



ETH Zürich, Jakub Jagielski

Ein mehrfach mit Halbleiter-Nanoplättchen beschichteter Träger sendet blaues Licht aus, wenn er mit UV-Licht beleuchtet wird.

## Effizientere Bildschirme

Plättchenförmige Nanokristalle steigern die Lichtausbeute von Quantenpunkt-LEDs.

Seit einigen Jahren gibt es TV-Displays, die auf der Quantenpunkt-Technologie beruhen. Sie versprechen eine kräftigere, langlebigere Farbwiedergabe. Solche QLED-Fernseher enthalten kugelförmige Nanokristalle, die von hinten mit UV-Licht beleuchtet werden. Die angeregten Quantenpunkte emittieren dann schmalbandiges sichtbares Licht. Die Wellenlänge lässt sich durch die Zusammensetzung der Quantenpunkte einstellen. Nachteilig ist die starke Streuung im Display: Nur rund ein Fünftel des erzeugten Lichts kommt beim Betrachter an.

Abhilfe könnten plättchenförmige Nanokristalle schaffen, die das Licht nur senkrecht zur Plättchen-Ebene emittieren. Solche Nanokristalle gibt es bereits. Allerdings ist ihre Lichtausbeute so gering, dass man sie für ein Display übereinanderstapeln müsste. Dies begünstigt jedoch wieder die Streuung. Einem internationalen Forschungsteam ist es nun gelungen, diese Streuung beim Stapeln deutlich

zu verringern.<sup>1)</sup> Beteiligt waren die ETH Zürich, die Queen's University Belfast, die Schweizer Fluxim AG und die National Taiwan University of Science and Technology in Taipeh.

Die Forscher haben ein Übergitter aus kolloidalen Quantentöpfen auf Basis von Bleihalogenid-Perowskiten erzeugt. Die Quantentöpfe sind vollständig voneinander entkoppelt. Zwischen den gestapelten zweidimensionalen Halbleiterplättchen, die nur 2,4 nm dick sind, sorgt eine 0,65 nm dünne Barriere aus organischen Liganden dafür, dass es zu möglichst wenigen ungewollten Wechselwirkungen kommt. Daher erfolgt die Emission bevorzugt in eine Richtung.

Das Forschungsteam hat sein Verfahren für Blau, Grün, Gelb und Orange demonstriert. Im Blauen erreichen etwa zwei Fünftel des emittierten Lichts den Betrachter. Bei anderen Wellenlängen ist der Effizienzgewinn gegenüber der klassischen QLED-Technologie kleiner.

## Knitterfreies Sensorsystem

Aus organischer Elektronik ist ein skalierbares Sensorsystem entstanden.

Mechanisch flexible Sensorsysteme gelten als wichtige Voraussetzung für künftige Anwendungen in der Robotik oder in futuristischer bio-integrierter Consumerelektronik. Entscheidend ist dabei, dass die Komponenten solcher Systeme freibeweglich sind und auch bei komplex geformten Oberflächen funktionieren. Ein japanisch-deutsches Forschungsteam hat nun ein solches Sensorsystem für Magnetfelder vorgestellt, das trotz Verbiegen, Knicken oder Knittern zuverlässig funktioniert. An dem Projekt beteiligt waren die Universität Osaka, das Leibniz-Institut für Festkörper- und Werkstoffforschung in Dresden und die TU Chemnitz.<sup>2)</sup>

Bisherige Demonstratoren besaßen das Problem, dass die Sensoren im Array eines flexiblen Systems einzeln vernetzt und angesteuert werden mussten – ein kaum skalierbarer Ansatz. Das japanisch-deutsche Team hat ein System gefertigt, dessen elektronische Komponenten auf organischen

Dünnschichttransistoren (OTFTs) beruhen und in einer einzigen Plattform integriert sind. Das System ist zwischen zwei dünnen Polymerfolien einlaminiert und besteht aus einem Array mit  $2 \times 4$ -Magnetsensoren, einem Schieberegister zur Ansteuerung der Sensormatrix sowie Signalverstärkern. Es kann eine zweidimensionale Magnetfeldverteilung in Echtzeit hochaufgelöst abbilden.

Das Schieberegister beruht auf p-OTFTs, die trotz hoher Schaltgeschwindigkeit nur eine Betriebsspannung von 4 V erfordern. Bei einer Taktfrequenz von 100 Hz lag die statische Leistungsaufnahme des Registers bei 0,8 nW, die dynamische bei 0,23  $\mu$ W. Die geringe Leistungsaufnahme folgt auch aus dem Bootstrapping, bei dem die Ausgangsspannung einer Schaltung mithilfe eines Kondensators auf den Eingang rückgekoppelt wird. Im Schieberegister benötigt dann nur die jeweils aktive Stufe Energie, um den Kondensator aufzuladen. Das vermeidet Gleichstromverluste.

## Passiver Metalldetektor

Unter Ausnutzung des Erdmagnetfelds lässt sich die Sicherheitskontrolle optimieren.

