

■ Billigere Sortierung

Ein Spektrometer lässt sich dank eines beweglichen Mikroscooperspiegels viel preiswerter fertigen.

Die ortsauflösende Infrarotspektroskopie kommt heute bei verschiedenen industriellen Prozessen zur Anwendung, z. B. bei der sortenreinen Trennung von Kunststoffen und Papier. Solche Spektrometer

Eine mögliche Anwendung neben dem Sortieren von PET- und Polystyrol-Kunststoffen ist die Überprüfung von Früchten beim Großhändler auf Druckstellen: Faulendes Obst liefert eine andere spektroskopische Signatur als unversehrtes. Bislang scheiterte diese Anwendung an den Kosten.¹⁾

■ Lernen von der Motte

Die Augen von Nachtfaltern dienen als Vorbild für eine neue optische Antireflextechnik.

Für die Vergütung von Optiken setzt man hauptsächlich Antireflexbeschichtungen ein, die aus abwechselnden Lagen mit hohen und niedrigen Brechungsindizes bestehen. Eine Alternative sind nanostrukturierte Oberflächen, die dafür sorgen, dass die beiden Brechungsindizes an der Grenzfläche der sich berührenden Medien graduell ineinander übergehen. Solche antireflektierenden Strukturen bieten den Vorteil, dass sie weitgehend unabhängig vom Einfallswinkel sind und über einen sehr großen Spektralbereich gleich wirken. Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Metallforschung um Joachim Spatz haben gemeinsam mit Mitarbeitern der Carl Zeiss AG ein neues Verfahren für den UV-Bereich entwickelt, mit dem sich solche Strukturen erzeugen lassen.²⁾ Als Vorbild dienten Mottenaugen.

Bei dem Verfahren lösen die Forscher zunächst Polymere in Toluol, sodass diese kleine Kugeln bilden. Anschließend geben sie Goldsalze dazu, die sich in den Kugeln einlagern. Tauchen die Wissenschaftler eine Quarzglaslinse in dieses Gemisch, scheiden sich

die goldgefüllten Polymerkugeln auf deren Oberfläche ab. Mithilfe eines Wasserstoffplasmas entfernen sie anschließend die organischen Hüllen der Kugeln, sodass sich ein Muster aus ungefähr sieben Nanometer großen Goldpartikeln auf der Linsenoberfläche bildet, die jeweils 110 nm voneinander entfernt sind.

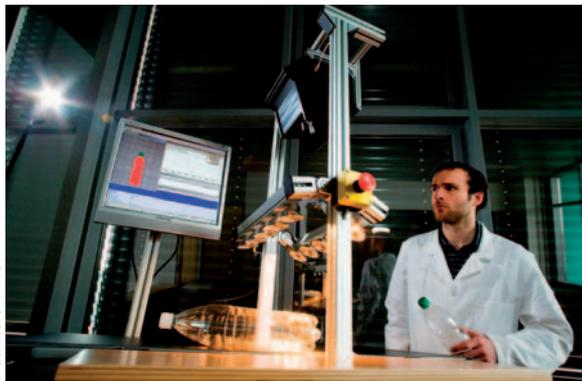
Die Partikel dienen als Schattenmaske beim Plasmaätzen der Mottenaugen-ähnlichen Strukturen in die optische Grenzfläche: Dabei entstehen winzige Säulen, die im Mittel 116 nm hoch sind und somit UV-Licht auch unterhalb von 200 nm nicht streuen. Die Transmission einer Quarzglaslinse verbessert sich dadurch bei einer Wellenlänge von 193 nm um fünf Prozent und bei 248 nm um drei Prozent. Für 193 nm ist damit die Reflexion praktisch beseitigt.

Die antireflektierende Schicht ist außerdem sehr viel widerstandsfähiger als konventionelle Vergütungen, weil es weder zu mechanischer Adhäsion noch zu Dehbeanspruchung kommen kann. Interessant ist die Entwicklung z. B. für Projektionsoptiken oder UV-Laseranwendungen, bei denen sich der Strahlengang stark erwärmt.

