aufnahme (s. Abbildung 2).

Ein weiterer großer Vorteil der konfokalen Multipinhole-Technik ist die exzellente räumliche Signaltrennung aufgrund der physikalischen Blendenfilterung und die daraus resultierende hohe Dynamik. Somit können gleichzeitig starke und schwache Intensitätswerte, wie sie an steilen Flanken auftreten, erfasst und messtechnisch ausgewertet werden. Dies ist der Grund für die hervorragenden Ergebnisse an „rauen“ Oberflächen, insbesondere im Vergleich zu anderen optischen Verfahren, was jüngst auch eine unabhängige Studie der US-Behörde NIST (National Institute of Standards and Technology) bestätigte. Zusätzlich ermöglicht die konstruktionsbedingte Unempfindlichkeit gegenüber Schwingungen den Einsatz der neu entwickelten mobilen Variante der μ surf[®]-Technologie in rauer Produktionsumgebung, beispielsweise zur Inspektion von Walzen und Karosserien.

Anwendung im Automobilbau

Im Fahrzeugbau besitzen tribologische Untersuchungen von Oberflächen einen hohen Stellenwert. Im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen zum Beispiel die Charakterisierung von Blechoberflächen mit optimiertem Umformverhalten (s. Abbildung 3), die Struktur der Innenwand von Motorzylindern (Verminderung des Kraftstoffverbrauchs und gesteigerte Lebensdauer) und viele mechanische Komponenten im Bereich Kraftstoffzuführung und Antriebstechnik. Oft handelt es sich um kritische Komponenten, die bei Fehlverhalten hohe

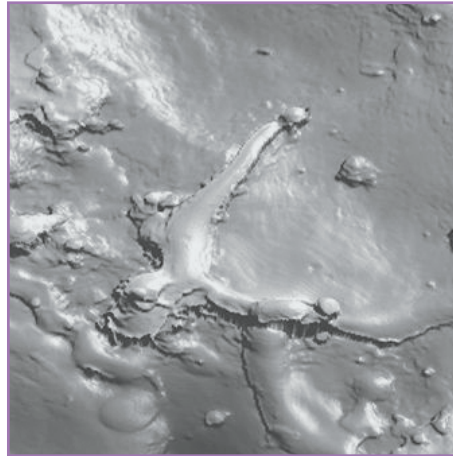
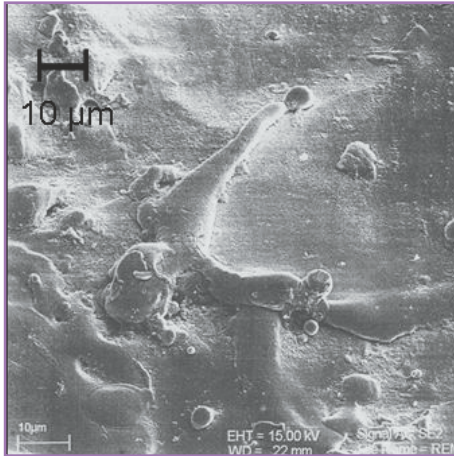


Abbildung 2: EDT-texturierte Walzenoberfläche – links: REM-Aufnahme. Quelle: Alcan Research Center; rechts: 3D-visualisierte µsurf®-Messung. Quelle: NanoFocus AG.

Folgekosten zum Beispiel durch Rückrufaktionen verursachen. Die bislang verwendete Methode der mechanisch-berührenden Abtastung mittels einer Diamant-Abtastnadel ist extrem langsam und schlecht automatisierbar. Außerdem reicht die Beschränkung auf Profilschnitte für die notwendigerweise flächenhafte Beschreibung der komplexen 3D-Strukturmerkmale von Funktionsoberflächen nicht mehr aus. Im Gegensatz hierzu ist eine schnelle, direkte Erfassung der Oberflächen-Topographie für die Optimierung von Fertigungsverfahren über die produktionsnahe Einbindung in einen der Qualitätsregelkreise eine große Unterstützung.

Im Motorenbau werden neue Werkstoffe und damit verbundene neuartige Oberflächenstrukturen eingesetzt. Diese sind einerseits kostengünstiger herzustellen und sollen andererseits den Kraftstoffverbrauch senken. Dies kann man unter anderem mit so genannten Alusil®-Beschichtungen der Zylinderinnenaufläen erreichen. Für die Qualitätssicherung ist es nun wichtig, diese Flächen mit aussagekräftigen Kennwerten zu beschreiben und über Stichproben den Fertigungsprozess zu überprüfen. Mit herkömmlichen Profilometern ist es nicht möglich, die so genannte Freilegtiefe der Si-Kristalle zu bestimmen. Nur die hohe Auflösung der konfokalen 3D-Messung erlaubt eine ausreichende Charakterisierung der wenige Nanometer hohen Strukturen (s. Abbildung 4, links).

Ein weiteres Beispiel aus dem Automobilbereich zeigt Abbildung 4 (rechts). Dies ist die Oberfläche einer Nockenwelle mit ihren typischen Schleifstrukturen. Die Rauheitsberechnung aus einem Profilschnitt erfolgt streng gemäß DIN EN ISO, die Werte stimmen absolut mit denen von Tastschnittgeräten überein.

Zusammenfassung

Die bisher im Automobilbau eingesetzten Tastschnittgeräte reichen für die Charakterisierung komplexer Oberflächen, wie zum Beispiel Alusil®-Flächen oder Mikrostrukturierung von

Feinblech nicht mehr aus. Mit der schnellen, hochpräzisen und robusten konfokalen Messtechnik ist es möglich, flächenhafte 3D-Strukturen zu erfassen und entweder DIN EN ISO-konforme Auswertungen vorzunehmen oder mit neuen Algorithmen auch Form und Lage von Strukturen zu bestimmen.

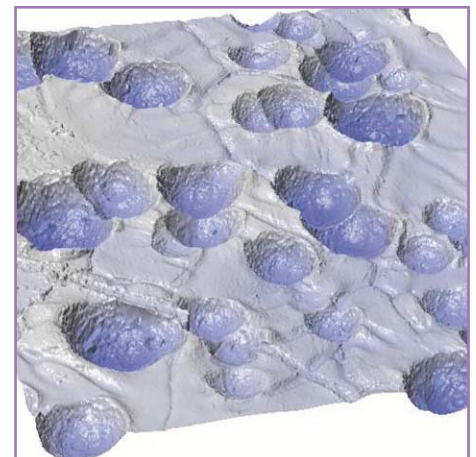
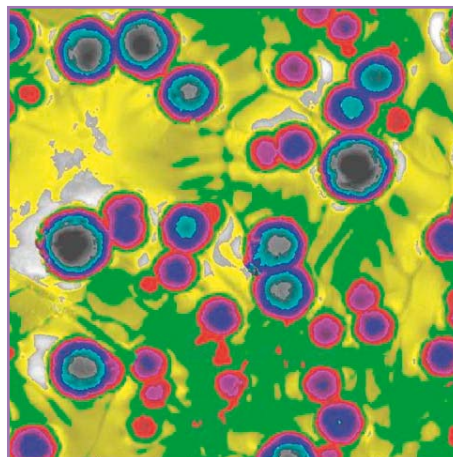


Abbildung 3: Oberfläche eines texturierten Feinblechs für den Automobilbau. Quelle: NanoFocus AG.

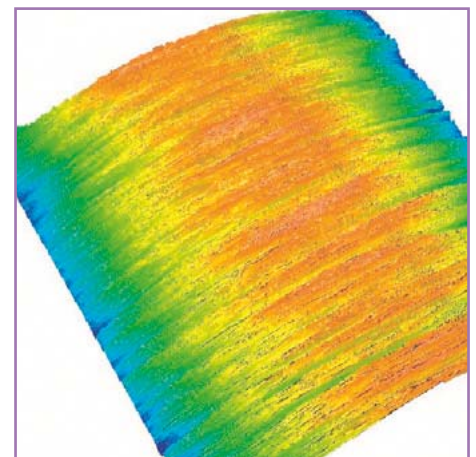
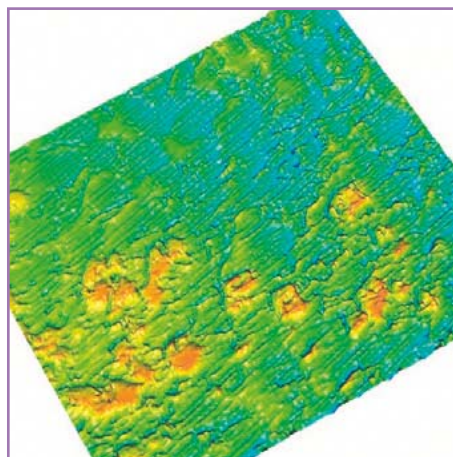


Abbildung 4: Mit dem µsurf® gemessene 3D-Topografie einer Alusil®-Oberfläche (links) und einer Nockenwelle (rechts). Quelle: NanoFocus AG.

Auf diesen Seiten stellen Firmen aus Nordrhein-Westfalen und Mitglieder des IVAM Fachverbandes für Mikrotechnik ihre neuesten Produkte und Dienstleistungen vor.



Die Easyline E8031T von Alphasem. Quelle: Alphasem AG.

Bauteil-Sortieren – Der Eintritt für MEMS Foundries in die Welt der Back-Ends

Ein Trend in der Fertigung elektronischer Systeme ist der zunehmende Einsatz von Bare Dices, also unverpackten Silizium-Bauteilen, und daraus resultierend die Handhabung kleiner bis mittelgroßer Serien. Dadurch wird in Front-end-Fertigungen zunehmend die Möglichkeit des Bauteilhandlings implementiert. Neben dem Bumpen und Testen werden nach dem Sägen der Wafer die Bauteile entsprechend ihrer Qualität und benötigten Quantität sortiert und verpackt. Danach können die verpackten Bauteile ohne weiteren Aufwand in entsprechenden SMD-Bestückungsautomaten weiterverarbeitet werden.

Das Sortieren und Verpacken der Bauteile geschieht durch so genannte Wafer Sorter, die die Bauteile von dem Sägerahmen entnehmen und in Tapes oder Wafer Packs sortieren. Der Vorteil dieser Maschinen liegt darin, dass sämtliche Die Bonder-spezifische Merkmale wie Pick Prozesse, Die Flippen, Wafer Map-Umsetzung und Inspektionen nach der Ablage implementiert sind. Insbesondere die Easyline Baureihe E8031 von Alphasem bietet diesbezüglich bei kleinen bis mittleren Volumen eine hohe Flexibilität.

Für Foundries aus dem Bereich mikroelektronisch-mechanischer Systeme (MEMS) ergibt sich daraus die Möglichkeit, ihre Wertschöpfungskette um das Die Sort zu erweitern und somit vollkommen neue Märkte zu eröffnen.

