

Nano trifft Mikro – Beispiele von Innovationen aus Hessen

Die Mikrosystemtechnik ist heute eine etablierte Technologie und ein Jobmotor zur Schaffung von sicheren Arbeitsplätzen. Nach Angaben des VDI-IT sind rund 680.000 Arbeitsplätze direkt mit der Mikrosystemtechnik verbunden. Man findet mikrosystemtechnische Produkte im Automobil, in der Nachrichtentechnik, in der Konsumgüterindustrie, Gebäudetechnik, Umwelt, Chemie, Pharma- und Biotechnologie und der Medizintechnik.

In Hessen sind nach Dr. Dieter Kreuziger von der Hessen Agentur rund 300 Unternehmen aktiv in den High-Tech-Bereichen der Mikrosystemtechnik und Nanotechnik, der Material- und Oberflächentechnik und den optischen Technologien tätig. Auch viele Arbeitsgruppen sind an den hessischen Hochschulen aktiv.

Diese Innovationen voranzutreiben und zu verstärken, für dieses Ziel ist das junge mst-Netzwerk Rhein-Main aktiv, das seine 3. Jahrestagung in Frankfurt am 4. Juli 2007 unter das Motto: »Nano-Mikro-Integration« stellte.

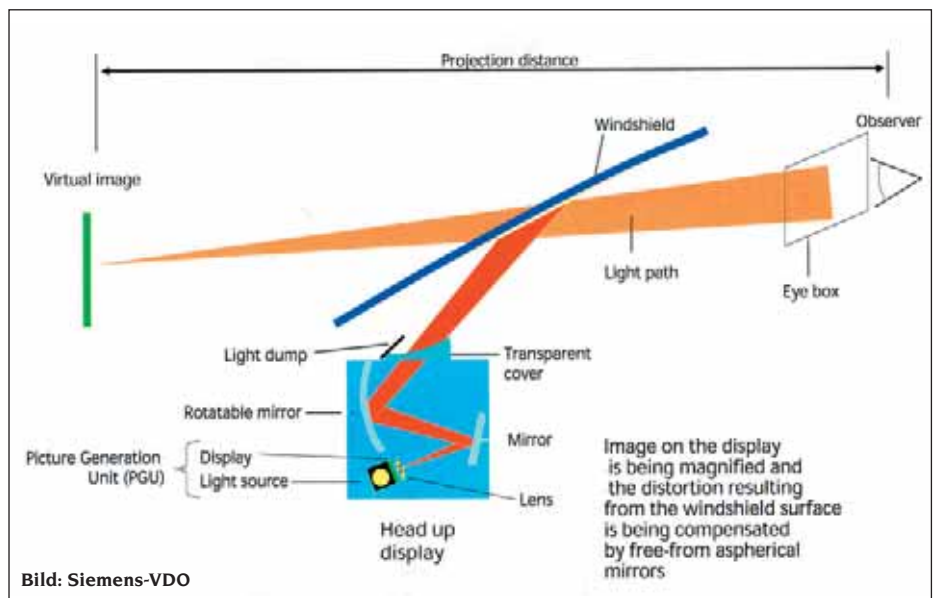
»Dabei hat die Nano-Mikro-Integration zunächst eine technische Seite. Sie führt dazu, dass immer kleinere, leistungsfähigere Sensoren mit Nanomaterialien verbunden werden. Integration bedeutet aber auch, die Menschen – die Unternehmer mit den Forschern und Wissenschaftlern – zusammenzubringen«, so Prof. Dr. Helmut F. Schlaak von der TU Darmstadt und Vorstandsvorsitzender des mst-Netzwerks.

Den 120 Teilnehmern konnte von ersten Produkten auf dem Markt berichtet werden sowie über Entwicklungsvorhaben, die eine hochinteressante Zukunft erwarten lassen.

