

■ Low-cost-Fuchteln

Ein passiver Sensor mit einer verbrauchersarmen Logik erlaubt eine erstaunlich gute Gestensteuerung.

Die Gestensteuerung gilt als viel versprechende Mensch-Maschine-Schnittstelle. Nicht zuletzt durch den Sensor Kinect für die Spielkonsole Xbox sind solche Schnittstellen bereits im Alltag angekommen. Viele der in Labors und Industrie existierenden Ansätze beruhen auf der Detektion von Infrarotstrahlung, elektrischen Feldern oder Ultraschallreflexionen. Sie erfordern eine relativ hohe elektrische Leistung für die Detektion und die Signalanalyse oder sie haben eine



Aufgesetzt auf ein Smartphone erkennt der Radiofrequenzsensor Gesten selbst dann, wenn das Gerät in der Hosentasche steckt.

relativ kurze Reichweite von nur wenigen Zentimetern. Entsprechend zieht die Funktion in modernen Smartphones so viel Energie, dass sie nicht ständig aktiviert bleiben kann, ohne dass der Akku im Lauf des Tages nachzuladen ist. Wissenschaftler der University of Washington haben nun Hard- und Software für eine verbesserte Gestensteuerung entwickelt.¹⁾ Sie arbeitet passiv, erfordert eine extrem geringe Rechenleistung und detektiert ziemlich zuverlässig bis in einen halben Meter Abstand – auch in der Nähe vieler Störquellen.

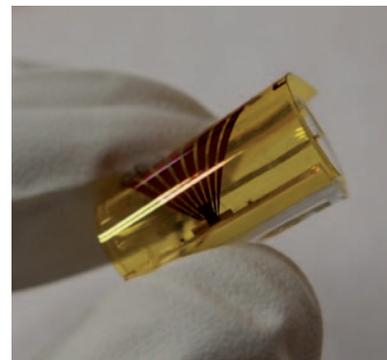
Die Forscher haben verschiedene Labormuster gefertigt, die ihre Energie von einem RFID-Lesegerät oder aus dem Strahlungsfeld des von Rundfunkstationen ausgesandten TV-Signals beziehen. Sie erfassen, wie sich die mit einem Radiofrequenzsensor detektierte Amplitude eines in der Umgebung vorhandenen Strahlungsfeldes

durch Gesten ändert. Dazu verwenden sie quasi einen Tiefpassfilter aus Dioden, Kondensatoren und Widerständen, mit dem sie Amplitude und Trägersignal des Strahlungsfeldes trennen. Um acht charakteristische Gesten zuverlässig zu erkennen, nutzen sie die Größe und das zeitliche Verhalten der Signaländerung aus. Die Signaländerungen durch Gesten liegen dabei in anderen Frequenzbereichen als zum Beispiel die auf einen TV-Signalträger modulierte Information. Die Analyse des Signals und seine Klassifikation erfolgen durch Regeln, die sich mit einfachen analogen Schaltungen verarbeiten lassen. Die Reaktionszeit der Gestenerkennung liegt bei 80 μ s, die Leistungsaufnahme bei 30 μ W mit einem Analog-Digital-Wandler – oder bei 6 μ W im Fall einer rein analogen Schaltung.

■ Optische Elaste

Wohl zum ersten Mal ist es gelungen, flexible und dehnbare Lichtleiter im Labor zu fertigen, die eine geringe Dämpfung besitzen.

Inzwischen gibt es viele erfolgreich verwirklichte Labormuster aus flexibler Elektronik. Ein gängiger Ansatz besteht darin, Inseln aus unelastischen Materialien, die auf den klassischen Halbleitertechnologien beruhen, in ein elastisches Material wie den Kunststoff PDMS (Polydimethylsiloxan) einzubetten. Alternativ dient bereits als Ausgangsbasis ein elastisches Material, das elektrisch leitfähig ist. Für optische Technologien ist die Entwicklung noch nicht so weit. Dabei wäre dies durchaus interessant für Anwendungen, zum Beispiel in der Sensorik. Mit Blick auf Wearable Electronics oder robotische Flächensensoren („Haut“) müssten optische Verbindungen flexibel und bis zu einem gewissen Grad dehnbar sein. Wissenschaftler der Universität Gent und des Interuniversity Microelectronics Centre (IMEC) in Belgien haben Labormuster von Lichtleitern auf Basis von PDMS vorgestellt, die solche Anforderungen erfüllen.²⁾



Die elastischen Lichtleiter lassen sich verformen und dehnen, ohne dass es zu großen Dämpfungsverlusten kommt.

Die 6 cm langen Lichtleiter bestanden aus zwei kommerziell erhältlichen PDMS-Materialien mit stark unterschiedlichem Brechungsindex. Die numerische Apertur der Lichtleiter lag dadurch bei 0,69. Den Mantel der Wellenleiter fertigten die Wissenschaftler auf Substraten: Auf einem der Substrate war das PDMS mit Rillen versehen, die einen Querschnitt von 50 μ m \times 50 μ m hatten; das andere Substrat war einfach mit demselben PDMS beschichtet. Zusammengefügt bilden die beiden PDMS-Mantelstrukturen parallele Kanäle, in die das flüssige Kern-PDMS aufgrund der Kapillarwirkung hingezogen wurde. Aus den ausgehärteten Lichtleitern haben die Wissenschaftler vollintegrierte optische Verbindungen aufgebaut, indem sie die jeweiligen Enden mit VCSEL (Vertical-cavity Surface-Emitting Laser) und Fotodioden versehen. In Langzeittests hielten sich die Dämpfungsverluste auch nach mehrfachem Dehnen und bei starken Krümmungen in Grenzen.