Alphasem AG
Andhauserstraße 64
CH – 8572 Berg/TG
Tel.: +41 (0) 71 637 63 73
Fax: +41 (0) 71 637 63 64
alphasem.sales@alphasem.com
www.alphasem.com



Das Gesamtsystem mit Funk-Sensor, Lesegerät und Antenne. Quelle: CTR AG.

Funk-Sensoren überstehen Temperaturen bis 400 °C

Die Datenübertragung per Funk ermöglicht in der Automatisierungstechnik eine hohe Flexibilität. Kriterien wie Wartungsfreiheit, Temperaturtauglichkeit und die Unabhängigkeit von Energiequellen sind dabei Voraussetzung. Bei RFID-Sensoren für industrielle Prozesse können bis zu einer Temperatur von 240 °C siliziumbasierte Halbleiter eingesetzt werden. Für höhere Arbeitstemperaturen (bis 400 °C) eignen sich Sensoren, die auf Oberflächenwellen basieren.

Die CTR – Carinthian Tech Research AG hat sich im Bereich der Sensorsystem-Entwicklung auf die Technologie der Oberflächenwellen (englisch: Surface Acoustic Wave = SAW) spezialisiert. Ein Oberflächenwellen-Sensor besteht aus einem piezoelektrischen Substratkristall, auf den metallische Strukturen aufgebracht sind. Für ein SAW-Sensorsystem werden an Komponenten der SAW-Sensor, eine Antenne und ein Lesegerät benötigt. Der Sensor steht über die Transponder-Antenne mit dem Sende- und Lesegerät in Funkverbindung. Das Lesegerät sendet ein elektromagnetisches Signal aus, das von der Antenne empfangen und anschließend in mechanische Schwingungen umgesetzt wird. Der piezoelektrische Kristall wandelt diese dann wieder in elektromagnetische Wellen zurück. Die SAW-Technologie nutzt den Frequenzbereich bei 2,45 Gigahertz und erlaubt Leseabstände von mehreren Metern, auch bei Anbringung des Datenträgers auf Metall.

Die SAW-Datenträger überstehen extreme Temperaturen (minus 55 bis plus 400 °C), halten Erschütterungen stand und arbeiten passiv. Anwendungsbereiche sind die Temperaturmessung an rotierenden Maschinenteilen und Lackeinbrennanlagen oder die Temperaturüberwachung für chemische Prozesse. Die CTR AG realisiert zurzeit mehrere kundenspezifische Funk-Lösungen für unterschiedliche Aufgaben. Eine davon ist eine Identifikationsmarke für Drucksensoren in Verbrennungskraftmotoren.

CTR Carinthian Tech
Research AG
Europastraße 4/1
A – 9524 Villach
Tel.: +43 (0) 4242 56300 0
Fax: +43 (0) 4242 56300 400
info@ctr.at
www.ctr.at



Der MicroProf® TTV 300 mm. Quelle: FRT GmbH.

Neues Messgerät für MEMS und Wafer

Halbleiter und MEMS werden auf Wafern mit 150, 200 oder 300 Millimetern Durchmesser hergestellt. Im Prozess erhalten die Wafer (Silizium, Saphir oder Glas) durch verschiedene Ätz-, Schleif- und Polierprozesse eine nahezu perfekt ebene Oberfläche. Die Dickenschwankungen (TTV, Total Thickness Variation) liegen im Bereich von wenigen Mikrometern. Auf diesen Wafern werden durch eine wiederholte Folge von Strukturierungs-, Ätz-, und Abscheidprozessen die Bauelemente und Strukturen erzeugt. Jeder dieser Prozessschritte wirkt sich erneut auf die TTV aus. Damit ist die TTV neben der Oberflächenbeschaffenheit der wichtigste zu messende Parameter. Die heute eingesetzten Systeme zur Waferinspektion sind nicht in der Lage, sowohl die Rauheit als auch die TTV gleichzeitig zu messen, und arbeiten mit sehr niedriger Auflösung.

Für diese Anwendung hat die FRT GmbH das Oberflächenmessgerät MicroProf® TTV entwickelt. Das System kann die komplette Waferoberfläche messen und TTV, Ebenheit oder Welligkeit bestimmen. Zudem können hochaufgelöste Topographie- und Rauheitsmessungen oder Profile über die gesamte Oberfläche aufgenommen werden. Die maximale Höhengauflösung liegt bei drei Nanometern. Darüber hinaus kann das System zusätzlich mit Rasterkraftmikroskopie (AFM, Atomic Force Microscopy) ausgestattet werden. Es kann folgende metrologische Messaufgaben automatisiert erledigen: Dickenschwankung (TTV), Parallelität, Ebenheit, Rauheit, Schichtdicke von Beschichtungen, Stufenhöhen, Pitch, Profil, Kontur, Kantenstrukturen, Trenchs, Topografie, Geometrie, Koplanarität, Critical Dimensions und Flankenwinkel. Waferhandling und Tauglichkeit für Reinraum Klasse 1 ergänzt die FRT nach Kundenwunsch.

FRT Fries Research & Technology GmbH
Friedrich-Ebert-Straße
51429 Bergisch Gladbach
Tel.: +49 (0) 2204 842430
Fax: +49 (0) 2204 842431
info@frt-gmbh.com
www.frt-gmbh.com



Kooperation von Happy Plating und Ecosil / University of Cincinnati (v.l.n.r.: Martina Halmdienst – Happy Plating, Dr. Andreas Kornherr – Universität Wien, Prof. Dr. Wim van Ooij – University of Cincinnati / Ecosil, Dr. Selma Hansal – Happy Plating, Dr. Wolfgang Hansal – Happy Plating).
Quelle: Happy Plating GmbH.

Innovativ in Galvanik und Nanotechnologie

Happy Plating ist ein international tätiges Unternehmen auf dem Gebiet der (elektrochemischen) Oberflächentechnik. In enger Kooperation mit Kunden aus den Branchen Galvanotechnik, Elektrotechnik, Werkzeug- und Maschinenbau, Mikrosystemtechnik und Metallverarbeitung entwickelt Happy Plating Verfahrenslösungen zur Funktionalisierung technischer Oberflächen. Die Herstellung hochpräziser Beschichtungen im Rahmen von Kleinst- und Kleinserien rundet das Angebot von Happy Plating ab.

Besondere Bedeutung gilt den Gebieten Nanotechnologie und Funktionelle Oberflächen. Gemeinsam mit der Universität Wien und der führenden amerikanischen Hochschule (University of Cincinnati) auf diesem Gebiet, dessen Firmenauskopplung Ecosil Happy Plating in Mitteleuropa vertritt, konnte ein Schichtsystem entwickelt werden, das den hohen Anforderungen zum Schutz von beispielsweise Edelstahloberflächen oder Aluminium in Architektur und Maschinenbau gerecht wird. Sowohl der Erhalt des Charakters der Metalloberfläche als auch der Schutz vor Umwelteinflüssen kann auch auf großen Oberflächen gewährleistet werden. Die Applikation erfolgt durch Sprühen, Pinseln oder Aufrollen der Schicht, die nach dem Trocknen bei Raumtemperatur schon nach einigen Stunden einsatzfähig ist. Korrosionsschutz, ideale Anhaftung weiterer Beschichtungen wie Lacken, Pulverbeschichtungen oder die Einfärbung der metallischen Oberflächen sind so möglich. Langlebige, chemisch beständige Anti-Fingerprint-beziehungsweise Antihafschichten wurden ebenso realisiert wie spezielle Haftverstärker zu Polymeren.

Happy Plating GmbH
Leobersdorferstrasse 42
A – 2560 Berndorf
Tel.: +43 (0) 2672 819 75 951
Fax: +43 (0) 2672 819 75 915
office@happyplating.at
www.happyplating.at



Das USB Video-Zoom-System. Quelle: MiLaSys technologies GmbH.

USB Video-Zoom-System mit hoher Dynamik und Auflösung

Die MiLaSys technologies GmbH bietet seit kurzer Zeit ein kompaktes und mobiles Vision-System mit USB-Kamera an. Die neuen Akzente des Systems werden durch seine hohe Dynamik und Auflösung gesetzt. „Hohe Dynamik“ steht für ein Bildaufnahmeverfahren, das extrem unterschiedliche Helligkeitswerte aufnehmen kann. So bereiten selbst spiegelnde oder stark reflektierende Oberflächen wie Metallkörper keine Probleme. „Hohe Auflösung“ steht für eine größere Anzahl von Bildpunkten, die auch bei kleinsten Objekten im Bildfeld ein deutliches „Mehr“ an Details bieten. Dieses Detailsehen ermöglicht dem Anwender ein genaueres Beobachten von Prozessabläufen. Von Nutzen ist die höhere Genauigkeit auch bei Dokumentationen für die Qualitätssicherung. Die ermittelten Fehlerdaten können zum Aussortieren von schadhaften Teilen verwendet werden. Kombiniert mit unterschiedlichen Messverfahren bietet das USB-System einen weiteren Aspekt in der Qualitätssicherung: Die Übertragung der optischen Daten kann als Rückkopplungsmeldung an die Software für eine Maschinensteuerung genutzt werden. Das Video-Zoom-System zeichnet sich durch seine geringe Größe aus. Es ist einfach transportierbar und kann jederzeit und überall installiert werden. Des Weiteren ist es mit den Prozessmodulen des MiniMoS-Systembaukastens der Firma MiLaSys in vielfältiger Weise zu kombinieren.

MiLaSys technologies GmbH
Nobelstraße 15
70569 Stuttgart
Tel.: +49 (0) 711 6742 642
Fax: +49 (0) 711 6742 643
info@milasys.de
www.milasys.de



Der MST-Atlas Deutschland ist die erste Analyse von Mikrotechnik-Clustern in Deutschland. Die Studie beschreibt wirtschaftliche Ballungsräume (Cluster) von kleinen und mittelständischen Nano- und Mikrosystemtechnik-Unternehmen.
Quelle: IVAM.

Cluster steigern Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen: Mikrotechnik-Atlas Deutschland zeigt Top-Standorte von mittelständischen Unternehmen

Dortmund, Jena und München sind die Spitzenstandorte für mittelständische Mikrotechnik-Unternehmen in Deutschland. Dies ist Ergebnis der ersten Analyse von Ballungsräumen (Clustern) von Mikrotechnik-Unternehmen, die jetzt im MST-Atlas Deutschland veröffentlichte wurde.

In Deutschland wurden zwanzig MST-Cluster mit bis zu vierzig Unternehmen identifiziert. Der MST-Atlas gibt einen Überblick über die geografische Verteilung der Unternehmen und enthält Analysen der angebotenen Technologien und Zielmärkte in den jeweiligen Clustern.