Dabei gehen Firmen auch neue Wege der Zusammenarbeit, wie Frau Dr. Monika Kursawe, Director Business Development Chemicals bei Merck KGaA, Darmstadt, in ihrem Vortrag über die Entwicklung von druckbarer Elektronik vorstellte. So arbeiten zum Beispiel in einem gemeinsamen Zentrum an der TU-Darmstadt Spezialisten

von 8 Lehrstühlen zusammen. Die Firma Merck sieht im Bereich druckbare Elektronik einen großen, wachsenden

gedruckten Antennenspule mit einem Transponder-Chip bestehen, auf dem die wesentlichen Produktdaten gespeichert werden. Damit können ab 2010 bis 2015 Produkte im Supermarkt gekennzeichnet und diese Informationen dann an den Kassen ausgelesen werden. Voraussetzung dafür ist, die Kosten pro Tag in den Bereich weniger Cent zu bringen. Dies soll mit druck-



▲ **Optischer Strahlengang in einem Head-up-Display**

Markt, in dem neue Bauelemente für Massenanwendungen entstehen, wie beispielsweise das Gebiet der rf-ID-

baren Materialien möglich werden. Deshalb wird gemeinsam an druckbaren Leiterbahnen und Abdeckungen



▲ **Entwicklung von Head-up-Displays, 1. und 2. Generation**

Tags, der aus Distanz auslesbaren Markern, die im wesentlichen aus einer

geforscht, aber auch an druckbaren Halbleiterschichten, aus denen schließ-

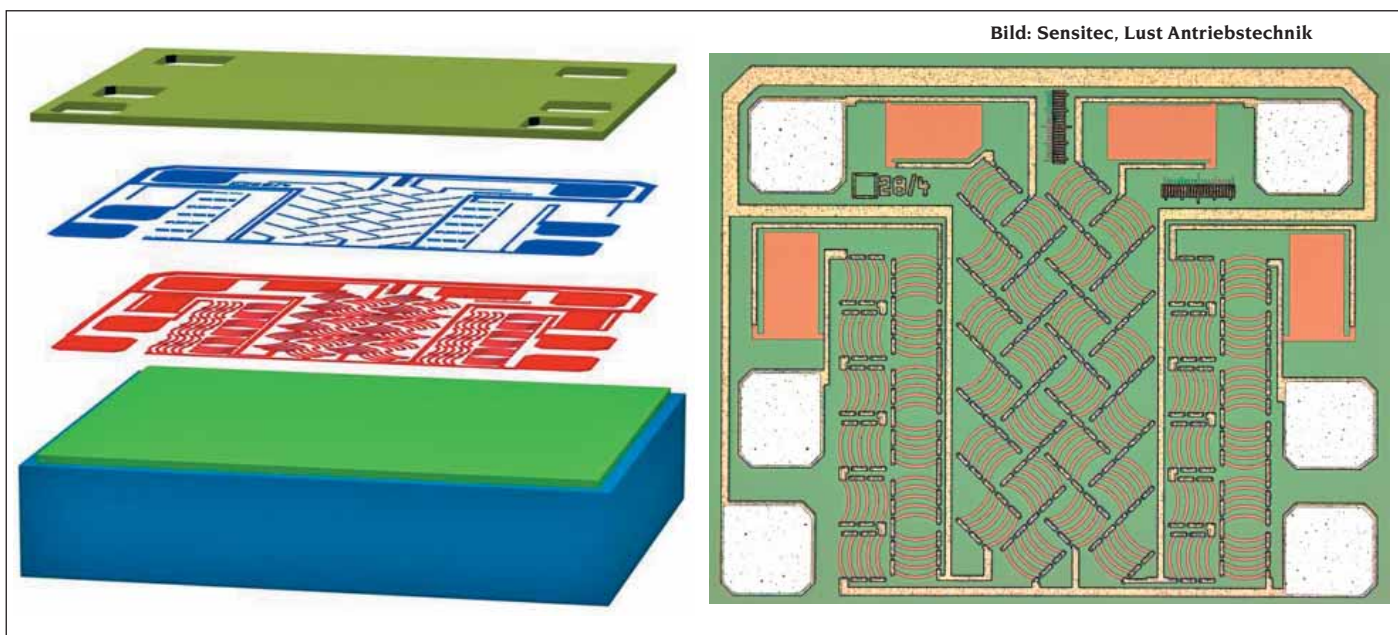


Bild: Sensitec, Lust Antriebstechnik

▲ Aufbau von AMR-magneto-resistiven Sensoren nach dem AMR-Effekt

lich die Informationsspeicher hergestellt werden können.

