

■ Strom aus der Tapete

Eine mit Polymerelektronik gespickte Folie überträgt Spannungen berührungslos.

Eines Tages werden Sensoren und Rechenlogik Bestandteil zahlreicher Alltagsgegenstände sein. Von der Tapete, die ihr Motiv täglich auf



Universität Tokio

Eine mehrschichtige Kunststoffolie bringt LEDs durch induktive Kopplung zum Leuchten.

Knopfdruck wechselt, bis zu Solarzellen im Badeanzug, die den MP3-Player mit Strom versorgen, gibt es bereits viele Ideen. Eine japanische Forschergruppe um Takao Someya hat sich nun der kabellosen Stromversorgung solcher „Ambient Electronics“ angenommen.

Someya und seine Kollegen entwickelten eine mehrschichtige Folie, die Leistung per induktiver Kopplung an einen elektrischen Verbraucher übertragen kann. Hierfür druckten sie Transistoren, Spulen und mikroelektromechanische Systeme (MEMS) aus leitfähigen Kunststoffen. Das nun vorgestellte 50 g leichte Labormuster ist $21 \times 21 \text{ cm}^2$ groß, 1 mm dick und setzt sich aus insgesamt vier übereinanderliegenden Folien zusammen, von denen zwei für die Positionserkennung zuständig sind und zwei die Leistung übertragen.¹⁾ Auf eine der beiden Folien für die Positionserkennung ist eine Matrix aus 25 mm durchmessenden Spulen gedruckt. Die darunterliegende zweite Folie enthält organische Transistoren mit Kanallängen von $13 \mu\text{m}$ für die Logik. Die Folienkombination, die den Strom überträgt, besteht ebenfalls aus einer Folie mit Spulen und einer zweiten Folie mit der MEMS-Matrix.

Nähern die Forscher einen mit einer Spule versehenen Gegenstand

auf weniger als 2,5 cm an, induziert dieser eine Spannung, die bei weiterer Annäherung zunimmt. Dank der Spulenmatrix kennt das MEMS die Position des Gegenstandes und kann gezielt nur die Übertragungsspule ansprechen lassen, über der sich der Gegenstand befindet. Die Effizienz der Übertragung liegt bei über 80 Prozent, und die empfangene Leistung steigt bis 40 W linear mit der Ausgangsleistung. Tests konnten auch das sehr gute Schaltverhalten der Folienkombination bestätigen. Da diese dünn, flexibel und billig herzustellen ist, ließe sie sich prinzipiell in Tapeten, Böden oder Tische integrieren.

■ Chamäleon aus Silizium

Erstmals leuchtet eine Lichtquelle auf Siliziumbasis abwechselnd blau und rot.

Silizium ist das wichtigste Ausgangsmaterial der Halbleiterelektronik, doch eines kann der Tausendsassa bislang noch nicht: Da Silizium ein indirekter Halbleiter ist, leuchtet es kaum selbst. Das ist schade, da die Mikroelektronik-Industrie die optische Verbindungstechnik der komplementären MOS-Logik ebenfalls in Silizium ausführen möchte. Sie ließe sich dann bereits bei der Fertigung in die Logikschaltungen integrieren. Physikern des Forschungszentrums Dresden-Rossendorf gelang es nun, eine umschaltbare LED in MOS-Technologie zu fertigen, die sowohl rot als auch blau leuchten kann.²⁾

Als Ausgangsbasis diente ein gewöhnlicher Silizium-Wafer, auf den eine nur 100 nm dicke Isolatorschicht aus Siliziumdioxid aufbracht wurde. Diese Schicht beschossen die Forscher mit einem Strahl aus Europium-Ionen und erhitzen sie dann für längere Zeit auf $900 \text{ }^\circ\text{C}$. Wenn der Betriebsstrom so eingestellt war, dass die LED im Roten und Blauen gleich intensiv leuchtete, ließ sie sich mit einer kleinen, überlagerten Wechsellspannung zwischen den beiden Farbzuständen hin und her schalten.

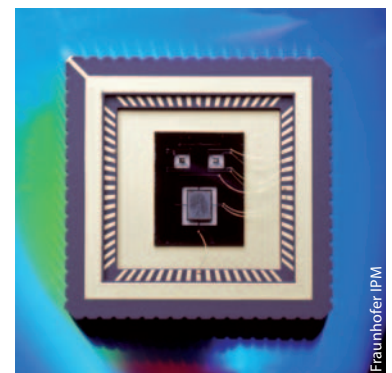
Europium, das im Siliziumdioxid sowohl zwei- als auch dreiwertig in einer Konzentration von einem halben bis drei Prozent vorliegt, ermöglicht dieses Elektrolumineszenz-Verhalten. Bei geringeren elektrischen Feldern reicht die mittlere kinetische Energie nur aus, um die rote Emission (von dreiwertigem Europium) anzuregen, bei stärkeren Feldern lässt sich dagegen auch die blaue Emission (von zweiwertigem Europium) anregen. Für ein genaueres Verständnis der mikroskopischen Mechanismen sind weitere Experimente notwendig.

