

■ Optischer Winzling

Eine Mikrokamera für die Endoskopie beansprucht nur einen Kubikmillimeter Raum.

Die Endoskopie erleichtert Chirurgen die Orientierung während eines minimal invasiven Eingriffs oder hilft ihnen dabei, einen Tumor frühzeitig zu erkennen. Herzstück eines Endoskops ist eine Kamera, die die Bilder aus dem Körperinnern überträgt. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM) in Berlin haben nun gemeinsam mit der Firma Awaiba den Prototyp einer solchen Kamera entwickelt, der Optik und Sensor in einem würfelförmigen Volumen von nur noch einem Kubikmillimeter vereint. Der



Dank einer neuen Fertigungstechnik lassen sich Endoskopkameras noch stärker miniaturisieren und günstiger herstellen.

Sensor besitzt 62 500 Pixel. Dank einer integrierten Fertigung wird es mit dieser Kamera möglich, einmal verwendbare Endoskope auf den Markt zu bringen, die in der Herstellung nur wenige Euro kosten.

Bei derzeitigen Geräten befindet sich die Optik dagegen an der Spitze des Endoskops, während der Sensor sich am Ende der Glasfaser befindet. Der Grund: Da die elektrischen Kontakte herstellungsbedingt zwischen Sensor und Optik liegen, ließ sich eine solche Kamera nicht kompakt bauen. Mehr noch: Da Sensor und Optik auf verschiedenen Wafern gefertigt werden, mussten sie, nachdem die Wafer bereits in einzelne Chips zersägt sind, aufwändig halbautomatisch montiert werden.

Die Projektbeteiligten dagegen kontaktieren die Sensorchips nicht mehr über die Seite, sondern über die Rückseite. Dadurch wird es prinzipiell möglich, Volumen zu sparen sowie Optiken und Sensoren bereits als Wafer miteinander zu verbinden. Sie verkleben dazu

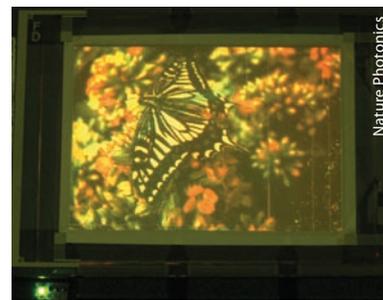
die beiden Wafer miteinander und zersägen sie erst später in einzelne Kamerachips. Kleben und Sägen beeinflussen die Ausbeute auf den Wafern stark. Hierin steckt ein entscheidender Teil des Projekt-Knowhows.

■ Neue Bildschirmtechnik

Forscher haben erstmals ein großflächiges Vollfarbdisplay gefertigt, das aus Quantenpunkten besteht.

In Quantenpunkten sind die Ladungsträger in ihrer Beweglichkeit in allen drei Dimensionen eingeschränkt, sodass ihre Energie nur noch diskrete Werte wie in Atomen annehmen kann. Ihre Eigenschaften machen diese Strukturen auch für Displays interessant: Aufgrund der Quantelung der Energie sind ihre Emissionsprofile sehr schmal, sie haben eine hohe Quanteneffizienz und Photolumineszenz, und die Bandlücke lässt sich über die Größe der Quantenpunkte einstellen. Forscher haben daher bereits monochromatische Displays aus Quantenpunkten gefertigt. Dazu nutzen sie das Spin-Casting, bei dem Tropfen einer Quantenpunkt-Lösung auf einen rotierenden Träger fallen. Infolge der Rotation bildet sich eine dünne Schicht. Allerdings scheitert dieses Verfahren bei Farbdisplays, weil sich die rot, blau und grün emittierenden Quantenpunkte dann unkontrolliert überlappen.

Wissenschaftler von Samsung, der Seoul National University und der britischen Universität Cambridge haben nun einen Weg gefunden, wie sich diese Problem umgehen lässt.¹⁾ Sie nutzen das Spin-Casting nur dazu, einfarbige Quantenpunkte auf Spendersubstraten zu erzeugen. Anschließend übertragen sie die dünnen Schichten mithilfe eines strukturierten Gummistempels nacheinander auf einen Glasträger, den sie zuvor mit einer Polymerschicht als Elektronenleiter und einer Titandioxidschicht als Lochleiter versehen haben. Der Transfer der Quantenpunkte muss mit der richtigen Ablösegeschwindigkeit und dem



Quantenpunkte sorgen für die Elektrolumineszenz dieses 4-Zoll-Displays mit 320 mal 240 Pixel.

richtigen Druck erfolgen, damit die Ausbeute hoch ist.

Für die 46 mal 96 μm großen Quantenpunkt-Pixel haben die Projektbeteiligten ein Array aus Dünnschichttransistoren entwickelt, das die Pixel des Displays individuell ansteuern kann. Die maximale Lichtausbeute des 4-Zoll-Displays liegt im Roten allerdings nur bei 4,25 Lumen pro Watt. Typisch für eine konventionelle rote LED sind ungefähr 50 Lumen pro Watt.

■ Organisch und elastisch

Ein organischer Mikroprozessor besitzt mehr Transistoren als Intels Urvater heutiger Prozessoren.