In Head-up-Displays (HUD) werden schon heute Submikrometer große diffraktive optische Elemente eingesetzt. Dies stellte Thomas Martin von Siemens VDO Automotive in Babenhausen vor. Solche HUDs werden in hochklassigen Automobilen eingesetzt, um dem Fahrer schnell Informationen auf die Windschutzscheibe zu projizieren. Damit können Navigationsgeräte ausgerüstet oder Warnungen über entfernte Hindernisse zum Fahrer gemeldet werden, ohne dass dieser den Blick von der Fahrbahn abwenden muss. So ein HUD ist ein komplexes optisches System, mit dem Licht von Hochleistungs-LEDs in einem 360 x 180 Pixel TFT-Display moduliert wird und dann durch eine Optik mit 3 asphärischen Spiegeln auf die Windschutzscheibe projiziert wird. Diese erste Generation von HUDs ist seit 2003 in Serienproduktion.

Nun ist die 2. Generation von HUDs angelaufen mit erhöhter Pixel-Zahl von 480 x 240 Pixel im TFT-Display. Durch den Einsatz von diffraktiven optischen Elementen konnten die HUD der 2. Generation mit um 40 % reduziertem Volumen kompakter und lichtstärker gemacht werden. Sie benötigen nur noch 2 asphärische

Umlenkspiegel und eine Linse. An einer weiter verbesserten 3. Generation wird gearbeitet.

Auch in den magneto-resistiven Sensoren werden Nanometer dicke Schichten für empfindliche Weg-, Positions-, Drehwinkel- und Drehzahlsensoren im Bereich Automobil und Maschinenbau eingesetzt. Dies stellte Jürgen Rühl von Lust Antriebstechnik mit den in Produktion befindlichen AMR-Sensoren vor, die auf dem anisotropen magneto-resistiven Effekt (AMR) beruhen, der von Lord Thomson 1857 entdeckt wurde. Aber erst in den letzten Jahren konnten kommerzielle Sensoren durch den Einsatz der Dünnschichttechnik mit Hochleistungs-Vakuumanlagen weiterentwickelt werden, wie die im Bild gezeigten AMR-Winkelsensor-Chips von Sensitec, bei dem neben der eigentlichen NiFe-Sensorschicht von nur 30 nm Dicke noch weitere Schichten für Passivierung und Kontakte abgeschieden und strukturiert werden müssen. Diese Sensoren finden vielseitige Anwendungen, obwohl ihre Widerstandsänderung im Magnetfeld nur bei 2 bis 3 % liegt.

Im Automobil werden magneto-resistive Sensoren in großen Stückzahlen von über 100 Mio. Stück eingesetzt im Bereich magnetischer Rad-Drehzahlerfassung (ESR) und Drehmoment-Erfas-

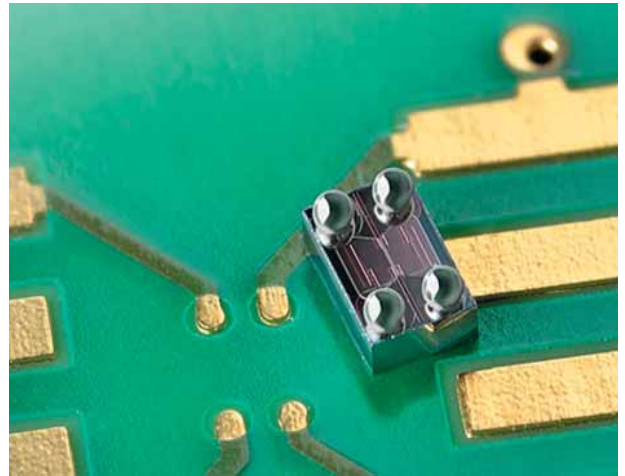
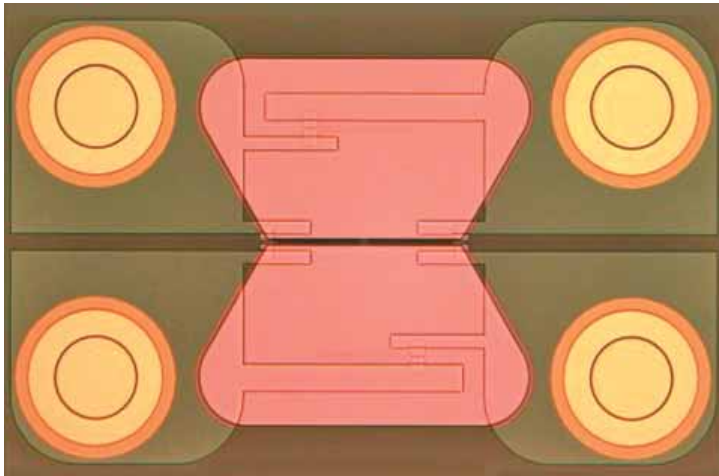
sung mit Winkelauflösung von $0,1^\circ$ oder Pedalwinkel-Erfassung mit Messgenauigkeit von etwa 1%. Auch im industriellen Bereich, in der Automatisierungstechnik, finden wir AMR-Sensoren für die Winkel- und Positionsmessung, aber auch zur Strommessung und als Kompass-Sensoren.

