

■ Röntgen 3.0

Neue Kathoden- und Anodenkonzepte steigern die Auflösung von Röntgengeräten.

Trotz aller Fortschritte in der medizinischen Röntgentechnik sind die grundlegenden Konzepte im Wesentlichen die gleichen geblieben. Nun haben Forscher von Siemens für sämtliche Komponenten eines



Siemens-Forscher wollen die Röntgentechnik auf eine neue Qualitätsstufe heben.

Röntgengeräts neue Technologien entwickelt. Statt wie bislang Elektronen in einer über 2000 °C heißen Glühkathode zu erzeugen, nutzen sie eine ringförmige Kathode, deren Oberfläche aus nanostrukturiertem Kohlenstoff besteht. An dieser Oberfläche gibt es Spitzen, aus denen sich Elektronen mit elektrischen Feldstärken in der Größenordnung von einigen Megavolt pro Meter herauslösen lassen. Diese Elektronen werden dann elektrostatisch zur Anode beschleunigt. Statt einer hauptsächlich aus Wolfram bestehenden Anode, wie sie heute üblich ist, nutzen die Siemens-Forscher ein Liquid Metal Jet Alloy Target (LiMA): den hauchdünnen Strahl einer flüssigen Legierung. Sie besteht zu 95 % aus Lithium, der Rest aus schweren Elementen wie Bismut oder Lanthan. Das Lithium leitet sehr effektiv die Wärme ab, die durch die abgebremsten Elektronen entsteht, die schweren Elemente erzeugen die Röntgenstrahlung. Dank dieses Materials sinkt der Wärmeeintrag durch die Elektronen in die Anode drastisch.

Diese Kathoden-Anoden-Kombination führt zu einer viel höheren Energiedichte in der Anode, sodass bei gleicher Lichtstärke der Fokus

der Röntgenquelle um den Faktor 400 kleiner ist als bisher. Dadurch steigt die Bildauflösung um das 20-Fache, und das Phasenkontrast-Röntgen wird möglich. Statt in Absorption misst das Gerät dabei, wie das menschliche Gewebe die Phase der Röntgenstrahlung verändert. So lassen sich Weichteile besser unterscheiden, Tumore früher erkennen und manche Untersuchungen ohne Kontrastmittel ausführen.

Die Siemens-Forscher haben bislang Labormuster der Kathode und der Anode entwickelt und das Verhalten von Strahlen flüssigen Lithiums im Vakuum analysiert. Als nächstes wollen sie die Einzelentwicklungen zusammenführen.

■ Nachhaltige Diode

Aus weit verbreiteten amorphen Metallmischoxiden lassen sich Dioden hoher Gleichrichtung fertigen.

Ohne halbleitende dünne Schichten geht es in der Elektronik nicht mehr. Häufig spielen dabei Materialien eine wichtige Rolle, deren Marktpreise und -verfügbarkeit jedoch stark von politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen abhängen. Wissenschaftler um Marius Grundmann von der Universität Leipzig haben deshalb nach Wegen gesucht, alternative Materialien zu nutzen. Exemplarisch dienten als Anwendung pn- und pin-Dioden.¹⁾ Die Forscher verwendeten amorphe Mischoxid-Halbleitermaterialien, die bei Raumtemperatur eine Elektronenbeweglichkeit von $10 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ aufweisen. Als n-leitende Schicht der Diode diente Zink-Zinn-Oxid (ZTO), als p-leitende Zink-Cobalt-Oxid (ZCO), als intrinsische Schicht der pin-Diode ebenfalls ZTO.

Die Wissenschaftler stellten die dünnen Schichten der Dioden per Laserstrahlverdampfen her. Die Strukturierung erfolgte fotolithografisch. Bis auf zwei kurze Ausheitzschritte bei 90 °C während der Lithografie lief die komplette Fertigung bei Raumtemperatur ab. Die besten Dioden erreichten Werte für die Gleichrichtung von $4 \cdot 10^6$, was



Die Leipziger Forscher stellen die Dioden aus Metallmischoxidpulvern durch Laserverdampfen her.

um drei bis vier Größenordnungen höher ist als bislang publizierte Ergebnisse mit vollständig amorphen oxidischen pn-Heterodioden. Deren n-Halbleiter Gallium-Indium-Zink-Oxid (GIZO) enthielt jedoch das eher seltene Indium.

Dank dieser verbesserten Eigenschaften eignen sich vollständig amorphe oxidische pn-Heterodioden damit erstmals für Anwendungen in Displays oder Funkchips. Und da keine hohen Temperaturen für die Herstellung erforderlich sind, lassen sich solche Dioden auch auf flexible Substrate aufbringen.

■ Zuckende Kabel

Dank integrierter Sensorik dienen Kabel als Benutzerschnittstelle oder liefern Zusatzinformationen.