Über 500 kleine und mittelständische Unternehmen der Mikro- und Nanotechnologie wurden für den MST-Atlas Deutschland untersucht. Der MST-Atlas ist kein Adressverzeichnis, sondern zeigt Trends in regionalen Wirtschaftsräumen auf und liefert somit ein klareres Bild der Mikrotechniklandschaft in Deutschland.

Nach aktuellen Wirtschaftstheorien wachsen Hightechfirmen in Clustern schneller als Firmen außerhalb dieser engen Netzwerke. Heute wird die Entwicklung von Clustern in vielen Regionen wirtschaftspolitisch gefördert, um neue Unternehmen anzusiedeln, bestehende Unternehmen zu stärken, Arbeitsplätze zu sichern und zu schaffen. Der MST-Atlas Deutschland soll Investoren, Firmen, die einen Standort suchen, sowie Vertretern der Politik und Wirtschaftsförderung Anhaltspunkte für ihre Aktivitäten liefern.

MST-Atlas Deutschland 2005

Herausgeber: IVAM Research

Format und Umfang: A5, 62 Seiten

Preis: 50,00 Euro zzgl. MwSt.

Der MST-Atlas wird gegen vorherige Überweisung der Gebühr versandt.

Das Bestellformular und weitere Informationen erhalten Sie im Internet unter www.ivam.de oder von Iris Lehmann, Tel. +49 (0) 231 9742-149; E-Mail: il@ivam.de.

IVAM Research
Emil-Figge-Straße 76
44227 Dortmund
Tel.: +49 (0) 231 9742 149
Fax: +49 (0) 231 9742 150
info@ivam.de
www.ivam.de

Adaptronisches Bohrwerkzeug zur Feinbearbeitung von Zylinderhülsen

Prof. Dr. Christian Brecher
Gunnar Schauerte
Dr. Sven Lange

Die Präzisionsherstellung von Zylinderbohrungen im Automobilbereich erfolgt nach dem aktuellen Stand der Technik in den Prozessschritten Feinbohren und Honen. Das Feinbohren beeinflusst entscheidend die Lage- und Maßhaltigkeit der gefertigten Bohrung. In diesem Bearbeitungsschritt werden eine Zylindrizität von sieben Mikrometern und ein Mittenrauwert der Bohrungsoberfläche von einem Mikrometer gefordert.

Schwingungen des Bohrwerkzeugs beziehungsweise des Werkstücks, die durch ungünstige Prozessparameter oder zu geringe Steifigkeiten entstehen, resultieren in Rundheits- und Oberflächenfehlern der Bohrungswand. Form- und Lagefehler der Vorbohrung führen während der Feinbearbeitung zu veränderlichen Zerspanungskräften bezüglich der Bohrtiefe und des Drehwinkels der Schneide. Die Ursache hierfür sind variierende Spandicken im Bohrprozess. Die veränderlichen Schneidkräfte haben zur Folge, dass das Werkzeug von der idealen Schneidbahn abgedrängt wird und es beim Bohren für die Endkontur erneut zu Formfehlern wie Rundheits- und Zylindrizitätsabweichungen am Werkstück kommt.

Adaptronische Bohrwerkzeuge gehen über die Funktionalität eines starren Bohrschafts mit geklemmten Schneiden hinaus. Sie ermöglichen durch hochdynamische Verfahrbewegungen neue Bearbeitungsmethoden und Einsparpotenziale in der Feinbearbeitung von Zylinderhülsen im Automobilbau.

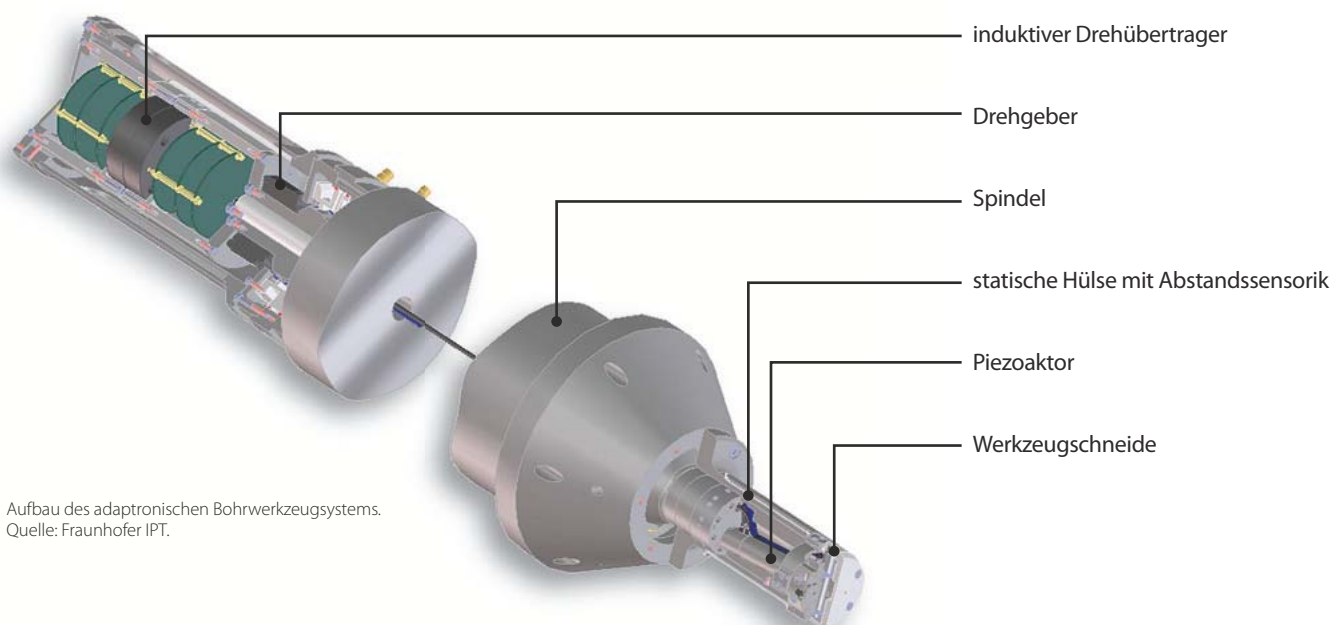
Diese Formabweichungen können durch nachfolgende Prozessschritte nur unzureichend oder durch einen nicht vertretbaren Fertigungsaufwand kompensiert werden. Dies gilt auch für Lageabweichungen der Bohrung, die durch den Werkzeugwechsel von der Schrupp- zur Feinbearbeitung oder das Umspannen des Werkstücks entstehen. Die Geometrieerfassung der Bohrung und damit eine Analyse dieser Fertigungsfehler erfolgt erst nach der Bearbeitung. Weist das Werkstück einen zu großen Fehler auf, ist eine Nachbearbeitung erforderlich, oder das Werkstück ist als Ausschuss zu sondieren.

Um Nebenzeiten und nachfolgende Bearbeitungsschritte zu reduzieren, hat das Fraunhofer Institut für Produktionstechnologie IPT ein adaptronisches Bohrwerkzeug entwickelt, das im Bearbeitungsprozess die Geometrie der Bohrung bestimmt und mittels einer hochdynamischen Schneide Form- und Lagefehler kompensiert. Zusätzlich zu der Herstellung hochgenauer, runder Bohrungen ermöglicht es der Einsatz des adaptronischen Bohrwerkzeugs, die Innenseiten von Zylinderbohrungen gezielt zu strukturieren. So gefertigte Mikrodruckkammern auf den Zylinderlaufflächen bilden

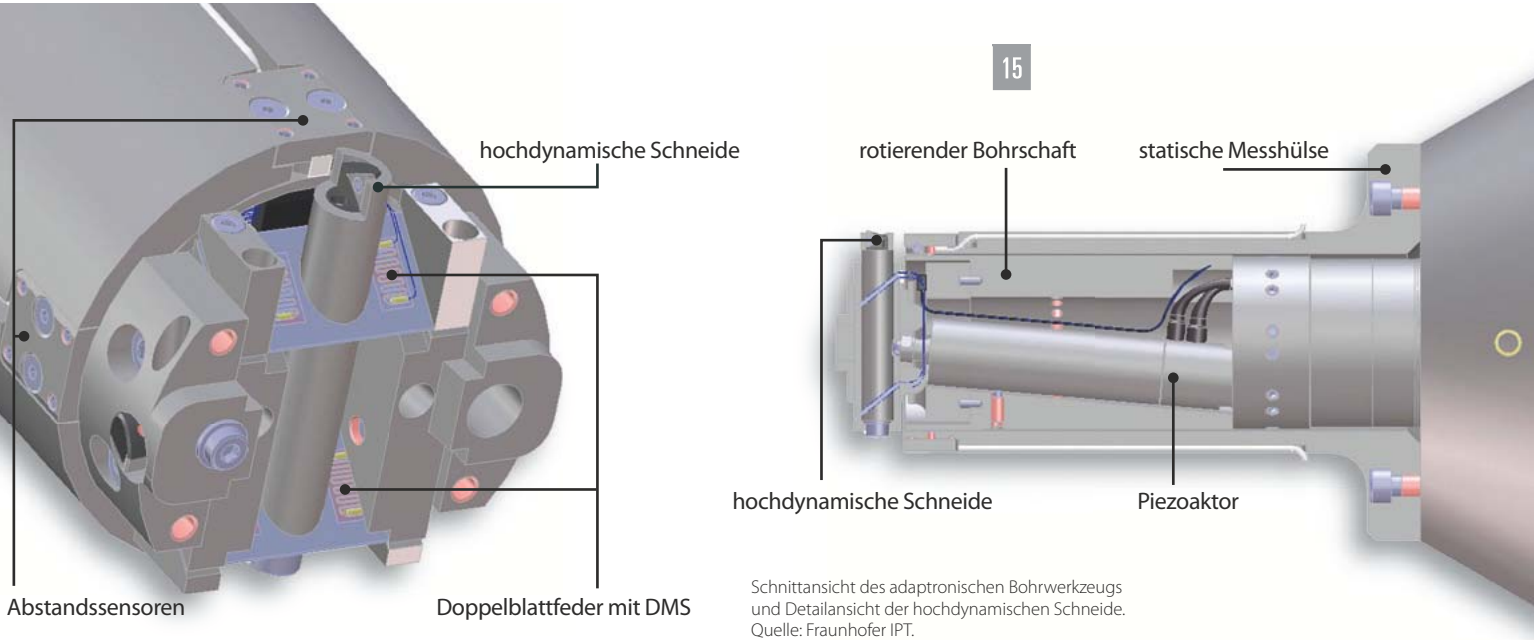
ein Ölhaltereservoir zur hydrodynamischen Schmierung von Kolbenringen und Zylinderlaufflächen, wodurch Reibkräfte reduziert werden und damit der Verschleiß verringert wird.