Eine Weiterentwicklung dieser Sensoren basiert auf dem 1988 von Prof. Grünberg in Jülich entdeckten GMR-Effekt (GMR = Giant Magneto Resistance). Hier wird die Austauschkopplung von ferromagnetischen Schichten (etwa NiFe) über nichtmagnetischen Zwischenschichten (etwa Kupfer) genutzt. In Vielfach-Schichtsystemen (etwa 5 bis 15 Lagen, jeweils im Nanometer-Bereich) können Widerstandsänderungen im Magnetfeld von 5 bis 50 % erzielt werden, etwa richtungsunabhängig als Magnetfeld-Schalter.

Als jüngster Effekt wurde in den neunziger Jahren der TMR-Effekt realisiert, bei dem zwischen ferrromagnetischen Schichten 1 bis 2 nm dünne Isolatorschichten eingebracht werden. Dies wird in MRAMs schon als kommerzielle Produkte genutzt, bei der Applikation als Sensoren steht man noch am Anfang, obwohl mit TMR-Sensoren noch höhere Magnetfeldempfindlichkeit bis hin zu hohen Arbeitstemperaturen erwartet werden kann.



Bild: Sensitec, Lust Antriebstechnik



▲ GMR-Bauelemente als Magnetfeld-Schalter

Es gibt im Rhein-Main-Gebiet zwei laufende Forschungsverbundvorhaben im Bereich Nano-Mikro-Integration zu Kohlenstoff-Nanoröhren (Prof. Schneider vom Forschungsschwerpunkt Nanomaterialien der TU Darmstadt) und zu metallischen Nanodrähten (Herr Korb, Firma Arteos in Seligenstadt mit Prof. Völklein von der FH Wiesbaden) der GSI für Gassensoren. Im ersten Fall werden Defekte in Polymeren durch Schwerionen bei der GSI erzeugt, die ausgeätzt und dann galvanisch mit metallischen Nanodrähten gefüllt werden. Hier sind noch interessante Anwendungen von Nanodrähten zu erwarten, wenn es gelingt, nicht nur Bündel dieser Materialien zu nutzen, sondern als Fernziel erreicht, einzelne Nanodrähte sicher zu handhaben und zu verarbeiten.

Schließlich zeigte der Vortrag von Dr. Schulze von Precitec Optronik in Rodgau, wie mit optischen Verfahren bis an die Grenzen der geometrischen Messtechnik gegangen werden kann, mit Tiefenauflösungen bis in den Bereich 20 nm und lateralen Auflösungen bis in den Bereich 800 nm. Herr Neumann vom IMM in Mainz berichtete, welche Genauigkeiten in der mechanischen Mikrobearbeitung erzielt werden können, bis hinab in den Submikrometer-Bereich.

Damit zeigte diese Tagung sehr gut, welches Potenzial in der Beschäftigung mit der Mikrosystemtechnik und ihrer Weiterentwicklung durch Nutzung von Nanomaterialien und Nano-

strukturen liegt. Die Vorträge sind auf der Web-Seite des mst-Netzwerks www.mst-rhein-main unter News einzusehen.

- gt -