

## ■ Folien finden Fehler

Ein Foliensystem mit Quantenpunkten zeigt optisch an, ob Leichtbaustrukturen schadhafte sind.

Faserverbundwerkstoffe kommen in immer mehr industriellen Anwendungen zum Einsatz. Ein Beispiel sind die Rotorblätter von Windkraftanlagen. Es ist nicht einfach, bei Wartungsarbeiten an solchen Rotorblättern mikroskopisch kleine Schäden infolge von außergewöhnlich großen mechanischen Belastungen zu entdecken. Das kann allerdings bei der nächsten Sturmbö fatal sein. Forscher der TU Chemnitz und des Fraunhofer-

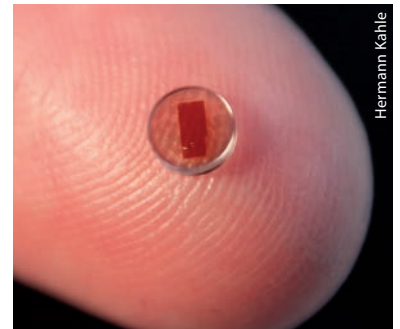
bei der Herstellung der Faserverbundwerkstoffe einlaminierten. Wie lange das Folien-Sandwich die Photolumineszenz unterdrückt, wird durch die Aufenthaltsdauer der Ladungsträger im Kern des Quantenpunkts bestimmt. Sie lässt sich durch Art und Kombination der Materialien optimieren. Je nach gewähltem Schichtsystem haben die Forscher bislang Haltezeiten bis zu 60 Stunden erreicht. Das ist noch zu kurz, um für Rotorblätter interessant zu sein, deren Wartungsintervalle in der Größenordnung von einem halben bis zwei Jahren liegen. Es wären aber auch andere Anwendungen denkbar, wo die Haltezeit nur einige Tage betragen müsste, etwa beim Transport von zerbrechlichen Waren.

## ■ Abgespeckter Laser

Ein verändertes Wärmemanagement ermöglicht bessere Halbleiter-Scheibenlaser.

Optisch gepumpte Halbleiter-Scheibenlaser sind eine wichtige Klasse von Festkörperlaser. Die Pulse solcher VECSELs sind bis in den Bereich von Femtosekunden vorgestoßen und liefern im kontinuierlichen Betrieb bis zu 100 W Leistung. Allerdings wird durch das optische Pumpen überschüssige Energie in die laseraktive Region eingetragen, die zu einer deutlichen Erwärmung führt. Das beeinträchtigt die Leistung dieser Laser, vor allem wenn sie auf Aluminium-Indium-Gallium-Phosphid-Materialien (AlGaInP) beruhen. Deren integrierte Halbleiterspiegel, die als Bragg-Spiegel ausgeführt sind, weisen aufgrund ihrer Dicke und des Materials eine schlechte Wärmeleitfähigkeit auf – um zwei Größenordnungen schlechter als Diamant.

Substrat und Bragg-Spiegel behindern also den Wärmeabfluss aus der laseraktiven Schicht. Wissenschaftler der Uni Stuttgart haben daher einen modifizierten VECSEL entwickelt, der diese Nachteile nicht hat.<sup>1)</sup> Ihr MECSEL getauftes Labormuster – Membrane External-Cavity Surface-Emitting



Hermann Kahle

Knapp 600 mW Ausgangsleistung war mit dieser Halbleitermembran zwischen runden Diamantscheibchen erreichbar.

Laser – stellten sie mit metallorganischer Gasphasenepitaxie her. Den Bragg-Spiegel ließen sie weg und nutzen stattdessen einen externen Spiegel. Das Substrat wurde nachträglich entfernt und die nur wenige 100 nm dicke Membran mit der laseraktiven Region zwischen zwei Diamantschichten gepresst.

Bei der Charakterisierung des MECSEL zogen die Forscher einen klassischen VECSEL mit identischer aktiver Region zum Vergleich heran. Der MECSEL erreichte 595 mW Ausgangsleistung bei 657 nm Wellenlänge und einer Temperatur des Wärmeableiters von 10 °C. Als Pumpleistung waren dafür 3,67 W erforderlich. Die Laserschwelle betrug 1,0 W, die Steigungseffizienz 22,3 Prozent. Der VECSEL hatte zwar eine niedrigere Laserschwelle, aber auch eine geringere Steigungseffizienz und benötigte eine höhere Ausgangsleistung. Durch den Wegfall des Bragg-Spiegels wird beim MECSEL zudem die Auswahl an möglichen Materialkombinationen größer, was blaue, grüne und orange Wellenlängen ermöglicht. Das könnte etwa für künftige Anwendungen in der Medizintechnik interessant sein.

## ■ Nahe am Limit

Eine Solarzelle aus kristallinem Silizium erreicht 26,6 Prozent Wirkungsgrad, ein Prozentpunkt mehr als der bisherige Rekordhalter.