Metalldetektoren gehören zu jeder Sicherheitskontrolle, etwa an Flughäfen. Am häufigsten erfolgt die Detektion elektromagnetisch: Man geht durch ein Portal, in dem rechts und links Induktionsspulen angebracht sind, die als Sender beziehungsweise Empfänger eines elektromagnetischen Signals dienen. Ein Metallgegenstand im Detektionsbereich verändert dieses Signal. Der Platzbedarf und Stromverbrauch solcher aktiven Systeme



Masaya Kondo

Die Magnetfeldsensorfolie ist mechanisch widerstandsfähig und vollintegriert.

1) J. Jagielski et al., Nat. Commun. **11**, 387 (2020)

2) M. Kondo et al., Sci. Adv. **6**, eaay6094 (2020)

sind aber relativ hoch. Ein chinesisch-kanadisches Forschungsteam hat nun einen passiven Detektor entwickelt und im Labor erprobt.<sup>3)</sup> Beteiligt waren die Chinesische Universität für Geowissenschaften in Wuhan, das Science and Technology on Near-Surface Detection Laboratory in Wuxi sowie die University of British Columbia im kanadischen Kelowna.

Das Team nutzt zur Detektion das Erdmagnetfeld aus: Jeder Metallgegenstand verändert aufgrund seiner magnetischen Permeabilität das Erdmagnetfeld lokal auf charakteristische Weise. Vier kreuzförmig angeordnete Sensoren, die den anisotropen magneto-resistiven Effekt ausnutzen, können diese Veränderung erfassen. Drei Sensorkreuze übereinander angeordnet decken die Größe eines Menschen ab. Das System ist in der Lage, innerhalb weniger Sekunden die räumliche Änderung des Erdmagnetfelds durch den Metallgegenstand in allen drei Richtungen zu messen.

Das Team testete sein passives Detektorprinzip mit Gegenständen (Messer, Hammer und Smartphone), die ein Proband verdeckt in der Tasche trug, während er langsam an den Sensoren vorbeiging. Der maximale Abstand, in dem eine Detektion zuverlässig funktionierte, lag zwischen 50 und 80 Zentimetern. Jeder Gegenstand hinterließ eine charakteristische magnetische Signatur. Hammer und Smartphone ließen sich zuverlässig erkennen, auch wenn sie nur 20 Zentimeter voneinander entfernt waren.

Bessere Kalibration und Kompensation sowie empfindlichere Sensoren sollen den Ansatz alltagstauglich machen.

## Mit Plasma zur Turbulenz

Plasmaentladungen über Tragflächen verbessern die Flugeigenschaften.

Kleine Strukturen können in fluiden Strömungen großräumige Änderungen auslösen. Ein Beispiel sind Turbulenzgeneratoren, die als Erhebungen auf Tragflächen dafür sorgen, das sich die Flugeigenschaften nach dem Start und vor der Landung leichter kontrollieren lassen. Die Tur-



Phillip Ansell

Acht – unscheinbare – passive Turbulenzgeneratoren auf der Tragfläche einer Boeing 737-700: Sie wären durch Plasma-generatoren ersetzbar.

bulenzgeneratoren wirken auf der Tragfläche als Oberflächenstörung, durch die sich eine laminare in eine turbulente Grenzschicht verwandelt. Das verzögert einen unerwünschten Strömungsabriss, durch den sich der Auftrieb verringern würde.

Hat ein Flugzeug allerdings seine Reishöhe erreicht, erhöhen die Turbulenzgeneratoren lediglich den Luftwiderstand und damit den Kerosinverbrauch. Forscher der University of Illinois in Urbana-Champaign und die US-Firma CU Aerospace haben einen plasmabasierten Turbulenzgenerator entwickelt.<sup>4)</sup> In Reiseflughöhe würde der in eine Tragfläche integrierbare Generator abgeschaltet und würde den Luftwiderstand nicht erhöhen.

Die Idee ist nicht neu. Die Projektbeteiligten haben ihren Ansatz aber messtechnisch sehr ausführlich im Labor untersucht. Der Plasmagenerator besteht aus einem Ringmagnet, in dessen Mitte eine Hochspannungselektrode sitzt. Die zweite Elektrode umschließt den Ringmagnet von außen. In einem Luftspalt unmittelbar über dem Ringmagnet bildet sich das Plasma, wenn eine Spannung an den Elektroden anliegt. So entsteht genügend Wärme, um in der Luftströmung über der Plasmaentladung die gewünschten Turbulenzen zu erzeugen.

Die Projektbeteiligten haben solche Plasmageneratoren in die Tragflächen einer Drohne integriert und Testflüge durchgeführt. Die Drohne verhielt sich so wie erhofft.

Michael Vogel

3) H. Liu et al., AIP Advances **10**, 015329 (2020)

4) G. Hristov et al., AIAA SciTech 2020 Forum, DOI: 10.2514/6.2020-1567

# Ultrakurzpuls Diagnostik



- Autokorrelator
- Mikroskopie-Autokorrelator
- Spektrometer
- Spider
- FROG

Besuchen Sie uns am  
6 - 8 Mai in Aachen,  
Stand 59, neben der  
Coffee Bar.

**AKL'20**  
INTERNATIONAL LASER  
TECHNOLOGY CONGRESS

  
**A.P.E**  
www.ape-berlin.de