■ Wider den Mief

Der Prototyp eines Ein-Chip-Sensors misst Luftfeuchtigkeit und Gaskonzentration zugleich.

Fährt ein Auto in einen Tunnel, gelangen durch die Lüftungsschlitze Abgase in den Innenraum. Verhindern kann dies der Fahrer, wenn er rechtzeitig den entsprechenden Schalter von „Außenluft“ auf „Umluft“ stellt. Auch Klimaanlage in Bürogebäuden arbeiten manchmal nur unzureichend, wenn die Luft zu sauerstoffarm oder zu feucht ist.

Abhilfe könnte ein nur fingernagelgroßer Chip schaffen, den das Freiburger Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik zusammen mit der Hochschule Furtwangen und der Universität Freiburg entwickelt hat. Der Chip vereint Feuchte- und Gassensor in einem Bauteil. Bislang waren hierfür zwei getrennte Sensoren mit der jeweils



Fraunhofer IPM

Neuartiges Doppelpack: Der Feuchte-sensor (unten) wird durch die beiden sich ergänzenden Gas-Sensoren (oben) nicht beeinträchtigt.

1) T. Sekitani et al., Nature Materials, AOP 29. April 2007, doi: 10.1038/nmat1903

2) S. Prucnal et al., Appl. Phys. Lett. 90, 181121 (2007)

zugehörigen Elektronik nötig, weil der Feuchtesensor nur bei Raumtemperatur zuverlässig arbeitet, der Gassensor dagegen eine Betriebstemperatur von 200 bis 400 °C benötigt.

Ein Trick, durch den die beiden Sensoren thermisch getrennt sind, ermöglicht mit wenig Mehraufwand in der Herstellung ihre Integration in einem Chip: Bis auf einige dünne Stege, die für die Kontaktierung erforderlich sind, haben die Wissenschaftler das Material des Chips um die Sensoren herum weggeätzt. Die nur 20 µm dicken und 60 µm breiten Stege leiten die bei den Gassensoren entstehende Wärme so schlecht, dass die beiden unterschiedlichen Sensortypen sich nicht mehr gegenseitig stören. Ein MOSEL (Mikrostrukturiertes Sensorarray zur Luftqualitätsmessung) genannter Prototyp kann gleichzeitig die Luftfeuchtigkeit und die Konzentrationen von Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffen, Stickoxiden und Sauerstoff messen.

■ Jedermann-3D

Eine neue Technologie macht 3D-Bilder mit relativ geringem Aufwand möglich.

Echte 3D-Filme lassen sich mit stereoskopischen oder holografischen Verfahren erzeugen, die aber beide Nachteile haben: Stereoskopische Darstellungen erfordern Shutter- oder Polarisationsbrillen; holografische ein High-End-Display sowie riesigen Rechenaufwand. Die Firma SeeReal ist einen neuen Weg gegangen, der die Vorzüge der Holografie

bei überschaubarer Rechenleistung und bescheidenen Anforderungen an den Bildschirm nutzt.

SeeReal beschränkt dazu die dreidimensional dargestellten Szenen eines Films auf die Blickrichtung des Betrachters. In Kombination mit einer Kamera, die die Augenbewegungen verfolgt, muss nur ein Bruchteil der holografischen Daten berechnet werden. Das Labormodell eines solchen Displays zeigte das Unternehmen kürzlich auf einer amerikanischen Fachmesse. Als Rechner diente ein aktueller PC mit mehreren Gigaflops (Milliarden Fließkommaoperationen pro Sekunde) Rechenleistung.

Aus der Augenposition des Betrachters ermittelt das System, für welche Blickrichtung es überhaupt ein Hologramm darstellen muss. Für dieses so genannte Viewing Window, das einen Durchmesser von rund 20 mm hat, rechnet der Computer für jeden Bildpunkt der 3D-Szene ein Subhologramm. Die Subhologramme wirken wie virtuelle Linsen und erzeugen beim Betrachter ein holografisches Bild. Farbe und die getrennten Ansichten für das jeweilige Auge lassen sich durch sog. Zeitmultiplexing erreichen. Ein HDTV-Bild (1920 × 1080 Pixel) erfordert hierfür beispielsweise eine Bildwiederholrate von 180 Hz. Entsprechende Projektionsdisplays und geeignete LCD-Prototypen sind bereits erhältlich.

Für vollständige holografische Farbdarstellungen in Echtzeit benötigt das Verfahren von SeeReal eine Rechenleistung von 3,5 Teraflops. Dies ist ein Wert, der in zwei bis drei Jahren durchaus in einem – wenn auch teuren – Digitalfernseher zur Verfügung stehen sollte.

Michael Vogel



Holografische Bilder soll es bald ohne 3D-Brille auf gewöhnlichen Displays zu sehen geben.