Aufbau des adaptronischen Bohrwerkzeugs

Das adaptronische Bohrwerkzeug ist ein Werkzeugsystem, das im Unterschied zu konventionellen Bohrwerkzeugen zweigeteilt aus einem drehenden Bohrschaft und einer stehenden Messhülse aufgebaut ist. An der Spitze des rotierenden starren Bohrschafts ist eine hochdynamische Schneidenverstellung (Aktorik) angebracht. Mechanisch ist die Schneidenverstellung in Form einer Biegehülse mit Doppelfederlagerung realisiert. Deren Komponenten sind geometrisch derart angeordnet, dass eine Hubumlenkung von 90 Grad in radialer Richtung von Antrieb zu Abtrieb bei einem konstanten Übersetzungsverhältnis möglich ist. Die Verfahrbewegung der Werkzeugschneide wird durch Dehnungsmessstreifen (DMS) auf den Federelementen erfasst. Die Kompensation der Unrundheiten erfolgt hochdynamisch während des Ausspindelns. Dieser Bearbeitungsschritt wird mit einer Frequenz von bis zu



Aufbau des adaptronischen Bohrwerkzeugsystems.
Quelle: Fraunhofer IPT.



Schnittansicht des adaptiven Bohrwerkzeugs und Detailsicht der hochdynamischen Schneide. Quelle: Fraunhofer IPT.

einem Kilohertz durch einen Piezoaktor erreicht, der bei einer nominellen Drehzahl von bis zu 2000 Umdrehungen pro Minute mitrotiert, sodass sich Bohrungen mit einer Zylindrizität kleiner als fünf Mikrometer fertigen lassen.

Der Piezoaktor wird mit einem eigens entwickelten Hochspannungsverstärker angesteuert, der über einen induktiven Drehübertrager die erforderliche Leistung von einem Kilowatt bereitstellt. Zur Reduktion der benötigten elektrischen Leistung wird bei einer Kompression des Piezoaktors die Energie, die bei der Expansion in der elektrischen Kapazität des Piezoaktors enthalten ist, in der Drossel des Verstärkers gespeichert. Der rotierende Bohrschaft ist von einer stehenden Hülse umgeben, in der eine hochauflösende Geometrieerfassungseinheit (Sensorik) angebracht ist. Die Sensorik erfasst einerseits die Lage des Bohrschafts relativ zu der gewünschten Bohrungsachse sowie die Form der Bohrungsmantelfläche. Sie gibt die Messwerte an eine Messwertelektronik weiter. Dort werden die Messwerte aufbereitet und innerhalb der Reglerstruktur mit den zur Verfügung stehenden NC-Sollgeometriedaten verglichen. Anschließend werden die Regelsignale an das Werkzeug weitergeleitet.

Signalverarbeitung und Regelung der hochdynamischen Schneide

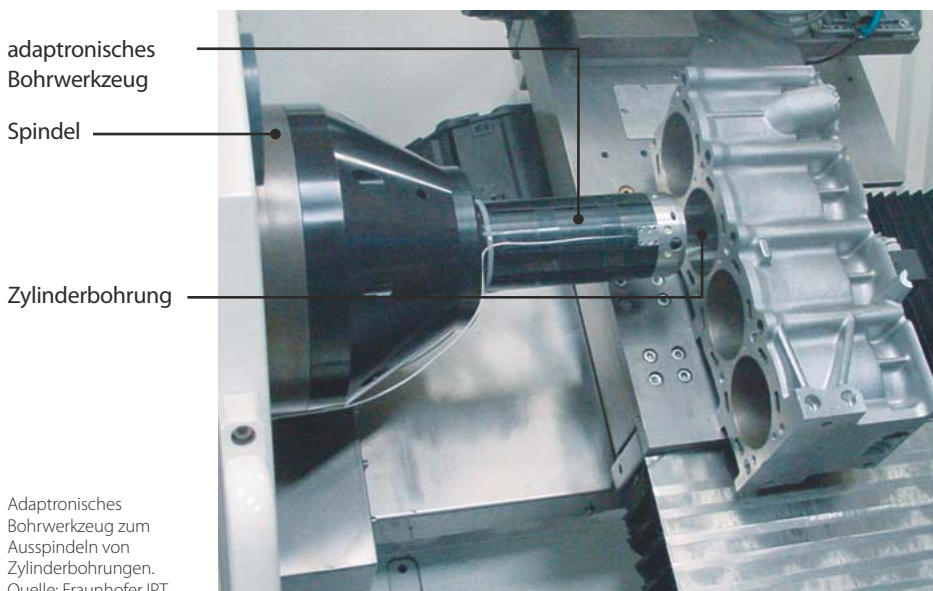
Die Sensoren, welche die erforderlichen Prozessgrößen messen, sind mit einer analogen Messelektronik zur Vorverarbeitung der Sensorsignale verschaltet, welche diese filtert und verstärkt, um sie anschließend in einem digitalen Signalprozessor (DSP) verarbeiten zu können. Für den geregelten Betrieb sind die Sensoren mit dem Aktor, welcher die Schneidverstellung bewirkt, über den DSP gekoppelt. In dem DSP ist der für die Regelung erfolgreich umgesetzte Algorithmus programmiert. Am Ausgang des Prozessors liegt die Soll-Spannung an, die im Hochspannungsverstärker auf die erforderliche Hochspannung zur Ansteuerung des Piezoaktors verstärkt wird.

Die Regelung des intelligenten Bohrwerkzeugs erfolgt durch einen adaptiven Regelkreis, welcher die Messsignale der Sensoren auswertet. Der Regler ist ein mehrschichtiger Kaskadenregler, der in dem digitalen DSP realisiert ist. Die Regler-Hardware übernimmt neben der Ansteuerung des Piezoaktors über den zwischengeschalteten Hochspannungsverstärker mit Energierückgewinnung auch die Konfiguration der frei programmierbaren analogen

Messelektronik, die für die prozessbedingte und adaptiv-konditionierung der Sensorsignale erforderlich ist. Der Regelalgorithmus des intelligenten Bohrwerkzeugs ist zudem mit einem winkelabhängigen Funktionsgenerator ausgestattet, um sinusförmig strukturierte Bohrungen mit einer Amplitude von bis zu zehn Mikrometern zu fertigen.

Industrielle Anwendung

Die Aufrüstung eines konventionellen Bearbeitungszentrums mit einem Bohrwerkzeug mit dynamischer Zustellung und Bohrungsmessung ermöglicht dem Anwender die Herstellung von Zylinderhülsen mit hohen Anforderungen an Maß- und Formgenauigkeiten und die gezielte Unrundbearbeitung von Bohrungen. Durch die automatisierte und synchrone Durchführung von Bauteilbearbeitung und Vermessung werden Haupt- und Nebenzeiten eingespart, die auch bei kleinen Losgrößen zu einer deutlichen Rationalisierung der Fertigung führen. Zusätzlich können Bauteile mit optimierten Oberflächeneigenschaften durch die Strukturierung der Bohrungsinnenfläche hergestellt werden. Der breite Anwendungsbereich bietet neue Möglichkeiten, von denen sowohl Hersteller von Bearbeitungsmaschinen als auch Anwender profitieren können. Entwicklungsbestandteile des adaptiven Bohrwerkzeugs wurden im Forschungsvorhaben „Intelligentes Bohrwerkzeug – iBo“ durch die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen Otto von Guericke e.V. (AiF) gefördert. Darauf aufbauende Arbeiten werden im Forschungsvorhaben BR 2905/12-2 unter dem Thema „Bohrstange mit integrierter hochdynamischer Zustellung sowie Schwingungs- und Formfehlerkompensation“ von der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG im Schwerpunktprogramm SPP 1156 „Adaptronik für Werkzeugmaschinen“ unterstützt.



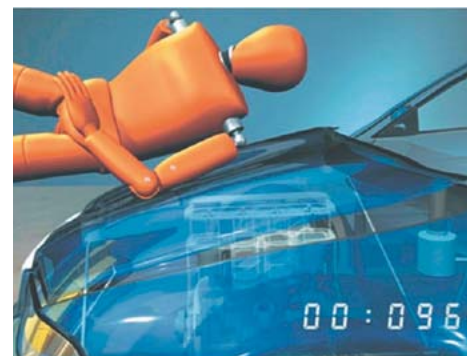
Adaptives Bohrwerkzeug zum Ausspindeln von Zylinderbohrungen. Quelle: Fraunhofer IPT.

Mikrostrukturierte Faseroptiken für aktive Fußgängerschutzsysteme

Thorsten Temme
Frank Otte
Virginie Vachaud
Georg Osterholt



Sensor im Stoßfänger



Aktive Fußgängerschutzsysteme registrieren den Aufprall eines Fußgängers und können geeignete Schutzmaßnahmen wie etwa das Aufstellen der Motorhaube einleiten, um einen Durchschlag des Körpers auf den Motorblock abzufedern. Quelle: Siemens VDO.

Ein Blick auf die Unfallstatistiken in Deutschland verrät, dass die Verletzungen von Fußgängern aus Verkehrsunfällen zu drei Vierteln durch Pkws verursacht werden. Bei mehr als der Hälfte dieser Situationen handelt es sich um klassische Frontalunfälle, bei der die Fußgänger zuerst mit der Fahrzeugfront in Berührung kommen; Verletzungen an Beinen und Kopf sind die häufigsten Folgen. Um dem entgegenzuwirken, forciert die Europäische Union (EU) den Fußgängerschutz durch die Verordnung 2003/102/EC, welche seit Beginn 2004 in Kraft ist. Die Verordnung besagt, dass von 2005 an bis 2015 neue Fahrzeugflotten sukzessive mit Schutzsystemen ausgestattet werden müssen, die auf verschiedene Unfallszenarien (Unterschenkel-, Oberschenkel- und Kopfaufprall von Kindern und Erwachsenen) reagieren.

Aktive faseroptische Fußgängerschutzsysteme

Fußgängerschutzsysteme werden in zwei Kategorien eingeteilt. Passive Systeme mildern den Aufprall ausschließlich mit Strukturmaßnahmen wie etwa einer „weichen“ Front und genügend

Verformungsraum zwischen Motorhaube und Motorblock ab. Aktive Systeme registrieren mit Sensoren den Aufprall eines Fußgängers und lösen daraufhin mittels Aktoren die Schutzsysteme aus, zum Beispiel das leichte Anheben der Motorhaube. Besonders die irreversiblen, in der Regel auf Pyrotechnik basierenden Aktoren erfordern sehr zuverlässig auslösende Sensoren und Algorithmen. Die Hauptanforderungen sind hierbei die einwandfreie Klassifizierung von verschiedenen Personengrößen (Kind, Erwachsener) und die Erkennung anderer Hindernisse wie Vögel, Mülltonnen oder Steinschläge, um Fehlauflösungen zu verhindern.