■ Spektroskopische Spritprobe

Ein Sensor im Einfüllstutzen erkennt die getankte Kraftstoffsorte.

Die Energieeffizienz von Verbrennungsmotoren bleibt trotz der Entwicklung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen ein wichtiges Thema. Schließlich ist in naher Zukunft für den Massenmarkt vor allem eine weitere Senkung des Kraftstoffverbrauchs bei klassischen Motoren eine wichtige Stellschraube, um den CO₂-Ausstoß eines

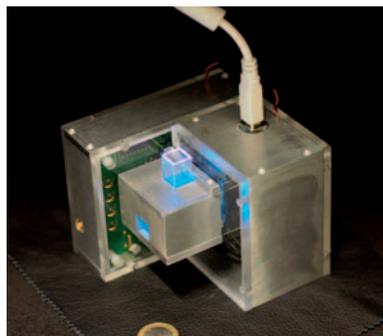
1) B. Kellogg et al., NSDI, April 2014 (Konferenz-Paper zum Download: <http://allsee.cs.washington.edu/files/allsee.pdf>)

2) J. Missinne et al., Opt. Express 22, 4168 (2014)

3) P. S. Chakraborty et al., IEEE Electron Device Lett. 35, 151 (2014)

Fahrzeugs zu verringern. Forscher der Hochschule Coburg haben einen Sensor entwickelt, mit dem sich die Zusammensetzung eines Kraftstoffs beim Tanken ermitteln lässt. Mithilfe dieser Daten kann die Motorsteuerung die Verbrennung optimieren, zudem lassen sich Fehlbetankungen vermeiden.

Zwar beruhen sämtliche Kraftstoffe auf Kohlenwasserstoffen, aber in jedem Land unterscheidet sich die Zusammensetzung zum Beispiel im Schwefel- und Aromatengehalt oder bei den zugesetzten Additiven. Auch von Marke zu Marke innerhalb eines Landes gibt es Unterschiede. Der Coburger Sensor identifiziert den Treibstoff mithilfe der zeitaufgelösten laserinduzierten Fluoreszenzspektroskopie. Dazu regt eine Laserdiode den Kraftstoff zum Fluoreszieren an, und ein Dioden-Array erfasst die Abklingzeit des Probensignals abhängig von der Emissionswellenlänge. Diese Spek-



HS Coburg

Das Labormuster des Treibstoffsensors lässt sich noch weiter miniaturisieren.

tren vergleichen die Forscher mit einer Referenzdatenbank, in der die spektroskopischen Signaturen von rund 120 fossilen und biogenen Kraftstoffen aus verschiedenen Ländern erfasst sind.

Das Labormuster hat Kantenlängen von wenigen Zentimetern. Prinzipiell lässt es sich als chipbasierter Sensor direkt in den Einfüllstutzen eines Tanks integrieren oder auf die Außenseite setzen, getrennt durch ein Quarzglasfenster. Ein entsprechendes Patent ist beantragt. Mit Sensorherstellern finden Gespräche über die industrielle Weiterentwicklung statt.

■ Schneller Schalter

Mit rund 800 GHz erreicht ein Silizium-Germanium-Transistor einen neuen Frequenzrekord.

Millimeterwellen spielen für verschiedene Anwendungen eine wichtige Rolle: zum Beispiel für die drahtlose Kommunikation mit hohen Datenraten, für bildgebende Verfahren, die Signalverarbeitung oder Radar. Silizium ist für elektronische Bauteile bei diesen Wellenlängen nicht die ideale Lösung, weil die Ladungsträgermobilität relativ gering und die Bandlücke vergleichsweise klein sind – zumindest wenn man Silizium mit III-V-Verbindungshalbleitern wie Galliumarsenid, Galliumnitrid oder Indiumphosphid vergleicht. Andererseits sind siliziumbasierte Technologien billig, erreichen eine große Ausbeute pro Wafer und sind hoch integrier- und miniaturisierbar. Siliziumtransistoren, die während der Fertigung gezielt mit kleinen Mengen Germanium verunreinigt werden, könnten diese Vorteile für Anwendungen im Millimeterwellenbereich nutzbar machen. Bislang erreichten SiGe-Transistoren im Labor Grenzfrequenzen von etwas mehr als 600 GHz bei 4,3 K, nun hat eine deutsch-amerikanische Forschergruppe diesen Wert auf knapp 800 GHz gesteigert.³⁾

Beteiligt waren Wissenschaftler des Leibniz-Instituts für innovative Mikroelektronik in Frankfurt (Oder) und des Georgia Institute of Technology in Atlanta. Mit den Details zur Optimierung, die für diesen Leistungssprung nötig waren, sind die Forscher recht zurückhaltend. Bei dem Labormuster handelt es sich um einen Bipolartransistor mit einer Durchbruchspannung von 1,7 V – ein Wert, der für die meisten Anwendungen ausreichen würde. Bei Raumtemperatur erreichte der Transistor eine Grenzfrequenz von gut 400 GHz – das ist immer noch mehr als bei den meisten kommerziellen Transistoren. Die Forscher werten ihren Erfolg als Beleg dafür, dass SiGe-Transistoren in absehbarer Zeit Terahertzgeschwindigkeiten erreichen werden.

Michael Vogel