Das Rennen um immer höhere Wirkungsgrade bei Solarzellen dauert an. Schließlich ist der Wirkungsgrad in einer bestimmten



Conny Schubert

Demonstration der Photolumineszenz der Chemnitzer Sensorfolie

Instituts für Elektronische Nanosysteme ENAS haben nun gemeinsam eine Folie entwickelt, die Hinweise auf solche mechanischen Mikroschäden liefert. Die Folie ist mehrschichtig aufgebaut. Zwischen zwei dünnen Elektroden befindet sich eine Nanokomposit-Schicht, bestehend aus kolloidalen Quantenpunkten und Schichten für den Ladungsträgertransport. Bestrahlen die Wissenschaftler die kommerziell erhältlichen Quantenpunkte in der Polymerfolie mit UV-Licht, tritt Photolumineszenz auf. Die Forscher koppelten diese Folie mit einer piezoelektrischen Folie. Tritt nun eine mechanische Belastung auf, werden über die Elektroden Ladungsträger in die Quantenpunktschicht injiziert. Dadurch sinkt die Intensität der Photolumineszenz – die mechanische Belastung wird so optisch sichtbar.

Wie das Team zeigen konnte, lässt sich das Foliensystem direkt

1) H. Kahle et al., *Optica* 3, 1506 (2016)

2) K. Yoshikawa et al., *Nat. Energy*, DOI: 10.1038/nenergy.2017.32

3) A. B. Schmidt et al., *Nat. Commun.*, DOI: 10.1038/ncomms14535

Materialklasse die wesentliche Stellschraube, um die Kosten weiter zu senken. Forscher des japanischen Unternehmens Kaneka haben nun eine großflächige (180 cm<sup>2</sup>) Solarzelle zertifizieren lassen, die 26,6 Prozent Wirkungsgrad aufweist. Ihre jüngste Veröffentlichung beruht noch auf einem zertifizierten Wirkungsgrad von 26,3 Prozent.<sup>2)</sup> So oder so – der bisherige Rekord von 25,6 Prozent aus dem Jahr 2014, den Panasonic hielt, ist damit gebrochen. Um die Zahlen richtig einzuordnen, muss man sich vergegenwärtigen, dass das theoretische Limit einer Siliziumsolarzelle bei gut 29 Prozent Wirkungsgrad liegt. Die Kaneka-Forscher haben als erreichbares Limit ihrer Zellarchitektur 27 Prozent ermittelt. Viel fehlt also nicht mehr.

Beim vorgestellten Prototyp handelt es sich um eine Heteroübergangs-Rückkontakt-Zelle (HJ-IBC-Zelle). Das kristalline Silizium der Zelle ist auf der Vorderseite mit einer Passivierungsschicht aus amorphem Silizium bedeckt. An der Rückseite befindet sich neben einer weiteren Passivierungsschicht aus amorphem Silizium der Heteroübergang aus einer p-leitenden und einer n-leitenden Schicht amorphes Siliziums. Beide Schichten sind strukturiert, um die Ladungsträger effizient einzusammeln. Den Abschluss der Rückseite bilden die strukturierten elektrischen Kontakte. Sämtliche Schichten haben die Forscher mit industrietauglichen Prozessen gefertigt.



Japanische Forscher haben diesen besonders leistungsfähigen Prototyp einer Siliziumsolarzelle hergestellt.

## ■ Sekundenschnell erzeugt

### Ein neues Herstellungsverfahren von Kontrastmitteln vereinfacht den klinischen Einsatz der Hyperpolarisations-MRT.

Die bildgebende Magnetresonanztomografie (MRT) reizt in der medizinischen Diagnostik bislang noch nicht ihr Potenzial aus. Sie wäre ein ideales Instrument, um den Metabolismus von Tumoren und ihre Reaktion auf Behandlungen zu untersuchen. Leider ist sie nicht sehr empfindlich. Eine Alternative bietet die Hyperpolarisations-MRT, die bereits in einigen Fällen klinisch angewandt wurde. Das Signal von hyperpolarisierten Kontrastmitteln lässt sich fast ohne Hintergrundrauschen beobachten, sodass die Empfindlichkeit wächst.

Die Herstellung dieser Kontrastmittel mit „lösungsbasierter Dynamischer Nuklearer Polarisierung“ (dDNP) erfordert aber einen hohen apparativen Aufwand, dessen Kosten die eines MRT übersteigen können. Das Verfahren ist auch recht langwierig. Zudem verlieren die Kontrastmittel ihre Hyperpolarisierung schnell. Räumliche Nähe zwischen Herstellungs- und Einsatzort tut daher Not. Nun hat ein Forscherteam ein Verfahren entwickelt, mit dem sich die hyperpolarisierten Kontrastmittel viel einfacher herstellen lassen.<sup>3)</sup> Am Projekt beteiligt waren Wissenschaftler aus Freiburg (Universitätsklinikum und Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme) und Heidelberg (Deutsches Zentrum für Translationale Krebsforschung und Deutsches Krebsforschungszentrum).

Die Wissenschaftler stellen das Kontrastmittel mit Parawasserstoff in einer Reaktionskammer her, die sich in einem Tomografen befindet. Mit Hilfe des Magnetfelds haben sie so einen gängigen hyperpolarisierten <sup>13</sup>C-Tracer in wässriger Lösung innerhalb von Sekunden erzeugt. Die Ausbeute lag im Mittel über 20 Prozent. Durch die Erzeugung am Einsatzort dürften sich künftig auch Moleküle eignen, deren Hyperpolarisierung beim Transport verloren gegangen wäre.

**Michael Vogel**