

Flüssiges Fokussieren

Die meisten Objektive von Fotohandys arbeiten mit einer festen Brennweite und liefern nicht selten unscharfe Fotos. Autofokus-Systeme mit ihrer komplexen Mechanik sind für diese Kleingeräte bisher zu groß und zu teuer. Mit einer flüssigen Linse, die Forscher des Elektronikkonzerns Philips entwickelt haben, könnte sich das ändern. Nur etwa so groß wie eine Erbse kann die mit



Diese winzige flüssige Linse könnte flexibles Fokussieren auch bei Kleingeräten wie Fotohandys ermöglichen. (Foto: Philips)

zwei unmischbaren, durchsichtigen Flüssigkeiten gefüllte Optik – „FluidFocus“ getauft – binnen zehn Millisekunden von fünf Zentimeter Abstand auf „Unendlich“ stufenlos umstellen. Da auf mechanische Teile komplett verzichtet wird und zudem der Stromverbrauch vernachlässigbar klein ist, könnte sich diese flüssige Linse ideal für Objektive kleiner mobiler Geräte nutzen lassen.

Die Philips-Forscher füllten für ihre Linse eine elektrisch leitende wässrige Lösung und ein nicht leitendes Öl in eine zwei Millimeter lange und drei Millimeter breite Röhre. Beide Flüssigkeiten brechen sichtbares Licht unterschiedlich stark. Die Wände dieses winzigen Linsenbehälters beschichteten sie mit einem Wasser abstoßenden Polymer-Lack. Ohne Stromfluss wird daher die wässrige Lösung von der Innenwand abgestoßen und formt eine halbkugelförmige Flüssiglense.

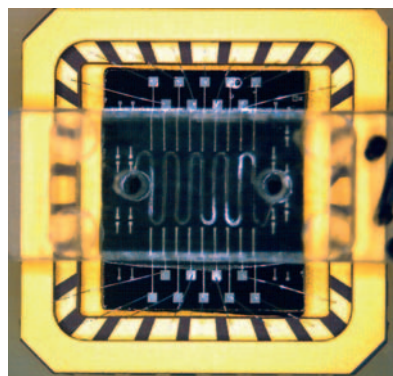
Wird nun jedoch ein elektrisches Feld an die Innenwand angelegt, nimmt die Wasser abstoßende Eigenschaft der Beschichtung ab. Elektrische Ladungen sammeln sich dabei an der beschichteten Glaswand. In Wechselwirkung mit der leitfähigen, wässrigen Flüssigkeit verringert die wirkende elektrostatische Kraft die Oberflächenspannung an der Grenzfläche. Dadurch kann sich die wässrige Linse je nach angelegter Spannung mehr oder weniger an die Wand anschmiegen und verändert so die Krümmung der Flüssig-Linse von „konkav“ über „flach“ bis „konvex“. Dabei strömt das Öl

in den jeweils freiwerdenden Raum nach und beeinflusst das Lichtbrechungsverhalten. Beide Effekte zusammen verändern im Bruchteil einer Sekunde die Brennweite und erlauben ein extrem schnelles und sehr günstiges Autofokus-System.

Mit über einer Million Fokussiervorgängen ohne Leistungsverlust zeigt sich die Flüssiglense auch ziemlich stabil und unempfindlich gegen Erschütterungen und Temperaturschwankungen.

Sensorchip mit Lichtleitern

Schnell, genau und mit möglichst wenig Probensubstanz wollen Wirkstoffentwickler und Molekularbiologen Proteine und Erbgutfragmente nachweisen. So genannte „Lab-on-Chip-Systeme“ ersetzen dabei zunehmend Reagenzgläser und aufwändige Analyseverfahren. Nun haben Forscher des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik (IBMT) einen neuen Sensorchip entwickelt, der auf Lichtleitern aus Silizium-



Ein schlangenförmiger Mikro-Kanal führt flüssige Probensubstanz über acht Lichtleiter. (Foto: FhG/IBMT)

nitrid aufbaut. Bereits der Prototyp kann acht verschiedene Substanzen nahezu zeitgleich detektieren.