Faseroptische, in den Stoßfänger integrierte Sensoren können Aufschläge von Körpern registrieren und klassifizieren. Im Beispiel des Intelligent Pedestrian Protection Systems (IPPS) verlaufen insgesamt vier modifizierte Plastikfasern (POF – Plastic Optical Fibers) in einem Band quer über den Stoßfänger direkt unter der elastischen Oberfläche. In den Lichtwellenleiter wird an einem Ende Licht eingekoppelt und am anderen Ende wieder ausgelesen. Verformt

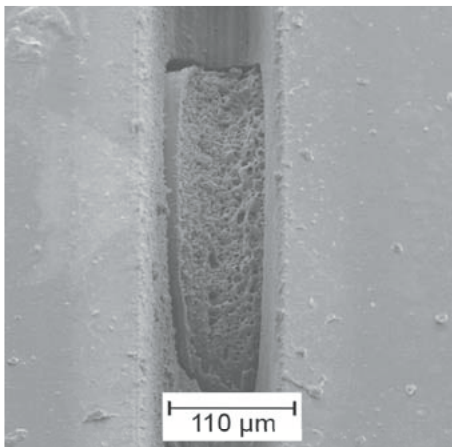
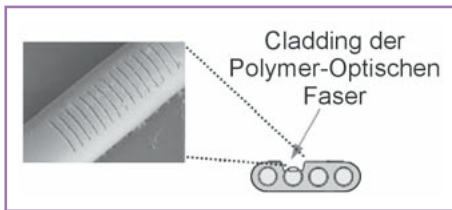
der Aufprall eines Fremdkörpers den Verlauf des Bandes, registriert die Sensorelektronik die Differenz zwischen der ein- und der ausgekoppelten Lichtmenge. Je stärker die Durchbiegung des Bandes ist, desto größer ist die Änderung des Signals des Sensors.

Für die Klassifizierung der Verformungsursache ist es noch entscheidend, die Richtung und den Ort der Durchbiegung zu erkennen. Aus der räumlichen Verteilung von positiver und negativer Biegung kann so auf die Größe des verursachenden Körpers geschlossen werden. Um ein räumlich interpretierbares Signal zu generieren, wird die Verkleidung der vier Lichtwellenleiter an bestimmten Positionen einseitig nach einem bestimmten Muster auf einer Länge von jeweils circa 100 Mikrometern entfernt, wodurch eine Dämpfung des Signals durch den zusätzlichen Lichtaustritt an diesen Öffnungen hervorgerufen wird. Befindet sich die so markierte Stelle nach einem Aufprall im Innenbogen einer Verformung, so verringert sich diese Dämpfung, im Außenbogen erhöht sich diese noch (s. nebenstehende Abbildung).



Laserstrukturierung von Plastic Optical Fibers (POF)

Die exakt berechnete und reproduzierbare Mikrostrukturierung der Polymerfasern ist ein Schlüsselprozess in der Fertigung der Sensoren. Hierbei haben sich Laser, die gepulste UV-Strahlung emittieren, als effizientes Werkzeug herausgestellt. Die ultraviolette Strahlung kann mit einer hohen Auflösung auf das Werkstück fokussiert werden; die Wellenlänge von 266 Nanometern wird im Polymer sehr gut absorbiert. Innerhalb des wenige Nanosekunden dauernden Laserpulses wird in einem sehr kleinen Volumen die notwendige Energie deponiert, um dieses direkt zu verdampfen.



Mittels UV-Laser lassen sich Markierungen mit hoher Genauigkeit in die Faser einbringen. Der Einsatz von Galvanometerscannern mit hoher Positionierungsgeschwindigkeit ermöglicht dabei den schnellen Wechsel der Markierung zu verschiedenen Positionen auf dem Sensor. Quelle: Siemens VDO.

Somit ist eine Mikrostrukturierung mit hoher lateraler Auflösung und einer geringen Schädigung des Grundmaterials durch die Vermeidung eines zu großen Wärmeeintrags möglich. Hohe Prozessgeschwindigkeiten bei der Strukturierung werden durch die Kombination von Lasern mit hoher Pulswiederholrate und schnellem Galvanometerscanner erreicht. Hierdurch kann der Laser sehr schnell, aber auch mit einer Genauigkeit von wenigen Mikrometern zu verschiedenen Positionen auf dem Sensor geführt werden, ohne dass das Band bewegt werden muss. Sukzessive können so auf den einzelnen Bereichen des Sensors einige hundert bis tausend solcher Mikrostrukturen in kurzer Zeit erzeugt werden. Typische Strukturen haben dabei eine Breite von 100 Mikrometern und eine Tiefe von 20 bis 30 Mikrometern, abhängig vom eingesetzten Fasertyp.

Fertigungstechnik

Um letztendlich einen Sensor zu einem wettbewerbsfähigen Preis anbieten zu können, ist eine

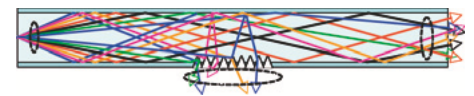
fertigungstechnische Umsetzung mit einem hohen Automatisierungsgrad notwendig. Hierfür bietet sich ein Rolle-zu-Rolle-Verfahren an, bei dem zunächst Faserbänder auf einer Länge von mehreren hundert Metern bis zu einigen Kilometern in den entsprechenden Bereichen mit dem Laser strukturiert werden, bevor sie im weiteren Produktionsablauf der Konfektionierung, Extrusion und dem Anschluss der Sensorelektronik zugeführt werden.

Die Fasern beziehungsweise deren Verkleidung unterliegen nicht unerheblichen Fertigungstoleranzen, sodass eine Laserstrukturierung mit jeweils identischen Bearbeitungsparametern nicht immer zwingend zu einem Freilegen des Faserkerns führt, beziehungsweise bei zu dünner Hülle der Kern massiv geschädigt werden kann. Daher bedarf es schon während der Bearbeitung einer Online-Kontrolle der Transmission der Fasern. Hierfür wird während der Laserstrukturierung Licht temporär in den Faserkern eingekoppelt und nach jedem Bearbeitungsschritt die Dämpfung gemessen. Iterativ werden einzelne Bearbeitungsschritte wiederholt, bis sich das gewünschte Dämpfungsmaß einstellt. Abschließend erfolgen zum Schutz der Fasern eine Versiegelung der bearbeiteten Strukturen sowie Tintenstrahl-Markierungen der Sensorbereiche, um diese in späteren Produktionsschritten detektieren zu können.

Die Markteinführung des IPPS durch Siemens VDO ist für Anfang 2007 zunächst bei einem großen deutschen Automobilhersteller geplant. Die Prozessentwicklung und der Aufbau einer Systemtechnik zur Entwicklung der Massenfertigung wurden in Zusammenarbeit mit dem Laser Zentrum Hannover e.V. durchgeführt.

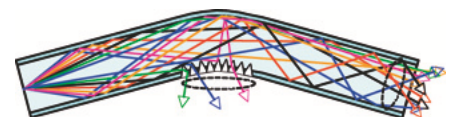
Physikalische Wirkung

Gerade Lichtwellenleiter



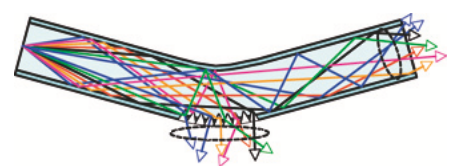
Gestreute Lichtstrahlen

Positive Biegung

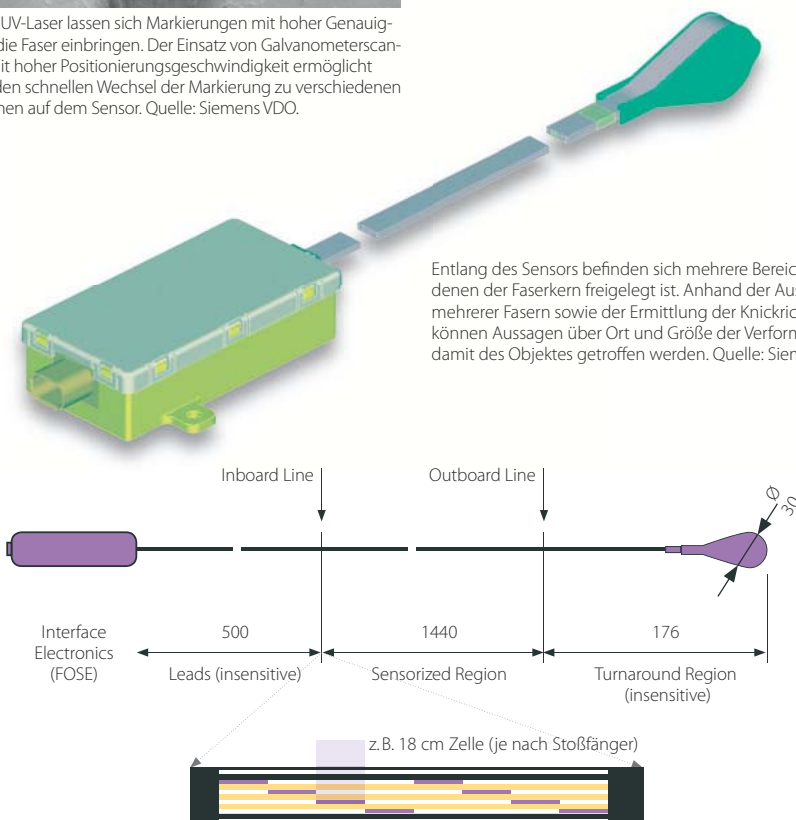


Weniger stark gestreute Lichtstrahlen

Negative Biegung



Stärker gestreute Lichtstrahlen



Entlang des Sensors befinden sich mehrere Bereiche, in denen der Faserkern freigelegt ist. Anhand der Auswertung mehrerer Fasern sowie der Ermittlung der Knickrichtung können Aussagen über Ort und Größe der Verformung und damit des Objektes getroffen werden. Quelle: Siemens VDO.

Mikrooptik in der Kraftstoffpumpenproduktion

Thomas Deiwiks
Dr. Paul Harten
Dirk Hauschild
Dr. Frank Kubacki

In den letzten Jahren gewinnt das Fügen mittels Laserstrahlung im Durchstrahlverfahren zunehmend an Bedeutung. Dabei wird ein für die Laserstrahlung transparentes Bauteil mit einem absorbierenden Bauteil verbunden. Das transparente Bauteil wird von der Laserstrahlung durchstrahlt. Erst durch die Absorption im darunter liegenden Bauteil entsteht eine sehr dünne lokale Schmelze. Sind beide Bauteile dicht aneinander fixiert, erstarrt die Schmelze nach dem Fügevorgang zu einer festen Verbindung. Der Laserstrahl selbst ist in der Regel in der Fügeebene punktförmig fokussiert, sodass Schweißkonturen beziehungsweise -nähte im so genannten Konturschweißen erzeugt werden.

