

„Nanoskopie“ im extremen Ultraviolett

Ein neuartiges „Nanoskop“ könnte die Beobachtungslücke zwischen klassischen Lichtmikroskopen Elektronenmikroskopen schließen. Forscher vom Fraunhofer Institut für Lasertechnik (ILT) in Aachen haben dazu gemeinsam mit Kollegen aus Jena und Dresden eine intensive Quelle für extrem ultraviolettes Licht (EUV) in das weltweit erste, von einem Synchrotron unabhängige



Eine räumliche Auflösung im Nanometer-Bereich soll das mit extrem ultraviolettem Licht betriebene Nanoskop ermöglichen (Foto: ILT)

ge EUV-Lichtmikroskop integriert.¹⁾ Mit einer Wellenlänge um 13 Nanometer erreichten sie räumliche Auflösungen im Nanometerbereich. Die Forscher rechnen mit zahlreichen Anwendungen ihres Geräts in den Laboren der Werkstoff- und Lebenswissenschaften, um biologische Substanzen, dünne Filme und die Qualität von Chipstrukturen exakter und schneller analysieren zu können.

Da EUV-Licht von allen Materialien einschließlich Luft stark absorbiert wird, mussten die Wissenschaftler um Willi Neff statt fokussierender Linsen ein optisches System aus hochreflektiven Spiegeln im Vakuum aufbauen. Als Lichtquelle nutzten sie eine Plasmaentladungslampe der Firma AIXUV, in der die hochenergetischen Photonen über Übergänge von zehnfach ionisiertem Xenon entstehen. In ersten Versuchen beobachteten sie Strukturen von 200 bis 300 Nanometer dicken Schichten. Nachdem das EUV-Licht durch diese Proben drang, wurden die wenigen transmittierten Photonen mit einem CCD-Chip aufgefangen und in ein sichtbares Bild umgesetzt. Für eine Aufnahme reicht im Prinzip nur ein Lichtpuls von 50 bis 100 Nanosekunden Länge aus.

Wegen der relativ geringen Auflösung des Bildchips wiesen die ersten Aufnahmen mit dem Prototyp eine Auflösung von rund 500 Nanometern auf. Aber mit einer Zusatzoptik und mit kleineren Pixeln auf feiner strukturierten CCD-Modulen hält Neff schon in Kürze Auflösungen von bis zu 100 Nanometern für möglich. Zugleich hofft er, mit ausgereifteren Spiegeloptiken den Wert für die numerische Apertur des Prototyps von derzeit 0,2 auf 0,4 steigern zu können. Genau dann werden sie Lichtmikroskope überwinden und für Laboranwendungen interessant.

Für die weitere Entwicklung schauen die Forscher auf noch kürzere Wellenlängen im Bereich zwischen 2,5 und 4,4 Nanometer. Denn hier lockt ein spektrales Fenster, in dem Wasser die einfallenden Photonen nicht mehr effektiv verschluckt. Besonders für medizinische und biologische Proben, die häufig in wässriger Umgebung präpariert werden, könnte die Ultraviolett-Mikroskopie dann neue Einblicke ermöglichen. Doch bis intensive und kleine Entladungsquellen genug Photonen in diesem Spektralbereich liefern können, bleibt diese Spektroskopie den Laboren mit Synchrotron-Ringen vorbehalten.

Leuchtschal als Display

Eine denkbar einfache Lösung für elektronisch steuerbare und flexible Schrift-Laufbänder haben Entwickler der amerikanischen Sarnoff Corporation gefunden. Sie woben hunderte von kleinen Leuchtdioden in meterlange Stoffbahnen ein. Unter dem Namen „FabriLED“ wollen sie ihren „Leuchtschal“ in Kürze auf den Markt bringen. Hauptzielgruppe ist die Werbeindustrie, die mit diesen beliebig drapierbaren LED-Bahnen mehr Aufmerksamkeit auf Messen und Kongressen erzielen soll.

Die rund einen Millimeter kleinen roten, grünen und gelben Leuchtdioden werden über widerstandsfähige, feinverwobene Drähte angeschlossen und über ein externes Netzteil mit dem notwendigen Strom versorgt. Über eine USB-Schnittstelle können vom Computer schnell Nachrichten als Lauftext und Blinkeffekte zur der in der Stoffanzeige integrierten Steuerelektronik gesendet werden. Auf den bis zu sieben Meter langen und einen Meter hohen „Leuchtschal“

erscheinen dann bis zu drei Textzeilen mit Schriftgrößen zwischen 15 und 30 Zentimetern.

Neben den geringen Kosten ist diese Anzeige auch mit einem knappen Kilogramm pro Quadratmeter leicht genug, um schnell und einfach aufgehängt zu werden. Derzeit wird an einer Batterie betrieben,



Ein flexibler „Monitor“ der besonderen Art ist diese Stoffbahn mit eingewobenen Leuchtdioden. (Foto: FabriLED)

leuchtenden Stoffbahn und einer schnurlosen Datenübertragung beispielsweise über eine WLAN-Verbindung gearbeitet.

Da flexible Monitore noch immer in der Entwicklung stecken, könnte „FabriLED“ durchaus für wenige Jahre Marktchancen haben. Denn obwohl einige Display-Techniken, elektronisches Papier genannt, prinzipiell falt- und rollbare Anzeigen ermöglichen, scheitern sie bislang an der mangelnden Qualität und Zuverlässigkeit flexibler Transistorflächen, über die einzelne Bildpunkte angesteuert werden müssen.