Auf einem quadratischen Chip der Kantenlänge sechs Millimeter deponierten die Forscher acht 2,4 Millimeter kurze Lichtleiter. Schlangenförmig führt ein dünner Kanal die flüssige Probensubstanz über diese filigranen Fasern, deren Oberfläche mit Aminosilan für das „Bedrucken“ mit „Detektor-Molekülen“ (Oligonukleotide oder Antikörper) vorbereitet wurde. Mit einem dem Tintenstrahl Druck vergleichbaren Verfahren („Nanospotting“) können mehrere tausend dieser bioaktiven Molekülgruppen, die sich über eine Aminogruppe fest an die Oberfläche binden, auf jeder Siliziumnitridfaser deponiert werden. An diese „Detektor-Moleküle“ docken nun nach

dem Schlüssel-Schloss-Prinzip die nachzuweisenden Biomoleküle aus der Probe an.

Die Kontrolle, ob und wie viele Biomoleküle sich auf dem Lichtleiter eingeklinkt haben, geschieht über eine Intensitätsmessung von Licht. Eine rote Silizium-Leuchtdiode sendet dazu Photonen in den Lichtleiter, die am anderen Ende ebenfalls durch eine Si-Diode nachgewiesen werden können. Doch ein Teil der Energie breitet sich außerhalb des Faserkerns aus. Dieses „evaneszente Feld“ wird durch Anlagerung der nachzuweisenden Proteinmoleküle beeinflusst. Je nach Menge der angelagerten Moleküle ändert sich der Brechungsindex der Umgebung und die Intensität des durchlaufenden Lichtes verringert sich um bis zu 40 Prozent. Aus diesem Strahlungsverlust können die Forscher auf die Konzentration einer bestimmten Substanz in der Probe zurückschließen. Derzeit erreichen sie Genauigkeiten von unter 50 Femto-Mol pro Liter. Erste Versuche beim Nachweis des Moleküls Streptavidin verliefen sehr erfolgreich.

Im Rahmen des EU-Forschungsprojektes BIOMIC¹⁾ soll dieser Biochip in wenigen Jahren zur Marktreife gebracht werden. Er könnte dann zur Prozessüberwachung in der Pharmaindustrie oder zum Monitoring umweltrelevanter Schadstoffe eingesetzt werden.

Schalten mit Nanoröhrchen

Je nach Geometrie sind einwandige Nanoröhrchen aus Kohlenstoff hervorragende Leiter oder Halbleiter. Nachdem es Physikern der Technischen Universität Delft und des amerikanischen Watson Research Centers von IBM gelang, grundlegende Transistor-Prototypen mit diesem Material herzustellen, präsentiert Infineon nun den ersten Nanoröhrchen-Schalter, der Leuchtdioden und Elektromotoren steuern kann.

Dieser so genannte Leistungstransistor schaltet bei einer Spannung von 2,5 Volt einen Strom von 2 Milliampere. Hauptbedingung für einen solchen Schalter auf Halbleiterbasis ist eine möglichst geringe Verlustleistung trotz relativ hoher Spannungen und Ströme. Minimale Schaltwiderstände bei gleichzeitig hohen Stromdichten sind dafür nötig. In ihrem Prototyp, in dem die Infineon-Forscher um Franz Kreupl 300 einwandige Röhrchen (Durch-

1) An BIOMIC (Bio-analytical Microsystem based on an Optical Microchip) sind neben dem IBMT sieben weitere Forschungsteams in Griechenland, Dänemark und Italien beteiligt.

messer: 1 nm) auf einer Strecke von 90 nm nahezu parallel zwischen den Transistorkontakten (Drain, Source) aus Palladium wachsen ließen, lag der Schaltwiderstand mit $5 \text{ m}\Omega/\text{mm}^2$ ein Viertel unter typischen Werten für entsprechende Schaltkreise aus Silizium. Prinzipiell sind jedoch Werte von nur $1 \text{ m}\Omega/\text{mm}^2$ möglich. Zugleich konnten bis zu 200mal höhere Stromdichten erzielt werden, wodurch sich die Nanoröhrchen quasi als ideales Material für Leistungstransistoren auszeichnen.