Beim Fügen von Thermoplasten mit dem Laserdurchstrahlverfahren kann die Effizienz des Schweißprozesses durch den Einsatz von Mikrooptik deutlich gesteigert werden. Mittels einer individuellen Strahlformung wird dazu der Konturschweißprozess durch einen simultanen ersetzt.

Hierbei „läuft“ der Laserstrahl über die Schweißkontur und bewirkt ein gleichmäßiges Aufschmelzen der gesamten Fügezone. Im Vergleich zu etablierten Techniken wie dem Ultraschall-, Vibrations- oder Heizelementschweißen ermöglicht das Laserdurchstrahlverfahren eine neue Schweißqualität bei Kunststoffen. Insbesondere bei der Verwendung von Laserdioden ergeben sich viele Vorteile wie Prozesswiederholbarkeit, hohe Festigkeit und ein geringer Verzug. Durch eine kontrollierte Strahlleistung wird die Beschädigung angrenzender Komponenten wie Elektronikbauteile vermieden. Ein fokussierbarer Laserstrahl ermöglicht punktgenaues Verschweißen und dadurch eine sehr feine und eng begrenzte Schmelzebildung. Der kontaktlose Prozess gewährleistet Sauberkeit, ist hygienisch und darüber hinaus optisch ansprechend.

Dort arbeitet ein Standard-Bearbeitungssystem auf Basis von Hochleistungsdiodelnlasern bei einer Wellenlänge von 808 Nanometern. In einem 19-Zoll-Rack sind neben dem eigentlichen Diodenlaser die Lasersteuerung, das Netzteil sowie die Kühlung untergebracht. Über eine Lichtleitfaser wird die Laserstrahlung zu einem Bearbeitungskopf geführt, der die Optik enthält, um das für die Schweißung benötigte Strahlprofil zu erzeugen.

Der Diodenlaser ist mit hochpräziser, refraktiver Mikrooptik aufgebaut, mit der nahezu die gesamte Lichtleistung des Diodenbarrens in die Lichtleitfaser eingekoppelt werden kann. Dies gewährleistet unter anderem eine hohe Lebensdauer der Laserquelle. Im Bearbeitungskopf selbst wird dann ebenfalls über spezielle Mikrooptiken ein Strahlprofil der Größe 5 x 1 Quadratmillimeter erzeugt.

Simultan- statt Konturschweißen im Praxistest

In Erweiterung des Konturschweißens hat die LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH ein Laserkonzept entwickelt, das über das übliche Konturschweißen hinaus ein echtes Simultanschweißen ermöglicht. Dabei wird dem Anwender statt eines punktförmig fokussierten Laserstrahls ein Laserstrahl mit einem Profil zur Verfügung gestellt, das genau der gewünschten Nahtgeometrie entspricht. Wichtigster Vorteil: Anstelle des zeitaufwändigen Abfahrens der Naht kann die Schweißung durch eine sehr kurze Laserbestrahlung erzeugt werden – mit entsprechenden Praxisvorteilen wie sehr schnellen Prozessgeschwindigkeiten und hohen Produktionsausstößen.

Die Herstellung der Mikrooptik basiert auf der patentierten LIMO-Wafer-Technologie. Diese erlaubt – vergleichbar mit der Herstellung von Halbleitern – die hocheffiziente Produktion in großen Stückzahlen. Die Vereinzelung der mikrooptischen Bauelemente erfolgt analog zu den ebenfalls auf Waferbasis hergestellten Laserbarrens. Die Wafertechnologie führt darüber hinaus zu einer hohen Gleichmäßigkeit der Linsen auf der gesamten Waferfläche. Diese Eigenschaft, gepaart mit der hohen Oberflächenqualität der Linsen und Linsenarrays, ermöglicht eine reproduzierbare Strahlformung mit geringsten Transmissionsverlusten und Abbildungsfehlern.

Die Optik im Bearbeitungskopf erzeugt ein so genanntes Tophat-Profil mit hoher Homogenität und sehr steilen Flanken. Die Intensitätsschwankungen liegen unabhängig von der Verformung der Lichtleitfaser beziehungsweise der Bewegung des Bearbeitungskopfes relativ zum Diodenlaser bei unter zehn Prozent.

Einem ersten Praxistest wurde das System bei Siemens VDO in Dortmund unterzogen. Das Unternehmen setzt das Simultanschweißen bei der Fertigung von Kraftstoffpumpen ein.



Abbildung 2:
Kraftstoffpumpe mit im Durchstrahlverfahren eingeschweißtem Innenteil.
Quelle: LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH.

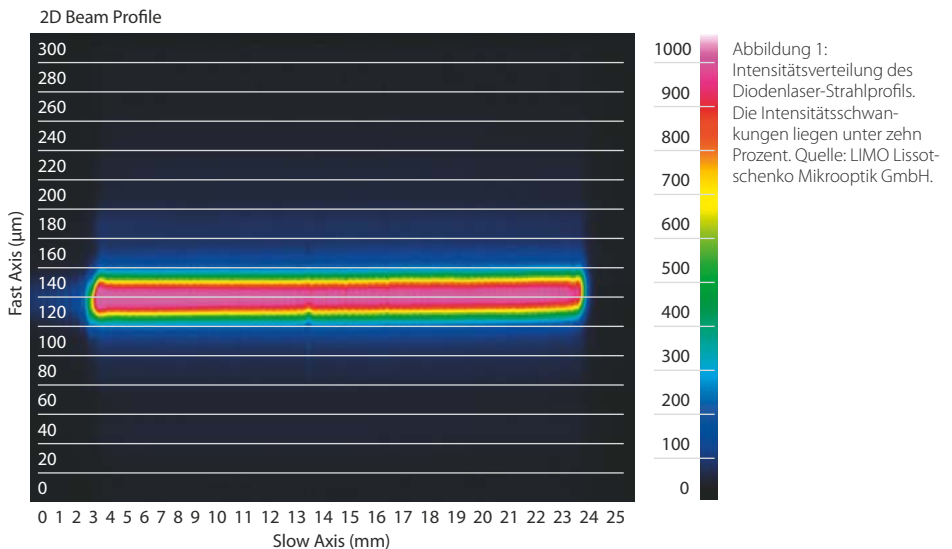
Abbildung 1 zeigt eine typische Intensitätsverteilung entlang der Längsachse des Strahlquerschnitts. Die steilen Flanken des Strahlprofils vermeiden unerwünschte Erwärmung außerhalb der Schweißung; die Lichtleistung wird vollständig für die Schweißung ausgenutzt. Insgesamt wurde ein Produktionsprozess eingeführt, der schnell, sauber und reproduzierbar abläuft – nicht zuletzt deshalb, weil die interne Steuerung des Lasers über Monitordioden die Lichtleistung sowohl im Bearbeitungskopf als auch im Diodenlaser selbst aufnimmt. Sie sorgt außerdem dafür, dass die Laserleistung am Bearbeitungsort auf rund ein Prozent genau konstant gehalten wird, und zwar unabhängig vom Alterungszustand des Lasers.

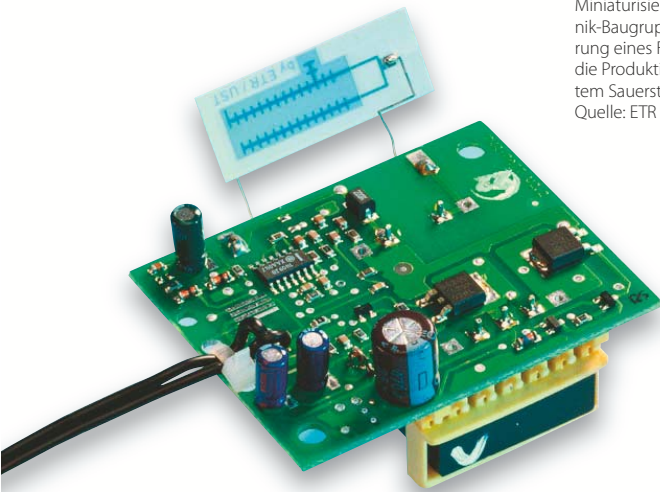
Effizienzsteigerung von weit über 10 Prozent

Abbildung 2 zeigt eine Kraftstoffpumpe mit weißer Außenhülle und eingeschweißtem schwarzen Innenteil, die bei einem Arbeitsabstand von 185 Millimetern und einer Laserleistung von 90 Watt bearbeitet wurde. Die zwei fünf Millimeter langen, parallel verlaufenden Schweißnähte sind als schwarz schimmernde Bereiche zu erkennen, die leicht durch den weißen Kunststoff hindurch scheinen. Die Untersuchung der Werkstücke ergab eine durchgehend hohe Qualität der Schweißnaht entlang ihrer gesamten Länge. Gegenüber dem bislang verwendeten Konturschweißen konnte durch das Simultanschweißen eine Taktzeitverkürzung im zweistelligen Prozentbereich erzielt werden. Werden produktionsbedingt andere Schweißkonturen benötigt, so können diese allein durch Austausch des Bearbeitungskopfes zur Verfügung gestellt werden. Das Spektrum möglicher Profile reicht von Linien über Quadrate bis hin zu Rechtecken und Kreisen. Dabei kann auch die Intensitätsverteilung innerhalb des Profils auf die individuellen Anforderungen der Schweißnaht abgestimmt werden.

Optimierungspotenzial

Zur weiteren Verbesserung der Schweißqualität kann die Optik der Bearbeitungsköpfe durch mikrooptische Homogenisiersysteme ergänzt werden. Dadurch werden Strahlhomogenitäten mit Intensitätsschwankungen von weniger als einem Prozent erreicht. Darüber hinaus stehen Mikrooptiken zum Aufbau von Systemen zur Verfügung, die als Laserquelle Festkörper- oder Excimer-Laser benutzen. Und schließlich können mit kreisförmig angeordneten „Ring“-Lasersystemen Außengeometrien mit Rotationssymmetrie homogen verschweißt werden.





Miniaturisierte PATT-Elektronik-Baugruppe zur Ansteuerung eines Flachmoduls für die Produktion von aktiviertem Sauerstoff.
Quelle: ETR GmbH.

Reine Luft im Automobil dank Mikro- und Sensortechnik

„Luft ist Lebensmittel“: ein zentrales Statement, das nicht nur die Automobilindustrie seit Anfang der 80er Jahre beschäftigt. Motoren brauchen qualifizierte Luftfilter, um keinen Schaden zu nehmen. Aber wer schützt den im Fahrzeug sitzenden Menschen? Mikrosystem- und Sensortechnik finden für diese Frage effiziente Lösungen.

Dr. Hanns Rump

Eine Sensortechnik, welche bis heute in der vierten Generation Fahrzeuginsassen wirksam und zuverlässig schützt, ist die Messung der Luftqualität mittels halbleitender Metalloxide. Wenn die Zuluft unzulässig belastet ist, wird automatisch auf Umluftbetrieb geschaltet.

