

## ■ Bildschirme zum Aufrollen

**Ein Display aus organischen LEDs, das über Polymertransistoren gesteuert wird, ermöglicht gänzlich neue Bauformen für mobile Geräte.**

Die organische Elektronik ist eines der technologischen Zukunftsfelder, auf dem sehr viele Innovationen zu erwarten sind. Da sich funktionale Schichten aus Polymeren drucken oder durch andere additive Prozesse erzeugen lassen, fällt die Herstellung solcher Bauelemente deutlich billiger aus als mit der klassischen Siliziumtechnologie. Außerdem werden elastische Bauteile wie Displays möglich.

Sony hat nun ein videofähiges Farbdisplay vorgestellt, das aus organischen LEDs besteht und sich während des Betriebs Auf- und Ab-

bei einem Kontrastverhältnis von mehr als 1000:1 dar.

Das Display zeigte auch nach tausendmaligem Auf- und Abrollen keine erkennbaren Schäden. Das Unternehmen will den Demonstrator als weiteren Schritt verstanden wissen auf dem Weg zu mobilen elektronischen Geräten, die völlig neue Bauformen haben können.

## ■ Blick durchs Schlüsselloch

**Ein endoskopisches Mikroskop macht Gewebeentnahmen überflüssig.**

Die Biopsie ist für Mediziner ein recht häufig gewählter Weg, um gutartige von bösartigen Tumoren zu unterscheiden. Dabei entnehmen sie bei einem endoskopischen Eingriff Proben der fraglichen Stelle. In vielen Fällen inspiziert ein Pathologe das Tumorgewebe nur visuell, sodass die Entnahme überflüssig wäre, wenn er es mit einem endoskopischen Mikroskop an Ort und Stelle untersuchen könnte. Viel Platz, um die erforderlichen optischen Elemente im Endoskop unterzubringen, bleibt jedoch nicht. Was ungünstig ist, denn je größer der Arbeitsdurchmesser eines Endoskops ist, desto heller und weiter fällt das Bild aus.

Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Photonische Mikrosysteme (IPMS) in Dresden haben nun einen Mikroskopkopf entwickelt, der die Biopsie in vielen Fällen obsolet macht. Das System steckt in einem Gehäuse mit nur acht Millimeter Durchmesser. Das Laserlicht für die Beleuchtung des Gewebes gelangt über eine Glasfaser auf einen Umlenkspiegel am Ende des Mikroskopkopfes, der es wiederum auf einen Mikroscooperspiegel wirft. Der Spiegel bewegt sich kontinuierlich in der x- und y-Richtung und rastert mit dem Laserlicht die zu untersuchende Gewebeoberfläche. Dank des Umlenkspiegels lässt sich der Scannerkopf senkrecht zum Laserstrahl orientieren, was die optische Verzeichnung reduziert. Eine Mikrooptik hoher numerischer Apertur

sammelt dann das vom Gewebe reflektierte Licht und leitet es über die Glasfaser zu einem externen Detektor.

Aus den so gewonnenen einzelnen Bildpunkten rekonstruiert ein Algorithmus, der zeitgleich die exakte räumliche Orientierung des Mikroscooperspiegels erfasst, die Aufnahme. Die resultierenden Bilder bestehen aus 256 mal 256 Pixel, wobei jeder Pixel 10 µm entspricht.

Das Gerät liegt als Demonstrator vor. Neben der Medizin halten die IPMS-Forscher auch Anwendungen in der Biologie oder Technik für vorstellbar – etwa um in das Innenleben von Motoren, Turbinen oder Wänden zu blicken.

## ■ Kaltes Auge

**Mechanischer Kryokühler und Quantenkaskadenlaser machen ein Terahertzsystem kompakt.**

Quantenkaskadenlaser (QCLs) für den Terahertzbereich gelten als vielversprechende Strahlungsquellen für wissenschaftliche und kommerzielle Applikationen. Sie sind klein und lassen sich mit geringen elektrischen Leistungen betreiben – ein großer Vorteil, wenn man im Mittel- und Ferninfrarot misst. Atmosphärenforschung und Astronomie sind Beispiele für Anwendungsfelder, weitere die spektroskopische Detektion von Sprengstoffen oder Umweltgiften. Im Gegensatz zu gewöhnlichen Halbleiterlasern entsteht das Licht bei einem QCL nicht durch Rekombination eines Elektrons des Leitungsbandes mit einem Loch des Valenzbandes, sondern durch Elektronenübergänge zwischen Subbändern innerhalb des Leitungsbandes.