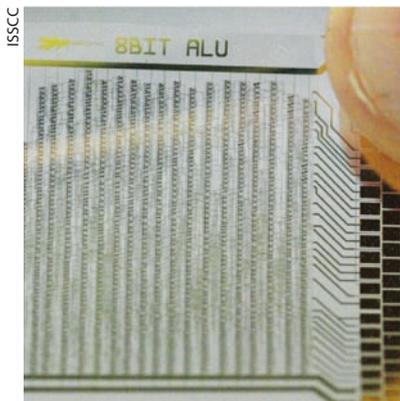
Die organische Elektronik ist einer der großen Zukunftsmärkte. Kostengünstige und auf elastischen Trägern druckbare Schaltkreise und Bauelemente werden neue Anwendungen eröffnen – von intelligenten Etiketten bis zu Einmalsensoren. Bereits heute gibt es Handy-Displays, die sich mit organischen Dünnschichttransistoren ansteuern lassen. Für komplexe Chips wie sie für Prozessoren erforderlich wären, ist dagegen noch einige Vorarbeit zu leisten.

Das belgische Forschungsinstitut Imec und die niederländische Firma Polymer Vision haben nun zusammen mit mehreren weiteren belgischen und niederländischen Hochschulen einen organischen Prozessor vorgestellt, der typische Befehle der Signalverarbeitung beherrscht.²⁾ Die Verarbeitung von Sensordaten gilt als eine der wahrscheinlichen Anwendungen für Prozessoren auf Folien. Der

1) Tae-Ho Kim et al., Nature Photonics 5, 176 (2011)

2) K. Myny et al., ISSCC 2011, 322 (2011)

3) A. Röttger et al., Applied Radiation and Isotopes 68, 1292 (2010)



Der organische 8-Bit-Mikroprozessor befindet sich auf einer Folie, die während der Fertigung auf Wafer laminiert ist.

vorgestellte Prozessor ist ein Demonstrator mit limitierten Möglichkeiten, aber er besitzt immerhin deutlich mehr Transistoren als der Prozessor 4004, der 1971 Intels erste CPU (Central Processing Unit) war – und damit der Urvater moderner Mehrkernprozessoren. Der 4004 bestand aus 2300 Transistoren, der Folienprozessor aus rund 3400.

Die Wissenschaftler verwenden als Träger eine dünne Pentacenefolie. Die Recheneinheit kann mithilfe von Addierern, Subtrahieren, Zählern und Registerschiebern einfache logische Operationen und Berechnungen durchführen. Drei Register (Speicherbereiche in der CPU) des Prozessors sind programmierbar. Auf einer zweiten Folie befindet sich das fest „verdrahtete“ Programm für die digitale Signalverarbeitung. Der Prozessor benötigt eine Fläche von knapp dreieinhalb Quadratzentimeter, die Befehlsfolie mit ihren gut 600 Transistoren knapp 0,5 Quadratzentimeter. Mit einer Taktfrequenz von 6 Hz – Intels 4004er erreichte 500 bis 740 kHz – verbraucht der Folienchip bei einer Spannung von 10 V etwa 90 μ W.

■ Endlich verlässlich

Dank eines Kalibrierungsstandards lässt sich das gesundheitsschädliche Radioisotop Thoron erstmals zuverlässig messen.

Die Folgeprodukte der Isotope Radon (Rn-222) und Thoron (Rn-220) können in zu hohen Dosen über längere Zeiträume Lungen-

krebs auslösen. Ihre Konzentration in Gebäuden schwankt aufgrund der Bauweise und den Lüftungsverhältnissen sehr stark, sodass letztlich nur Messungen darüber Aufschluss geben, ob eine Konzentration gesundheitlich bedenklich ist. Während Radon-Messungen schon länger aufgrund vorhandener Standardquellen (Primärnormale) eine Unsicherheit von nur einem bis zwei Prozent erreichen, sah das bei Thoron bislang anders aus. Grundsätzlich gibt es für marktübliche Radon- und Thoron-Messgeräte keine Eich- oder Kalibrierpflicht. Wissenschaftler der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig haben nun einen Weg gefunden, um die Genauigkeit von Thoron-Messgeräten trotzdem zuverlässig bestimmen zu können.³⁾

Hinderlich für ein Thoron-Primärnormal war bislang die kurze Halbwertszeit (HWZ) von 55,6 Sekunden. Ein geschlossener Behälter, wie er zum Beispiel beim Primärnormal des Schwesterisotops Radon möglich ist (HWZ 3,82 Tage), scheidet bei Thoron aus, weil die Aktivität sonst in kurzer Zeit abnimmt. Das PTB-Team hat daher ein System entwickelt, das ständig neues Thoron erzeugt und mit einem starken Luftstrom in den Prüfbehälter führt, um so die Aktivität konstant zu halten. Damit das Primärnormal unabhängig von den Unsicherheiten aufgrund der Nachweisempfindlichkeit des Detektors, der geometrischen Faktoren und der Isotopendaten ist, betrachten die Wissenschaftler in ihrem System nur die Zählratenverhältnisse zwischen abtransportiertem und in der Quelle verbleibendem Thoron. Dieses Verhältnis können sie bis auf ein Promille genau bestimmen. Aufgrund der erforderlichen räumlichen und zeitlichen Mittelung der Aktivität im Prüfvolumen erreichen sie so letztlich eine Genauigkeit von einem bis zwei Prozent. Kalibrierungen mit dem neuen Primärnormal haben bereits gezeigt, dass marktübliche Thoron-Messgeräte Ergebnisse liefern, die bis zu einem Faktor vier vom wahren Wert abweichen können.

Michael Vogel