In der ersten Generation dieser Sensortechnik, die von der ETR GmbH entwickelt und 1989 in Serie eingeführt wurde, arbeitet ein einziger Zinndioxid-Sensor, der oxidierbare Gase und Dämpfe detektiert. Diese Gase werden von Benzinmotoren abgegeben – trotz Katalysator. Zur Auswertung der Sensorsignale wird eine komplexe Elektronik benötigt. Prinzipiell wird dazu das aktuelle Sensor-Signal einem gewichteten Mittelwert der zuletzt detektierten Sensorsignale gegenübergestellt. Daraus wird ein Schaltsignal gewonnen. Weil der so genannte „Grundpegel“ – also die durchschnittliche Belastung der Luft mit Schadstoffen – regional verschieden und natürlich von der Verkehrssituation abhängig ist, kann nicht mit absoluten Schaltpegeln gearbeitet werden. Die Elektronik sucht sich den der Situation angemessenen Schaltpegel automatisch.

Detektion mit nur einem Sensorelement

Die zweite Generation (1994 in Serie) nutzt zwei Sensor-Elemente. Ein Zinndioxid-Sensor ist für Benzinabgase zuständig, ein Wolframtrioxid-Sensor detektiert Stickoxide, welche typisch für Dieselaabgase sind.

Die Signale beider Sensoren werden gewichtet und wirkungsrichtig zusammengeführt. Die Auswertung erfolgt wie oben erläutert. Die dritte und vierte Generation nutzt einen einzigen Mischoxid-Sensor mit einer weltweit patentierten Auswertemethode: Mit nur einem Sensorelement werden alle relevanten Gase erkannt, sowohl Diesel- als auch Benzinabgase (Simultan-Methode).

Heute gehören solche Luftgüte-Sensorsysteme zur Standardausstattung von Kraftfahrzeugen; 2001 verkaufte die ETR GmbH die Patente. Mit zunehmendem Marktanteil von Fahrzeugen mit Klimaanlage wächst auch der Markt für Luftgütesensoren. Fachleute erwarten, dass mittelfristig etwa 30 bis 40 Prozent der produzierten Fahrzeuge mit Luftgütesensoren ausgerüstet sein werden. Die Anforderungen an Sensorsysteme werden sich dabei verändern.

Zukunft der „künstlichen Nase“

So soll das Detektionsergebnis bei komplexer Auswertung nach Geruchsintensität und nach Gefährdungspotential differenzieren, um letztlich mit einer kostengünstigen „künstlichen Nase“ die Lüftung steuern zu können. Dazu werden sowohl subjektive Empfindung als auch die äußere Lage berücksichtigt – der Fachjargon spricht hier von „Nasen-Kongruenz“. Siliziumbasierte Sensoren beispielsweise ermöglichen kostengünstige Sensorgruppen.

Diese könnten im Zuge der Realisierung von „künstlichen Nasen“ an Bedeutung gewinnen.

ETR hat weitere attraktive Anwendungen mit Gassensoren erschlossen: Bis zu 30 Prozent Energie kann eingespart werden, wenn die Lüftung von Gebäuden in Abhängigkeit von der Luftqualität gesteuert wird. Die Luftmenge und der Umluftanteil werden automatisch der Situation angepasst. Dazu liefert ETR kalibrierfähige und langzeitstabile Mess-Sensoren für Luftqualität, so genannte VOC (volatile organic compounds)-Sensoren. Andere ETR-Sensoren erkennen frühzeitig Gefahren, die von Gas oder Dampf ausgehen. Sie werden im Explosions-, Brand- und Arbeitsschutz sowie in der Sicherheitstechnik eingesetzt.

Mikroorganismen auf der Spur

Mit zunehmender Verbreitung klimatisierter Fahrzeuge eröffnete sich ein weiteres Betätigungsfeld. Mikroorganismen können auf der Oberfläche des Filters oder auf der Oberfläche des Verdampfers (Kühlers) in der Klimaanlage siedeln. Die Folge sind mitunter Gerüche, welche auch durch Reinigung schwer zu beseitigen sind. ETR nutzte die altbekannte Beobachtung, dass Mikroorganismen empfindlich auf Ozon reagieren. Schon bei kleinen Ozon-Konzentrationen wird Keimwachstum stark gehemmt oder Keime werden sogar vernichtet.



PWR-PATT-Elektronik und PATT-Modul. Quelle: ETR GmbH.

Das Problem ist, dass Ozon als toxisch eingestuft wird. Keinesfalls darf sich Ozon in der Fahrzeugkabine anreichern. Der Grenzwert für Ozon in Atemluft beträgt 50 ppb.

Weil die Geruchsgrenze (30-40 ppb.) etwas niedriger ist, sollte niemals die riechbare Konzentration von 30 ppb. überschritten werden. Darum wurde eine Methode entwickelt, die eine sichere und stabile Produktion kleiner Ozonmengen von wenigen Mikrogramm pro Minute garantiert, sich selbst überwacht und sich automatisch dann abschaltet, wenn kritische Betriebszustände erreicht werden. Bei Systemfehlern wird selbsttätig eine Fehlermeldung ausgelöst.

Erzeugung von Ozon

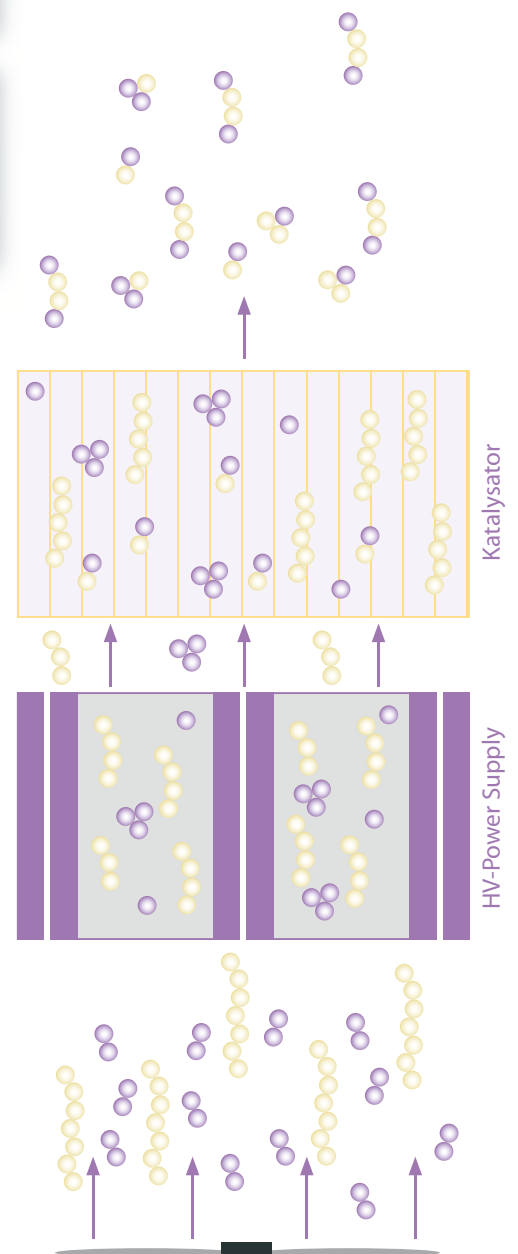
Ozon wird nach dem Prinzip der „dielektrisch behinderten Entladung“ erzeugt. Dabei werden durch eine hohe Wechselspannung auf der Oberfläche eines speziellen flachen Moduls, das sich auf einem Keramiksubstrat befindet, elektrische Entladungen erzeugt. Im Plasma entsteht Ozon. Durch Messung der Entladungsintensität wird auf die erzeugte Ozonmenge geschlossen. Diese Informationen werden genutzt, um die produzierte Ozonmenge dauerhaft stabil zu halten. Aus den Daten kann zusätzlich die Funktion des Ozonerzeugers beurteilt werden.

Für die Serienproduktion ist die Prüfbarkeit der Ozongeneratoren wichtig. Es muss sichergestellt sein, dass die Produktionsmenge nicht zu gering und gleichzeitig nicht zu hoch und damit gefährlich ist. Wird aus der gemessenen Ozonkonzentration die Ozonproduktion berechnet, dauert die Prüfung eines einzigen Ozongenerators etwa ein bis zwei Minuten, was die Kosten für die Geräte treibt und für die Großserie einen erheblichen Engpass darstellt.

Mit präziser Messung der Entladungsaktivität wird rechnerisch die vom Prüfling produzierte Ozonmenge bestimmt. Die Messung über Luftstrom und Ozonkonzentration erfolgt statistisch, um diese Ergebnisse abzusichern. ETR nennt die Ozontechnik „PATT™“ (Physical Air Treatment Technology).

In intensiver Forschung wurde die Zuverlässigkeit, die langzeitstabile Datentreue und die biologische Effizienz von PATT™ entwickelt und verifiziert. Wesentlich ist dabei nicht die Nutzung von Ozon als solchem – dieses Vorgehen ist seit Jahrzehnten bekannt –, sondern die sichere und stabile Erzeugung sehr geringer Mengen. Nur wenn durch den Einsatz von Ozon keine Risiken entstehen, darf auf dieses uralte Reinigungs- und Sterilisierungsprinzip der Natur technisch zurückgegriffen werden.

Funktionsprinzip des PATT-Systems am Beispiel einer Lüftungsanlage. Quelle: ETR GmbH.



ZVEI Einladung: 4. Kompetenztreffen

Freitag, 13. Januar 2006, 13.00 Uhr, Campus Kronberg/Taunus

Bild: Continental AG

Mikroelektronik im Automobil

Freuen Sie sich auf ein interessantes Programm mit folgenden Referenten:

- › Volker Adams
Marktleiter Aftermarket,
Blaupunkt GmbH
- › Dr. Kurt Demmer
Chefvolkswirt
IKB Deutsche Industriebank AG
- › Peter Gresch
Geschäftsführer Entwicklung,
Delphi Delco Electronics Europe GmbH
- › Prof. Dr. Günter H. Hertel
Vice President Research Technology
Management and Intellectual
Property Management,
Daimler Chrysler AG
- › Dr. Rainer Kallenbach
Bereichsvorstand,
Robert BOSCH GmbH
- › Dr. Peter Rieth
Leiter Zukunftsentwicklung,
Continental Automotive Systems
- › Dr. Frank Rottmann
Vorstand Entwicklung und Vertrieb,
ELMOS Semiconductor AG

Veranstalter

ZVEI Services GmbH (ZSG)
in Zusammenarbeit mit
IKB Deutsche Industriebank AG

Information/Anmeldung

Carmen Franke
per Fax: 069/6302-322
per Mail: zsg-seminare@zvei.org
oder unter: www.zvei.org/Kompetenztreffen

Teilnahmegebühren

Mitglied: € 290,- (+ MwSt.)
Nichtmitglied: € 370,- (+ MwSt.)
(Die Teilnahmegebühr umfasst die
Veranstaltung, Pausengetränke und das Dinner.)