■ Wasser als Gedächtnis

Aus Polymeren lässt sich ein einmal beschreibbarer Speicher aufbauen.

Organische Schaltkreise sind für Funketiketten und andere preiskritische Elektronikanwendungen eine interessante Technologie. Viele dieser Anwendungen erfordern keine mehrfach beschreibbaren Speicher, sondern nur WORM-Speicher (write once, read many). Die Machbarkeit solcher Elemente aus Polymeren wurde bereits demonstriert: Fließt ein Strom durch die Elemente, erwärmen sie sich und brennen wie bei einer Sicherung ab einer bestimmten Energiezufuhr durch. Hierfür muss der Leistungseintrag pro Zelle aber 0,5 mW sein, sodass recht große Spannungspulse für eine Programmierung erforderlich sind. Wissenschaftlern der Universität der Algarve, der

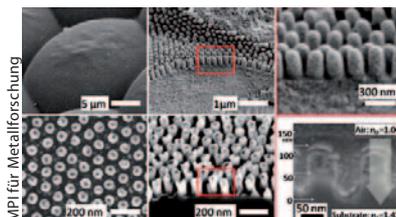


Fraunhofer-IPMS

Billiger als bislang am Markt befindliche Systeme kann das IPMS-Spektrometer Kunststoffe sortenrein trennen.

sind bislang allerdings noch recht teuer. Schuld daran ist der Flächendetektor, der für relativ langwellige Infrarotstrahlung empfindlich sein muss und daher z. B. aus Indium-Gallium-Arsenid besteht. Der Flächendetektor dient quasi als Matrix, in der ein Spektrometer die Wellenlänge des Lichts gegen die Ortskoordinate aufzeichnet.

Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Photonische Mikrosysteme (IPMS) in Dresden haben nun das Kostenproblem gelöst, indem sie den Flächen- durch einen Zeilendetektor ersetzt haben. Wie bei einem konventionellen ortsauflösenden Spektrometer trifft die reflektierte Infrarotstrahlung auf einen Spiegel, auf dem sich ein Beugungsgitter befindet. Das IPMS-Gerät verfügt allerdings über einen Mikroscooperspiegel, der sich um eine Achse drehen lässt und daher die Strahlung verschiedener Wellenlängen in unterschiedliche Richtungen ablenken kann. Der nach beiden Seiten um jeweils elf Grad verstellbare Spiegel ersetzt damit die eine Dimension des Detektors, sodass die Kosten des am IPMS aufgebauten Demonstrators auf ein Zehntel des üblichen Preises sinken. Den Spiegel fertigen die Forscher mit typischen Verfahren der Halbleitertechnologie aus Silizium.



MPI für Metallforschung

Strukturen in Mottenaugen (obere Reihe) dienen als Vorbild für die Entspiegelung von Quarzglas (untere Reihe).

1) vgl. Physik Journal, Oktober 2007, S. 48

2) T. Lohmüller et al., Nano Lett. 8, 1429 (2008)

3) B. C. de Brito et al., Adv. Mater. 20, 3750 (2008)

4) H. J. Bolink et al., Adv. Mater. 20, 1 (2008)

Universität Groningen und der Philips Research Laboratories in Eindhoven ist es nun gelungen, das Prinzip eines Polymerspeichers zu entwickeln, der mit einigen Mikrowatt pro Zelle auskommt.³⁾

Sie nutzen hierfür eine vertikale Schichtanordnung: Auf einen Siliziumwafer bringen sie eine Goldelektrode auf, die von einem Fotoresist bedeckt wird, in dem sich mikrometergroße Löcher befinden. Darüber bringen die Forscher eine Polymerschicht auf, die sie mit einer zweiten Goldelektrode bedecken. Diese dient auch als Maske, um das überschüssige Polymer zu entfernen. Auf einem 150 mm großen Wafer befinden sich rund 500 diskrete Kunststoffisierungen, die quasi wie Dosen aufgebaut sind.