Dehnbares Gold für flexible Elektronik

Filigrane Metalldrähte lassen sich ein bis zwei Prozent dehnen, bevor sie brechen. Amerikanische Wissenschaftler von der John Hopkins University in Baltimore haben nun isolierte Drähte entwickelt, die sich dagegen um die Hälfte ihrer Länge auseinander ziehen lassen, ohne dass der elektrische Kontakt unterbrochen wird. In ihrer Leitfähigkeit übertreffen sie deutlich flexible Kunststoffe mit eingelagerten Metallpartikeln. Mögliche Anwendungen sehen die Forscher um Christopher Chen für Elektronik, die in die Kleidung integriert wird, so genannte „Wearables“, und in der Medizintechnik zur elektrischen Kontaktierung von Schrittmachern,

1) www.ilt.fraunhofer.de

2) D. S. Gray, J. Tien und C. S. Chen, *Advanced Materials* 16, 395 (2004)

Biosensoren und elektronisch gesteuerten Prothesen.

Mit lithographischen Verfahren stellte Chens Arbeitsgruppe hauchdünne, wellenförmige Golddrähte mit rund fünf Mikrometer Durchmesser her. Mit Amplituden von 40 und einer „Wellenlänge“ von 80 Mikrometern lassen sich diese Drähte theoretisch um maximal 57 Prozent auseinander ziehen.

Um eine ausreichende Leitfähigkeit für die Versorgung einer Leuchtdiode zu erreichen, betteten sie bis zu vier dieser zweidimensionalen, gewellten Drähte in isolierendes und leicht dehnbares Polydimethylsiloxan ein. In einem ersten Test blieb der elektrische Kontakt zur Leuchtdiode bis zu einer 54prozentigen Dehnung erhalten. Auch Biegungen von über 180° überstand der flexible Mikrodraht ohne Bruch.

Ebenso zeigte sich die Lebensdauer des Drahtes vielversprechend. So hielt er rund 200 Dehnungen um 25 Prozent unbeschadet stand. Chen und Kollegen gehen davon aus, dass ihr Draht bei zehn Prozent Streckung 5000 Zyklen und bei zwei Prozent sogar zwei Millionen Zyklen standhält.

Mit ausgefeilteren Lithographie-Methoden, als der Arbeitsgruppe für diesen Wellendraht zur Verfügung stand, könnten sogar Golddrähte in filigranen, dreidimensionalen Federn hergestellt werden. Chen ist davon überzeugt, dass mit solchen Strukturen noch einmal eine deutliche Steigerung der Dehnungsstabilität zu erreichen wäre.²⁾

Beidseitig im Bilde

Mit wenig Platz müssen Entwickler von Handys und Taschencomputern auskommen. Das weltweit erste zweiseitige Flüssigkristalldisplay, entwickelt von Forschern des japanischen Konzerns Mitsubishi, könnte nun bei dem dicht gepackten Aufbau dieser Geräte helfen. Mitsubishi sieht einen Markt vor allem bei den immer populärer werdenden Klapphandys, in die oft zwei einzelne LCDs eingebaut sind.

Das Herzstück des Prototyps bildet wie in einem klassischen, einseitig betrachteten Flachmonitor ein aktives Panel, in dem für jeden Bildpunkt eine Flüssigkristall-Zelle über einen eigenen Transistor gesteuert wird. Doch für die Hintergrundbeleuchtung wird nun auf die Rückseite dieser LC-Lage keine

diffus streuende, milchglasartige Scheibe gelegt. Stattdessen befinden sich auf der Vorder- und Rückseite jeweils eine transparente, dünne Platte, in die eine Vielzahl winziger Prismen eingelagert sind. Diese lenken das Licht aus filigranen Leuchtstoffröhren am Rand des Displays auf die jeweiligen Flüssigkristall-Zellen.

Der Clou liegt nun darin, dass die vordere Prismenplatte ohne direkte Beleuchtung durchsichtig ist und so das Licht, das von der hinteren Platte durch die Flüssigkristall-Zellen geschickt wird, durchlässt. Genauso funktioniert es umgekehrt. Wahlweise lassen sich so Text und Bilder auf der



Dieses zweiseitige LCD-Display ist in der Lage, auf der Vorder- und Rückseite gleichzeitig unterschiedliche Bilder darzustellen. (Foto: Mitsubishi)

Vorder- oder Rückseite betrachten. Doch der kleine Monitor lässt sich scheinbar auch gleichzeitig von beiden Seiten betrachten. Das wird durch die schnelle Schaltrate des LC-Panels von insgesamt 120 Bildern pro Sekunde möglich. Immer abwechselnd werden die Bilder für jede Seite bis zu 60 mal pro Sekunde aktualisiert. Dieses 60 Hertz schnelle Umschalten nimmt das menschliche Auge flimmerfrei wahr. Synchronisiert mit dem Wechsel der Flüssigkristalle wird natürlich zwischen der vorderen und hinteren Hintergrundbeleuchtung immer hin und her geschaltet.

Mit Kontrastwerten von 100:1 und einer mittleren Helligkeit von 150 Candela pro Quadratmeter hält Mitsubishi sein doppelseitiges LCD für fast marktreif. Gelegentlich noch auftretende Streifen auf dem Monitor hoffen die Entwickler in Kürze in den Griff zu bekommen, um Ende des Jahres die ersten Module an Kunden ausliefern zu können.

JAN OLIVER LÖFKEN