ZVEI:

IKB

Deutsche Industriebank

IKB. Die unternehmerische Entscheidung.

IVAM. Produktmarkt Mikrotechnik



New Materials



MicroTechnology, 24. bis 28. April 2006



Bartels Mikrotechnik GmbH

Bessy Anwenderzentrum für Mikrotechnik

Elliptec Resonant Actuator AG

EV Group

Forschungszentrum Karlsruhe /
Industrieforum Mikrofertigungstechnik (FIF)

Fraunhofer IFAM Bremen

Fraunhofer ILT Aachen

Fraunhofer IZM Chemnitz

**FRT, Fries Research
& Technology GmbH**

HMF GmbH

Jenoptik Mikrotechnik GmbH

LEISTER Process Technologies

microdrop Technologies GmbH

Microsystems Center Bremen
(MCB)

MicroWebFab

MST.factory dortmund GmbH

NanoFocus AG

OPM GmbH

Protron Mikrotechnik GmbH

RENA Sondermaschinen GmbH

SÜSS MicroTec AG

start2grow

Taisei Kogyo Co., Ltd.

TechnologieZentrum
Dortmund GmbH

TECAN Ltd.

technotrans AG

Wahl Optoparts GmbH

Wirtschaftsförderung
Dortmund - dortmund-project

Sie möchten sich noch anmelden oder haben Fragen zum Produktmarkt Mikrotechnik oder zu New Materials?
Katrin Manka: Tel.: +49 231 97 42 7081 / eMail: km@ivam.de

Messen, Fachausstellungen, Veranstaltungen

Detaillierte Informationen und Anmeldeunterlagen zum Gemeinschaftsmessestand Produktmarkt Mikrotechnik von IVAM erhalten Sie von Katrin Manka, Telefon: +49 (0) 231 9742 7081, E-Mail: km@ivam.de oder im Internet: www.ivam.de > Messen/Termine.

IVAM-Messen

Hannover Messe 2006/MicroTechnology
24. – 28. April 2006, Hannover, D
Internationale Leitmesse für Mikrotechnik-Produkte. IVAM veranstaltet eine Sonder-schau mit Forum und Gemeinschaftsstand. Anmeldung möglich.
www.hannovermesse.de

Achema 2006
15. – 19. Mai 2006, Frankfurt, D
Internationaler Ausstellungskongress für Chemische Technik, Umweltschutz und Biotechnologie. Produktmarkt Mikrotechnik und Ausstellerforum. Anmeldung möglich.
www.achema.de

Sensor+Test 2006
30. Mai – 1. Juni 2006, Nürnberg, D
Internationale Messe für Sensorik, Mess- und Prüftechnik. IVAM veranstaltet Gemeinschaftsstand und Forum; Aussteller profitieren vom neuen Preiskonzept. Anmeldung möglich.
www.sensor-test.com

Electronica 2006
14. – 17. November 2006, München, D
Internationale Fachmesse für Bauelemente und Baugruppen der Elektronik. IVAM veranstaltet einen Gemeinschaftsstand; ein Forum ist geplant. Anmeldung möglich.
www.electronica.de

Medica/Compamed 2006
15. – 17. November 2006, Düsseldorf, D
Internationale Medizintechnik-Messe. Produktmarkt Mikrotechnik und Ausstellerforum. Anmeldung möglich.
www.medica.de

IVAM-Veranstaltungen

„Mikroelektronik im Automobil“
13. Januar 2006, Kronberg, D
Kompetenztreffen der Automobilbranche.
www.zvei.org

6. Internationales CAR-Symposium
31. Januar – 1. Februar 2006, Bochum, D
Symposium der Automobilindustrie.
www.fh-gelsenkirchen.de

Weitere Veranstaltungen

Photonics West 2006
21. – 26. Januar 2006, San Jose, CA, USA
Ausstellung.
<http://spie.org/conferences/calls/06/pw>

MOEMS-MEMS Micro & Nanofabrication
21. – 26. Januar 2006, San Jose, CA, USA
Konferenz.
<http://spie.org/conferences/calls/06/pw/mf>

MEMS 2006
22. – 26. Januar 2006, Istanbul, TR
Internationale Konferenz.
www.mems2006.org

Nortec 2006
25. – 28. Januar 2006, Hamburg, D
Fachmesse für Produktionstechnik.
www.hamburg-messe.de

Nano Tech 2006
21. – 23. Februar 2006, Tokyo, JP
Internationale Konferenz und Ausstellung.
www.ics-inc.co.jp/nanotech/index_e.html

4M 2006 – Call for Papers/Annahme-Deadline
28. Februar 2006, Grenoble, F
Internationale Konferenz.
www.4m-net.org

MEMS China 2006
18. – 25. April 2006, Chongqing, CN
Industriemesse.
www.mdc.com.cn

Optatec
20. – 23. Juni 2006, Frankfurt, D
Internationale Fachmesse optischer Technologien.
www.messefrankfurt.com

Im April 2006 erscheint die nächste Ausgabe der »inno« mit dem Thema „Mikrotechnische Produktion“. **Einsendeschluss ist der 30. Januar 2006.**

Bitte kopieren und ausgefüllt zurückfaxen!

Unternehmen

Ansprechpartner

Straße/Nr.

PLZ/Ort

Telefon

Telefax

E-Mail

- Ich möchte »inno« abonnieren. Bitte nehmen Sie mich in den Verteiler auf und senden Sie mir die Zeitschrift regelmäßig kostenfrei zu.
- Meine Anschrift hat sich geändert. Bitte senden Sie »inno« in Zukunft an die oben genannte Adresse.
- Ich möchte »inno« nicht mehr erhalten. Bitte streichen Sie mich aus Ihrem Verteiler.

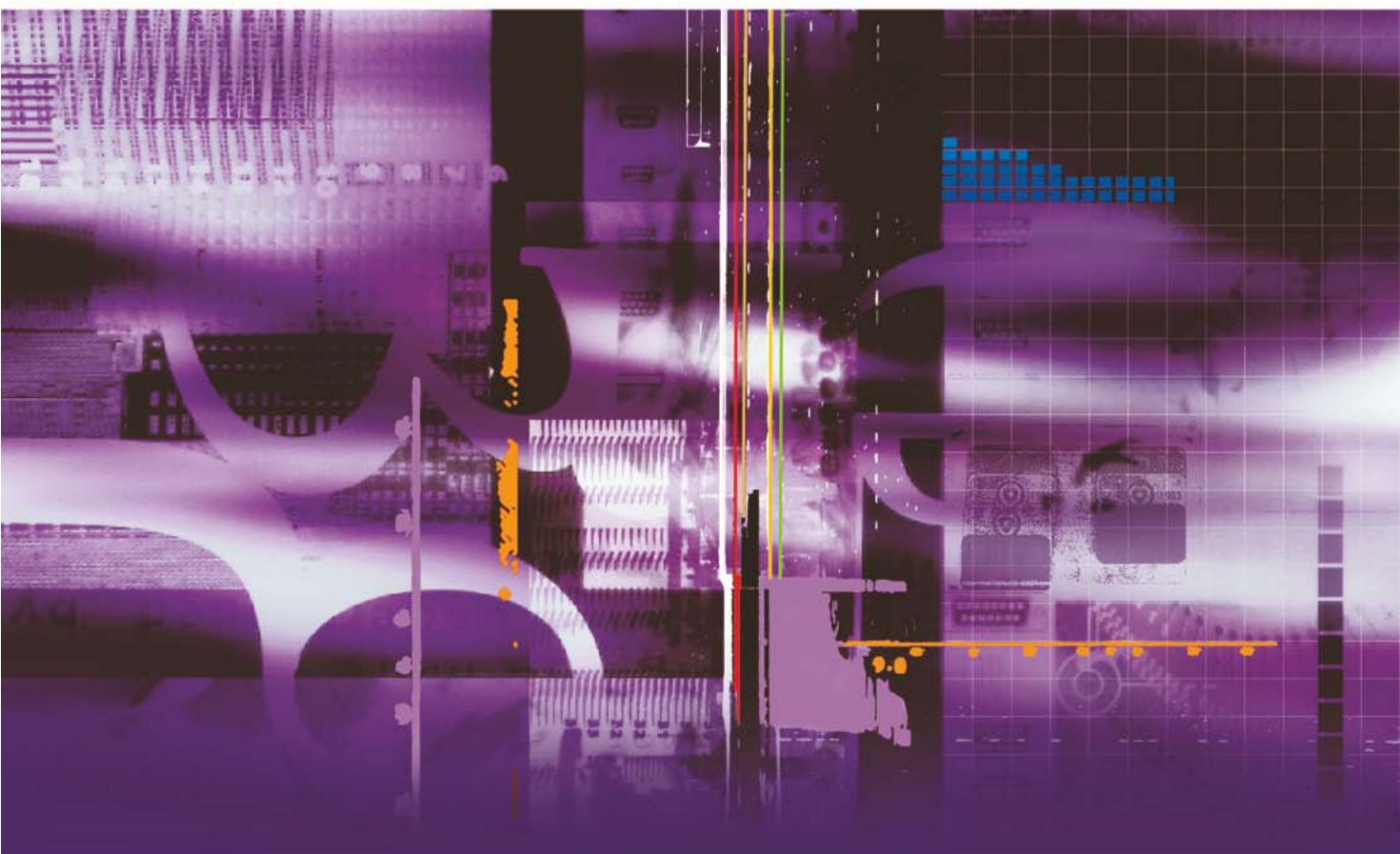
Bitte senden Sie mir kostenfrei folgende Informationen zu:

- MikroMedia, den E-Mail-Newsletter von IVAM mit Produktinformationen und Nachrichten aus der Mikrosystemtechnik (erscheint alle 3 Monate).

Meine E-Mail-Adresse:

- Informationen über den Produktmarkt Mikrotechnik – den Gemeinschaftsmessestand von IVAM auf internationalen Fachmessen (Service-Paket, Teilnahmebedingungen, Anmeldeunterlagen) und Messeübersicht.
- Informationen über die Cluster-Analyse „MST-Atlas Deutschland 2005“ und Bestellformular.
- Allgemeine Informationen über den IVAM Fachverband für Mikrotechnik.
- Bestellformular für das IVAM-Mitgliederverzeichnis „MEMS Directory“ (kostenpflichtige Neuauflage erscheint März 2006).

Kleinste **Produkte.** Großer **Markt.** Einzigartige **Messe.**



MicroTechnology 2006

Internationale Leitmesse der angewandten Mikrosystemtechniken
und Nanotechnologien

■ Partnerland 2006: INDIEN

Märkte von morgen erschließen – eine Wachstumsregion stellt sich vor

24.–28. April 2006

Jetzt anmelden: hannovermesse.de/aussteller

