

■ Schwenkbare Flunder

Verzögerungsstrecken aus Flüssigkristallen ermöglichen extrem dünne Antennen.

Radar und Rundfunksender arbeiten seit Jahrzehnten mit Phased-Array-Antennen. Dabei handelt es sich um Einzelantennen, die so angeordnet und verschaltet sind, dass sie abgehende bzw. auftreffende Strahlungsenergie bündeln können. Lassen sich die Einzelstrahler separat ansteuern, ist eine solche Antenne elektronisch schwenkbar. Möglich wird das durch Verzögerungsstrecken, durch die die Sendeenergie der Antenne in der gewünschten Richtung dank

integrieren, um Satellitensignale zu empfangen.

Nachdem die Wissenschaftler einen Demonstrator mit zwei mal zwei Zellen für eine Frequenz von 20 GHz gefertigt haben, stellen sie derzeit einen Prototyp mit 16 mal 16 Zellen her. Das Ziel ist eine Antenne, deren Leistung für den Satellitenempfang ausreicht. Hierfür wollen die Darmstädter ein Konsortium gründen, bei dem u. a. LCD-Hersteller und Anwenderunternehmen mit im Boot sitzen.

■ Spürhund für Explosives

Mit einem Spektrometer lassen sich Sprengstoffe noch über große Distanzen erkennen.

Spätestens seit den Terroranschlägen auf das World Trade Center ist das Interesse der Sicherheitsbehörden an Sprengstoffdetektoren riesig. Wissenschaftler der TU Wien haben auf Grundlage der Spatially Offset Raman Spectroscopy (SORS) einen Detektor entwickelt, der bereits auf große Distanzen Sprengstoffe identifizieren kann.

Bei der Raman-Spektroskopie macht man sich die inelastische Streuung der Photonen eines Laserstrahls an Molekülen zunutze. Sie ist allerdings auf den oberflächennahen Bereich eines diffus streuenden Objekts beschränkt, da das schwache Raman-Signal häufig durch Fluoreszenz überdeckt wird. Die SORS umgeht dieses Problem: Statt das Raman-Signal am Ort der Anregung zu messen, erfasst sie die Photonen des diffus gestreuten Lichtkegels, der wenige Zentimeter in die Probe hineinragt. Man schaut sozusagen seitlich am hellen Fluoreszenzsignal vorbei, um das schwache Streulicht zu erhaschen. So lassen sich Materialien wie Sprengstoffe analysieren, die in einer Stofftasche oder einem Kunststoffbehälter versteckt sind.

Die Wiener Forscher können mit ihrem System sogar Sprengstoffe bis in Entfernungen von 100 Meter nachweisen. Ein frequenzverdoppelter Neodym-YAG-Laser sendet dazu mit einer Wiederholrate von

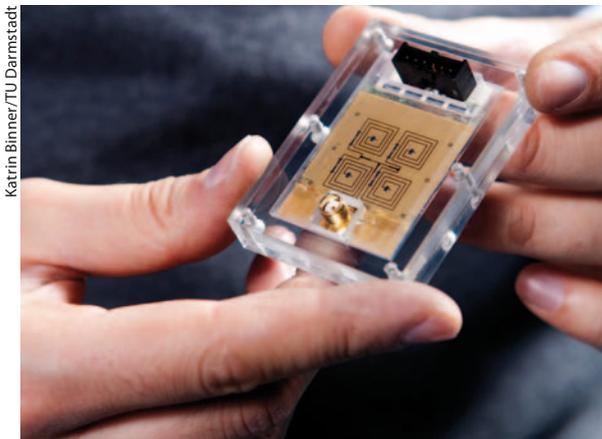
10 Hz Pulse mit einer Länge von 4,4 ns aus. Ein Sensor an einem kleinen Teleskop detektiert die Raman-Signale. Die Messzeit liegt unter einer Minute; der Offset bei der Messung beträgt bis zu fünf Zentimeter.

Das System ist Teil eines EU-Projekts, das die Integration von drei verschiedenen spektroskopischen Verfahren in einem Gerät zum Ziel hat, um Sprengstoffe zuverlässig zu detektieren. Projektpartner sind u. a. die spanische Guardia Civil und das schwedische Verteidigungsministerium. Demnächst beginnen Feldtests mit dem integrierten Gerät.

■ Energie aus der Folie

Aus Nanoröhren und Polymeren lassen sich effizientere Thermoelektrika fertigen.

Seit langem dient der thermoelektrische Effekt in der Technik dazu, einen Temperaturunterschied in eine elektrische Spannung umzuwandeln und damit eine elektrische Leistung zu erzeugen. Typische kristalline Thermoelektrika wie Bismut-Tellurid erreichen Kenndaten, die organischen Ansätzen mit einer Mischung aus Polymeren und Kohlenstoff-Nanoröhren (CNT) drastisch überlegen sind. Denn Polymere besitzen zwar hohe Seebeck-Koeffizienten, aber nur geringe elektrische Leitfähigkeiten. Andererseits lassen sie sich billiger und einfacher herstellen und sind elastisch. Wissenschaftler der Wake Forest University in North Carolina, der Victoria University of Welling-



Phased-Array-Antennen mit Verzögerungsstrecken aus Flüssigkristallelementen (im Bild ein Demonstrator mit zwei mal zwei Zellen) sind sehr flach.

konstruktiver Interferenz verstärkt wird, während es in den unerwünschten Richtungen zur destruktiven Interferenz kommt. Heutige Phased-Array-Antennen nutzen unterschiedliche Verfahren, um die eintreffenden Signale zu verzögern, z. B. mikro-elektromechanische Systeme (MEMS).