In der modernen Unterhaltungselektronik sind Kabel zunehmend verpönt, auch aufgrund der Verbreitung mobiler Geräte. Trotzdem werden Kabel, vor allem Netzkabel, nicht so rasch aus der Welt verschwinden – was nicht zuletzt physikalische Gründe hat. Dass Kabel womöglich gar nützliche Schnittstellen bei der Bedienung von Geräten sein können, haben Forscher des Massachusetts Institute of Technology und der Harvard University an fünf Labormustern gezeigt. Sie haben dazu Kabel mit Sensoren versehen, um durch Dehnen, Zusammendrücken, Knicken oder Verknoten Funktionen am angeschlossenen Gerät auszulösen.²⁾

So haben die Wissenschaftler ein Lampenkabel mit einem Widerstandssensor ausgerüstet,

1) P. Schlupp et al., Adv. Electron. Mater. 1, 1400023 (2015)

2) P. Schoessler et al., TEI 2015, 395

mit dessen Hilfe sie die Lampe dimmen konnten. Das Kabel eines Notebooks haben sie mit einem druckempfindlichen leitfähigen Polymer versehen, das sie zwischen zwei Kupferfolien steckten. Beim Druck auf die Folien sinkt der Widerstand zwischen ihnen. Dies lässt sich als Signal nutzen, um das Notebook an- und auszuschalten. Bei einem Kopfhörer woben die Forscher einen leitfähigen Faden in das vorhandene Kabel ein. Eine Berührung des Kabels verändert den Widerstand und ermöglicht es, die gerade gehörte Musik zu unterbrechen. Bindet man ein kommerziell erhältliches piezoelektrisches Polymer-Koaxialkabel über ein Relais in das Netzkabel ein, lässt sich die Stromzufuhr an einer Mehrfachsteckdose an- und abschalten. Das fünfte Beispiel ist eine externe Festplatte, deren USB-Kabel mit einem Widerstandsdehnungssensor ausgerüstet ist. Wird das Kabel vom Rechner gezogen, liefert der Sensor das Signal, um die Festplatte logisch sauber zu trennen.

Eine interessante Anwendung intelligenter Kabel könnte auch ein Feedback zu einer gerade ablaufenden Funktion sein. So könnte sich ein Datenkabel winden, wenn die Übertragungsrate in den Keller geht, oder ein Netzkabel könnte steif werden, wenn das angeschlossene Gerät zu viel Strom zieht.

■ Bunte Lichtkachel

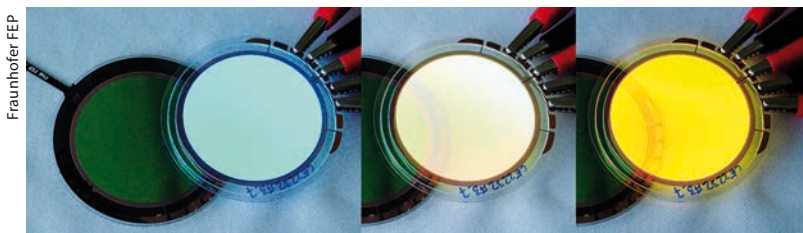
Erstmals wurden transparente OLED-Module vorgestellt, die beliebige Farbtöne additiv erzeugen.

Nachdem der Markt für Leuchtmittel derzeit vom Übergang zu LEDs geprägt ist, steht die nächste Beleuchtungstechnologie bereits in

den Startlöchern: organische LEDs (OLEDs). Die Herausforderung bei diesen dünn-schichtigen Flächenstrahlern besteht unter anderem darin, eine homogene Intensitätsverteilung über eine möglichst große aktive Fläche zu erreichen oder Mischfarben darzustellen. Die OLED-Stacks für weißes Licht enthalten zwar meist rot, grün und blau emittierende Einzelschichten, deren Emissionen für Weiß additiv gemischt werden. Doch einzeln ansteuern lassen sie sich bislang nicht, obwohl das Konzept dafür bekannt ist: Jede Farbschicht benötigt zwei eigene transparente Elektroden statt zwei für den gesamten Stack. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP in Dresden haben nun eine solche OLED gefertigt, mit der sich durch die elektrisch gesteuerte Farbmischung jede gewünschte Farbe erzeugen lässt, auch Weiß. Beteiligt war zudem die SBF Spezialleuchten GmbH, ein Hersteller von Innenbeleuchtungen für Schienenfahrzeuge.

Dreifarb-OLEDs sind komplexe Strukturen, in denen bis zu 18 Schichten übereinander liegen, plus die erforderlichen Elektroden. Die FEP-Forscher statteten ihre OLEDs substratseitig mit einer Elektrode aus ITO (Indium-Zinn-Oxid) aus, die anderen Elektroden bestehen aus Silber, mit dem eine noch höhere Transmission als mit ITO möglich ist. Das Modul hat eine aktive Leuchtfläche mit einem Durchmesser von 42 mm. Es ist vollflächig von einer Dünnschichtverkapselung umgeben und lässt sich in eine Glasverbundfläche einlaminieren. Die Projektbeteiligten haben transparente zweifarvariable sowie dreifarvariable Module entwickelt.

Michael Vogel



Bei diesem OLED-Modul lassen sich die blaue und gelbe Einheit einzeln oder ge-

meinsam (Mitte) schalten.