

## ■ Hightech-Periskop

**Mithilfe eines Lasers und einer Streak-Kamera kann man um die Ecke schauen.**

Bei Polizei- oder Feuerwehreinsätzen, bei Chemie- oder Strahlenunfällen, aber auch in der endoskopischen Medizin wäre für die Entscheidung über das weitere Vorgehen häufig „ein Blick um die Ecke“ hilfreich. Auch im Feld der



Christopher Barsi, Andreas Veltien/MIT Media Lab

Mit Laser und Kamera lassen sich Position und Form verdeckter Objekte bestimmen.

Fahrerassistenzsysteme könnte dieser Blick ein Plus an Sicherheit bedeuten. Ein Wissenschaftlerteam des Massachusetts Institute of Technology, der Harvard University und der Rice University hat im Labor einen Demonstrator aufgebaut, der diesen Wünschen ein ganzes Stück näherkommt.<sup>1)</sup> Ihr System kann ein verdecktes Objekt in einem würfelförmigen Raum mit 40 cm Seitenlänge auflösen – lateral auf etwa einen Zentimeter genau, in der Tiefe sogar besser als einen Millimeter.

Das System besteht aus einem Laser, der 50 fs kurze Lichtpulse gegen eine plane Wand schickt, von der diese zum verdeckten Objekt reflektiert werden. Manche der reflektierten Photonen fallen über eine weitere Reflexion an der Wand auf den Detektor einer Streak-Kamera. Diese wandeln die zeitliche Intensitätsinformation in eine räumliche um, mit einer Auflösung im Bereich von Pikosekunden. Die Information für die zweite Raumrichtung bleibt erhalten, was die parallele Analyse mehrerer optischer Vorgänge ermöglicht. Weil die Lichtpulse des Lasers so kurz sind, kann das System bestimmen, welche Streckenlänge einzelne Signale zurückgelegt haben, indem es ihre Laufzeiten misst. Die Abstände

zwischen Laser, Kamera und reflektierender Wand sind bekannt, die Strecken zwischen verdecktem Objekt und Wand nicht.

Über einen ausgeklügelten Algorithmus lässt sich durch den Vergleich der Zeiten, zu denen zurückkehrende Lichtsignale verschiedene Stellen der Detektorfläche treffen, letztlich die Geometrie des verdeckten Objekts rekonstruieren. Es gibt keine grundlegenden technischen Hindernisse, um das Verfahren auf größere Distanzen und Objekte zu übertragen.

## ■ Kabellos mal anders

**Ein niederfrequentes magnetisches Wechselfeld dient als drahtlose Energiequelle.**

In der Medizin spielen bei Diagnose und Therapie miniaturisierte, intelligente Systeme eine zunehmend wichtige Rolle. Mit solchen mikroelektronischen oder mikroelektromechanischen Systemen lassen sich z. B. der Blutzuckerspiegel oder die Sauerstoffsättigung von Tumorgewebe messen und die Daten per Telemetrie übertragen. Neuartige Infusionspumpen oder Dosiersysteme für Medikamente wiederum können Wirkstoffe nebenwirkungsarm im Körper freisetzen.

Oft scheidet ein Akku als Energiequelle für solche Anwendungen aus, weil die Systeme lange im Körper verbleiben müssen. Für eine kabellose Energieversorgung kamen bislang Funk- oder induktive Techniken zum Einsatz. Beide Verfahren



Fraunhofer-IKTS

Ein „Sender“ erzeugt ein magnetisches Drehfeld, an das eine Kugel im „Empfänger“ koppelt. Dort wird der elektrische Strom induktiv erzeugt.

haben allerdings den Nachteil, dass ihre Wirkungsgrade mit Lage, Position oder Bewegung deutlich schwanken und ihre Reichweite teils stark begrenzt ist. Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) in Hermsdorf haben ein alternatives Verfahren entwickelt, das viele dieser Probleme umgeht: Es nutzt ein Magnetfeld zur Energieübertragung.

Im „Sender“, der sich etwa am Gürtel tragen ließe, erzeugt ein rotierender, durch einen Elektromotor angetriebener Magnet ein magnetisches Drehfeld. Eine im „Empfänger“ befindliche Kugel koppelt über ihr magnetisches Moment an das äußere Magnetfeld und fängt dadurch an, sich zu drehen. Diese Rotation induziert einen elektrischen Strom, der sich für die Energieversorgung nutzen lässt. Der Demonstrator kann Systeme mit einem halben bis einem Watt elektrischer Leistung versorgen – über Distanzen von 30 bis 40 cm. Das magnetische Drehfeld arbeitet bei etwa 150 Hz – einem Wert, der weit weg von für den Körper kritischen Resonanzfrequenzen liegt. Diese Parameter lassen sich an die Anwendung anpassen. Neben der Medizintechnik wäre die Energieversorgung von Sensoren und Aktoren in der Gebäudeüberwachung denkbar.