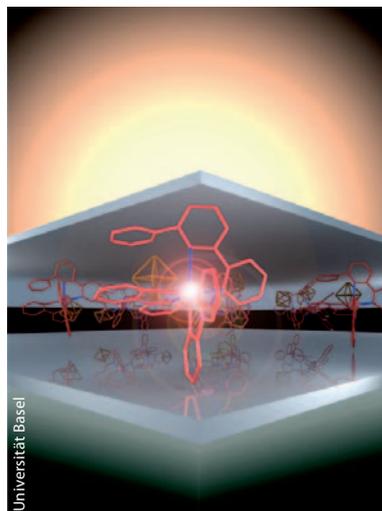
Durch eine äußere Spannung von rund 2 V blähen sich die Polymersicherungen irreversibel auf, ohne dass die Goldschicht der Elektrode Schaden nimmt. Aufgrund ihrer Untersuchungen und Modellrechnungen können die Wissenschaftler ausschließen, dass der Vorgang durch Erwärmung abläuft, vielmehr wird der Wasseranteil, der sich im Polymer befindet, elektrochemisch reduziert. Das Polymer löst sich durch das entstehende Gas von der unteren Goldelektrode und beult die Deckelektrode aus. Da die Zelle durch Fotoresist und Elektroden luftdicht verschlossen bleibt, kann das Gas nicht entweichen.

Die Technologie lässt sich in die heutigen Fertigungsabläufe für organische Schaltungen integrieren.

■ Alternative zur Glühbirne

Licht emittierende elektrochemische Zellen erreichen deutlich längere Lebensdauern als bislang.

Die Tage der Glühbirne sind gezählt. Langfristig werden Leuchtmittel mit höheren Wirkungsgraden sie ersetzen. Wissenschaft und Industrie handeln LEDs und organische LEDs (OLEDs) als vielversprechende Nachfolger. Andere Ansätze, wie z. B. Licht emittierende elektrochemische Zellen (LECs), haben gegenüber OLEDs aber ge-



Der Fertigungsaufwand für Licht emittierende elektrochemische Zellen ist geringer als für organische LEDs.

wisse Vorteile. LECs bestehen aus einem Elektrodenpaar, zwischen dem eine dünne Schicht aus einem Übergangsmetallkomplex liegt. Verglichen mit OLEDs ist ihr Aufbau einfacher und erfordert keine luftdichte Kapselung. Daher lassen sich LECs billiger herstellen. Ihrer technischen Anwendung steht allerdings ihre kurze Lebensdauer von höchstens einigen Tagen im Weg. Schuld daran ist die geringe intrinsische Stabilität der Metallkomplexe.

Einer Arbeitsgruppe um Henk Bolink von der Universität Valencia und einer Gruppe um Edwin Constable von der Universität Basel ist es gelungen, die Lebensdauer von LECs drastisch zu verlängern.⁴⁾ Die Forscher nutzen als aktive Schicht einen supramolekular stabilisierten kationischen Iridiumionenkomplex, in dem intramolekulare π -Elektronen-Wechselwirkungen verhindern, dass Wassermoleküle den Komplex zerstören.

Die von den Wissenschaftlern gefertigten Labormuster emittieren bei 594 nm. Sie haben eine Lebensdauer von mehr als 3000 Stunden und eine externe Quanteneffizienz von vier Prozent. Bei einer Vorspannung von 3 V lässt sich eine maximale Leuchtdichte von 290 Candela pro Quadratmeter bei einer Effizienz von 9,7 Candela pro Ampère erreichen. Zum Vergleich: TFT-Monitore liegen bei 150 bis 500 cd/m^2 .

Michael Vogel