Die Infineon-Forscher hoffen nun noch auf einfachere Produktionsprozesse mit Nanoröhrchen. Im Unterschied zu dem vielstufigen Lithographie-Verfahren bei Silizium genügt mit den halbleitenden Hohlkörpern zwar ein einziger Fertigungsschritt. Doch Nanoröhrchen wachsen bisher noch nicht kontrolliert wahlweise als Halbleiter oder metallischer Leiter. Kreupls Team nutzt daher einen aufwändigen Trick, um die rund 25 Prozent metallischen Röhren aus ihrem auf dem Transistor gewachsenen Bündel zu eliminieren: Dazu legen sie an die ursprünglich etwa 400 Röhren eine Gate-Spannung an, um die halbleitenden Exemplare kurzfristig für einen Stromfluss zu sperren. Darauf schicken die Forscher einen starken Spannungspuls durch das Bündel, wobei selektiv die metallischen Röhren verbrennen. Doch für eine Massenfertigung ist diese Methode zu aufwändig.

Brennstoffzelle für Laptops

Spätestens nach sechs Stunden schauen mobile Laptop-Nutzer in die Leere ihres erloschenen Displays. Während die Hersteller von Lithium-Ionen-Akkus um jedes Prozent Leistungssteigerung kämpfen, könnten kleine Brennstoffzellen die Unabhängigkeit von der Steckdose deutlich vergrößern. So entwickelt der japanische Elektronikkonzern NEC ein solches Minikraftwerk, das im Prinzip aus der Reaktion von Protonen und Sauerstoff zu Wasser und Strom ein Laptop rund fünf Stunden lang versorgen kann. Dabei nutzt der Prototyp mit einer durchschnittlichen Leistung von 14 Watt den flüssigen Alkohol Methanol als Brennstoff. Der Schlüssel zu dieser Leistungsfähigkeit ihrer „Direkt-Methanol-Brennstoffzelle“ liegt laut den NEC-Forschern in der einzigartigen Elektrode aus winzigen Kohlen-

stoff-Nanohörnchen. In filigranen Büscheln gewachsen, gewährleiten diese kleinen, gebogenen, zwei bis vier Nanometer dünnen Schwestern der Kohlenstoff-Nanoröhrchen eine größere aktive Oberfläche für die katalytische Umsetzung des Methanols als herkömmliche Kohleelektroden. Auf den vielen etwa 100 Nanometer großen Nanobüscheln finden rund 20 Prozent mehr Katalysator-Partikel aus Platin Platz. Im Betrieb oxidiert an diesem Edelmetall Methanol mit Wasser zu Kohlendioxid. Bei dieser Reaktion entstehen Protonen, die durch eine Membran zur Kathode der Zelle laufen und sich mit dem Sauerstoff der Luft wiederum zu Wassermolekülen verbinden. Parallel laufen Elektronen über den Nutzstromkreis und liefern bei 12 Volt Spitzenleistungen von



Laptop mit dem Prototyp eines Brennstoffzellen-Akkus. (Foto: NEC)

24 Watt mit einer Leistungsdichte von $50 \text{ mW}/\text{cm}^2$. Ein großer Vorteil in der direkten Umsetzung von Methanol zu Wasser und Strom liegt im Verzicht auf einen so genannten Reformier. Mit diesem wird in größeren, verfügbaren Brennstoffzellen in einem Zwischenschritt erst reiner Wasserstoff aus dem Alkohol gewonnen. Erst dann lässt sich das Gas zur Stromgewinnung nutzen.

Die PEM-Brennstoffzelle (Polymer-Elektrolyt-Membran) der NEC-Entwickler wiegt knapp ein Kilogramm und kann mit 300 Millilitern Methanol „betankt“ werden. In diesem Jahr soll eine Kleinserie auf Langzeitstabilität und Leistungsfähigkeit getestet werden. Für ein ausgereiftes Modell des mobilen Kraftwerks erwartet NEC optimistisch eine Laptop-Laufzeit von bis zu 40 Stunden. In Deutschland arbeiten Forscher der Münchner Firma Smartfuelcell und vom Fraunhofer Institut für solare Energiesysteme in Freiburg an Brennstoffzellen für den mobilen Einsatz im Laptop.

JAN OLIVER LÖFKEN