Wissenschaftler der TU Darmstadt haben eine Phased-Array-Antenne entwickelt, bei der Flüssigkristallelemente die auftreffenden Radiowellen verzögern: Eine Änderung der angelegten Spannung verändert die Dielektrizitätszahl der Flüssigkristalle, und je höher die Dielektrizitätszahl, desto länger die Verzögerungsstrecke. Komponenten, die auf Flüssigkristallelementen beruhen, sind günstig herzustellen und ermöglichen eine sehr flache Antenne. Eine solche Antenne ist nur etwa einen Millimeter dick und ließe sich z. B. gut in Autodächer



Zehn Quadratzentimeter dieser thermoelektrischen Folie würden bei normalen Temperaturverhältnissen ausreichen, um eine Armbanduhr zu betreiben.

1) C. A. Hewitt et al., *Nano Lett.* 8.2.2012 (DOI: 10.1021/nl203806q)

2) X. Chen et al., *Nano Lett.* 2.2.2012 (DOI: 10.1021/nl203463z)

ton, der Korea University in Seoul und den Nanotech Labs in North Carolina haben es geschafft, ein Material zu entwickeln, das 50-mal effizienter als bisherige CNT-Polymer-Ansätze ist und nur ein Siebtel der Herstellungskosten von Bismut-Tellurid-Bauteilen haben könnte.¹⁾

Beim Seebeck-Effekt ist für ein Thermoelektrikum der erreichbare Temperaturunterschied an den beiden Enden maßgeblich. Die Forscher erzeugen den Temperaturgradienten parallel zur Schicht: Das Material besteht aus bis zu hundert Lagen, die abwechselnd leitend (ein Polymer, das CNT enthält) und isolierend (nur das Polymer) sind. Alle Schichten – jede zwischen 25 und 40 μm dick – sind miteinander verschweißt.

Die erreichbare Spannung ist ungefähr proportional zur Zahl der Schichten, solange sich im System eine ausreichende Temperaturdifferenz ausbilden kann, das Material also nicht zu dick ist. Messungen an einer Struktur mit 72 Lagen lieferten eine maximale Leistung von 137 nW bei 50 K Temperaturdifferenz. Theoretisch könnte eine Struktur mit 300 Schichten bei 100 K Temperaturunterschied bis zu 5 μW Leistung liefern. Denkbare Anwendungen gäbe es im Bereich Wearable Electronics und der Nutzung von Abwärme im Auto.

■ Pimp my cell

Maßgeschneiderte Silberpartikel steigern die Energieausbeute von Dünnschichtzellen.

Dünnschichtsolarzellen erfordern deutlich weniger Material und kein starres Substrat als Träger. Bei den Wirkungsgraden schneiden sie systembedingt aber schlechter ab als kristalline Siliziumzellen: Denn die dünnere Zelle kann weniger Photonen absorbieren, weil sie kürzere Wege im Material zurücklegen.

Wissenschaftler der australischen Swinburne University of Technology haben nun einen Weg gefunden, den Wirkungsgrad durch Streuzentren in den Solarzellen deutlich zu erhöhen.²⁾ Dieser



Dünnschichtsolarzellen erreichen dank Streuzentren höhere Wirkungsgrade.

neue Ansatz ist über einen weiten Längenwellenbereich von 300 bis 800 nm wirksam.

Die Wissenschaftler nutzen Nanopartikel aus Silber, weil es sichtbares Licht vergleichsweise stark streut. Einerseits streuen kleine Partikel mit Durchmessern zwischen 20 und 100 nm das Licht gleichmäßiger in alle Raumrichtungen, wodurch es wahrscheinlicher wird, dass es in der Siliziumschicht überhaupt absorbiert wird. Andererseits nimmt mit steigender Partikelgröße die Streuintensität und damit der Streuquerschnitt zu. Daher haben die Forscher mit einem nasschemischen Verfahren, das einfach zu steuern und für die industrielle Fertigung leicht zu skalieren ist, Partikel mit 200 nm Kerndurchmesser hergestellt, auf deren Oberflächen Halbkugeln mit 40 nm Durchmesser verteilt sind.

Die maßgeschneiderten Silberpartikel brachten die Forscher in die Rückseiten von Solarzellen aus amorphem Silizium der Firma Suntech ein. Sie konnten nachweisen, dass dadurch die Kurzschluss-Photostromdichte der Zellen um 14 Prozent und die Energieumwandlung um 23 Prozent stiegen. Der höchste erreichte Wirkungsgrad lag bei gut acht Prozent. Noch in diesem Jahr wollen die Wissenschaftler den Wirkungsgrad mithilfe ihrer maßgeschneiderten Nanopartikel auf zehn Prozent steigern.

Michael Vogel