## ■ Schub für Bipolartechnik

**Heterodioden ermöglichen verbesserte oxidische Funktionsmaterialien für großflächige Displays.**

Metalloxide haben als Funktionsmaterialien für elektronische Bauelemente eine große Bedeutung, wenn es um preisgünstige, großflächige Elektronik geht. Denn ihre im Vergleich zu amorphem Silizium größere Beweglichkeit der Ladungsträger erlaubt es, hochauflösende Displays mit großer Pixelzahl und hoher Bildwiederholrate herzustellen. Auch transparente Displays sind mit Oxid-Transistoren möglich, da viele Metalloxide durchsichtig sind.

1) A. Veltien et al., Nature Communications, doi: 10.1038/ncomms1747

2) F.-L. Schein et al., IEEE Electron Device Letters (2012), doi: 10.1109/LED.2012.2187633

3) K. Kuribara et al., Nature Communications, doi: 10.1038/ncomms1721

Forschern der Universität Leipzig ist es gelungen, den ersten Oxid-Feldeffekttransistor mit pn-Diode als Gate (JFET, junction field effect transistor) herzustellen.<sup>2)</sup>

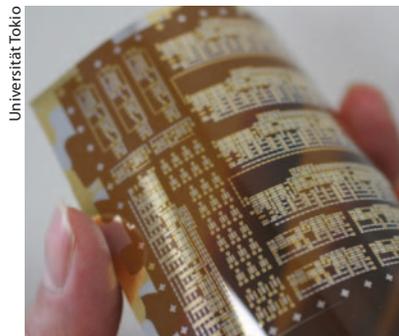
Möglich wurde dies durch einen Durchbruch bei der Herstellung von bipolaren Oxid-Dioden, also Dioden, die aus einer elektronen- und einer löcherleitenden Schicht bestehen. Bisherige Ansätze führten zu pn-Dioden, die nur eine sehr begrenzte Gleichrichtung erreichten: Ihr typisches Verhältnis von Vorwärts- zu Rückwärtsstrom lag in der Größenordnung von 100 bis 1000. Vor allem Probleme bei der p-Dotierung von Oxiden, die in der Halbleitertechnik etabliert sind, wie Zinkoxid (ZnO), standen der Entwicklung einer entsprechenden Bipolartechnologie im Wege. Die Leipziger Forscher haben das Problem umgangen, indem sie Heterodioden herstellten – die Oxid-Dioden bestehen also aus verschiedenen Materialien für die n- und p-leitende Schicht. Dadurch ließen sich die beiden Schichten unabhängig voneinander optimieren.

Die Dioden haben eine n-leitende ZnO-Schicht und eine p-leitende Elektrode aus amorphem Zink-Kobalt-Oxid, die die Forscher bei Raumtemperatur mittels gepulster Laserabscheidung hergestellt haben. Die Gleichrichtung dieser Dioden übersteigt einen Wert von  $10^{10}$ , was um viele Größenordnungen höher liegt als bei allen bisherigen Ansätzen. Die JFETs besitzen hervorragende Kenndaten und sind zudem sehr stabil.

## ■ Saubere Sache

**Mit der richtigen Schichtstruktur lassen sich organische Transistoren unbeschadet sterilisieren.**

In den alternden Industriegesellschaften gelten neue medizinische Geräte und Verfahren als großer Wachstumsmarkt. Vor allem tragbare oder implantierbare elektronische Systeme, die Informationen über die Gesundheit ihres Trägers an medizinisches Fachpersonal liefern, beflügeln die Fantasie von



Biokompatible Transistoren für medizinische Anwendungen müssen auch eine Sterilisation unbeschadet überstehen.

Forschern und Entwicklern. Organische Transistoren eignen sich ideal für diese Art der Elektronik, weil sie sich aus biokompatiblen Materialien und auf elastischen Substraten fertigen lassen. Für die Praxis muss diese Polymerelektronik mit geringen Spannungen funktionieren und eine Sterilisation bei hohen Temperaturen unbeschadet überstehen. Ein internationales Wissenschaftlerteam unter Federführung der Universität Tokio hat organische Dünnschichttransistoren entwickelt, die sich mit Spannungen von maximal 2 V betreiben lassen und die typische Sterilisationsprozesse bis zu 150 °C unbeschadet überstehen.<sup>3)</sup> Maßgeblich dafür waren eine geeignete Gate-Isolationsschicht und eine thermisch isolierende Schutzschicht für die Transistoren.

Eine möglichst dünne Gate-Isolationsschicht soll die Betriebsspannung eines organischen Dünnschichttransistors senken. Für eine Spannung von 2 V darf die Schicht nur wenige Nanometer dick sein, was leicht zu Leckströmen führt. Dies konnten die Forscher verhindern, indem sie die 2 nm dünne organische Isolationsschicht mit einer 4 nm dünnen Schicht aus Aluminiumoxid überzogen. Den kompletten Transistor, der aus einem relativ hitzebeständigen organischen Halbleiter aufgebaut ist, beschichteten die Forscher mit einer 1,5 µm dicken thermisch isolierenden Schicht. Sie besteht aus zwei Lagen eines Polymers (ein Parylen) mit einer Lage Gold dazwischen. Parylen ist biokompatibel, thermisch sehr stabil und zeigt nur eine geringe Gaspermeabilität.

**Michael Vogel**