Viele der bislang verwendeten QCLs im THz-Bereich erfordern einen Heliumkryostat oder mechanischen Kryokühler. Die Kühlung mit Helium eignet sich jedoch nicht für den Dauerstrichmodus unter sehr hohen Pumpleistungen und ist zudem teuer. Dagegen eignen sich mechanische Kryokühler auch für den Dauerstrichmodus unter hohen Pumpleistungen – aber auch diese



Selbst auf eine acht Millimeter dicke Rolle aufgewickelt, funktioniert dieses neuartige OLED-Display noch.

rollen lässt, ohne dass die Bildqualität darunter leidet. Zur Ansteuerung der einzelnen OLED-Pixel dient eine Matrix aus organischen Dünnschichttransistoren (OTFTs), die ebenfalls aus einem Polymer (einer Variante des peri-Xanthenoxanthens) besteht. Es ist auch unter der Einwirkung von Sauerstoff, Feuchtigkeit und UV-Licht stabil und erlaubt eine achtmal schnellere Strommodulation im Vergleich zu OTFTs aus Pentacen. Ein wichtiger Entwicklungsschritt waren außerdem die organischen Isolationschichten, die sich ebenfalls in löslicher Form auftragen lassen.

Das Display ist nur 80 µm dünn, wovon ein Viertel auf das Substrat entfällt. Bei einer Bilddiagonale von 4,1 Zoll (knapp 10,5 cm) erreicht es eine Auflösung von 432 mal 240 Pixel und stellt 16,7 Millionen Farben

1) H. Richter et al., Opt. Express 18, 10177 (2010)

2) vgl. Physik Journal, Februar 2010, S. 11



Das THz-Lasersystem von DLR und PDI wiegt nur 15 kg und eignet sich hervorragend für den mobilen Einsatz.

Systeme sind sperrig und verschlingen einige Kilowatt an elektrischer Leistung.

Berliner Wissenschaftlern des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) und des Paul-Drude-Instituts für Festkörperelektronik (PDI) ist es nun gelungen, ein kompaktes THz-System zu entwickeln, das nur eine geringe elektrische Leistung aufnimmt.<sup>1)</sup>

Herzstück des Geräts ist ein QCL, der eine besonders niedrige Betriebsspannung und eine geringe Schwellenstromdichte aufweist und somit eine geringe Pumpleistung erfordert. Deshalb genügt ein mechanischer Kühler, um den Laser bei Temperaturen zwischen 35 und 80 K zu betreiben. Der auf einem Stirling-Motor beruhende kommerziell erhältliche Kühler hat eine nominale Kapazität von 7 W bei 65 K und benötigt nur 240 W an elektrischer Leistung. Das komplette System wiegt weniger als 15 kg.

Ausgehend von diesem Prototyp entwickeln die Wissenschaftler nun ein spektroskopisches THz-System für das fliegende Infrarotobservatorium SOFIA<sup>2)</sup>.

## ■ Spiegel im Glas

**Eine modifizierte Polymerfolie ermöglicht bessere Head-up-Displays.**

Im Cockpit von Zivilflugzeugen und bei militärischen Anwendungen gehören Head-up-Displays zum Standard. Mit ihnen lassen sich Informationen als virtuelles Bild auf die Frontscheibe projizieren. Auch in Autos halten sie langsam Einzug, damit der Fahrer Verkehr und Instrumententafeln gleichzeitig im Blick hat. Bei einem solchen Display reflektiert

ein durchsichtiger Spiegel an der Frontscheibe die Bilder, die ein ungefähr rechtwinklig zum Sehstrahl angebrachter Projektor liefert. Die Frontscheiben werden dazu im relevanten Bereich z. B. dielektrisch beschichtet, was allerdings die Transmission merklich verschlechtert – ein Fahrer kann sich dadurch in seiner Sicht beeinträchtigt fühlen. Physiker der Friedrich-Schiller-Universität Jena haben nun eine Projektionsfläche auf der Grundlage eines Photopolymers entwickelt, die weitgehend transparent ist und sich zwischen die Einzelscheiben des Verbundglases integrieren lässt.

Als Ausgangsmaterial dient Polymethylmethacrylat („Plexiglas“), das mit einem Farbstoff und weiteren Additiven versetzt ist. Dank des Farbstoffs lässt sich in das Volumen der Polymerfolie per Laserstrahl ein holografisches Reflexionsgitter schreiben, das die einfallende Strahlung des Projektors mit hoher Winkelselektivität spiegelt. Je stärker der Farbstoff den Brechungsindex variiert und je dicker die Schicht ist, desto heller fällt die Intensität der reflektierten Strahlung aus. Allerdings verschlechtert sich mit zunehmender Dicke die Transparenz der Folie.

Die Additive und weitere Schritte bei der Herstellung der 100 µm dünnen Folie sorgen dafür, dass das Plexiglas die bei der Herstellung auftretenden Temperaturen von 140 °C unbeschadet übersteht. Reines Plexiglas beginnt dagegen bereits bei 100 °C zu fließen.

Das Prinzip der Photopolymerfolie lässt sich auch auf andere Anwendungen übertragen. So könnte die Folie zum Beispiel bei Konzentration-Solarzellen den Anteil des in elektrische Energie umwandelbaren Sonnenlichts steigern.

**Michael Vogel**