

■ Bunte Hologramme

Ein holografisches Display stellt Bilder im Sekundentakt dar.

Räumliche Darstellungen haben in den letzten zwei Jahren durch Kinofilme und erste 3D-Fernsehgeräte einen großen Auftrieb bekommen. Während bei Kino und Fernsehen stereoskopische Bilder mit polarisiertem Licht oder zeitlich gesteuert dargestellt werden, reproduziert ein



Ein Display aus einem photorefraktiven Polymer kann holografische Informationen mit einer Bildwiederholrate von 2 s darstellen.

holografisches Display Amplitude und Phase des Lichts durch Brechung. Solche Hologramme lassen sich zwar auch mit Computern errechnen, allerdings ist der Aufwand für Videos mit hoher Qualität heute noch zu hoch.

Eine Arbeitsgruppe der University of Arizona in Tucson hat nun zusammen mit der kalifornischen Firma NDT ein photorefraktives Polymer entwickelt, das sich wiederholt beschreiben lässt.¹⁾ Über zwei angelegte Indiumzinnoxid-Elektroden lässt sich in ihm ein elektrisches Feld erzeugen, durch das der photorefraktive Effekt im Polymer entsteht. Das 3D-Bild schreiben die Forscher mit 50-ns-Laserpulsen und lesen es mit einer inkohärenten Farb-LED aus. Für eine Farbdarstellung arbeiten sie mit einem Winkel-Multiplexing, schreiben also bis zu drei unterschiedliche Hologramme unter verschiedenen Winkeln ins Material und lesen diese mit verschiedenen farbigen LEDs aus. Diese drei Hologramme erzeugen die Wissenschaftler simultan, die Farbdarstellung wirkt sich also nicht auf die Geschwindigkeit der Bilddarstellung aus.

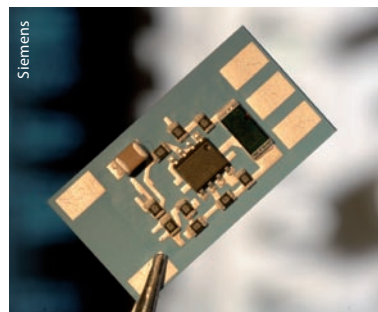
Für einen monochromatischen Prototypen mit 10 cm mal 10 cm Kantenlänge und Bildelementen („Hogel“), die eine Auflösung von

1 mm erlauben, dauert die Bild-erzeugung zwei Sekunden. Dabei wird das Bild nur für den horizontalen Augenabstand stereoskopisch dargestellt. Eine ähnlich schnelle Darstellung für beliebige Parallaxen, durch die die Zahl der erforderlichen Hogel auf 10 000 klettert, erreichen die Forscher durch ein räumliches Multiplexing des Laserstrahls im Photopolymer mithilfe eines Linsenfeldes und eines holografischen optischen Elements. Labormuster mit Kantenlängen bis 30 cm existieren.

■ Dünne Wandler

Dank magnetischer Keramikfolien lassen sich Transformatoren miniaturisieren.

Vorschaltgeräte spielen in der Leistungselektronik eine wichtige Rolle, da sie Spannung, Stromstärke oder Frequenz an den Verbraucher anpassen. Ein Beispiel dafür sind Autoscheinwerfer. Um Platz zu sparen, integrieren die Hersteller bei diesen Produkten gerne möglichst viele Bauteile wie Widerstände oder Spulen in die einzelnen Lagen von keramischen Leiterplatten. Magnetkerne für Transformatoren haben sich allerdings bislang dieser Miniaturisierung widersetzt: Die beiden Wicklungen der Transformatorspulen befanden sich zwar in zwei Lagen der Leiterplatte, aber der Magnetkern steckte in einer gebohrten Öffnung. Weil Magnet und Platine sich bei Erwärmung unterschiedlich ausdehnen, sind bei der Herstellung getrennte Sinter- und Brennprozesse erforderlich, die



Siemens entwickelt magnetische Keramikfolien, die sich in Platinen integrieren lassen, um leistungselektronische Schaltungen zu verkleinern.

die Fertigung aufwändig und teuer machen.

Forscher von Siemens haben nun einen Weg gefunden, dieses Problem zu umgehen. Sie entwickelten eine magnetische Keramikfolie, die zwischen den Lagen der Platine zu liegen kommt, in die die Trafowicklungen integriert sind. Die Ferritfolie ist nur wenige Zehntel Millimeter dick und lässt sich in einem Prozessschritt mit der Keramikplatine brennen. Der Trick mit der Folie funktioniert bei Frequenzen ab etwa 1 MHz, darunter ist die Impedanz der Induktivität in dieser Bauform zu gering. Der von den Forschern entwickelte 1,5 mm hohe Trafo mit einer Kantenlänge in der Fläche von knapp 20 mm überträgt eine Leistung von 120 W bei einer Frequenz von 2,5 MHz. Er lässt sich vollständig in eine Platine integrieren. Im Beispiel des Vorschaltgeräts für Autoscheinwerfer sinkt der Platzbedarf bei der Platinenfläche um rund 20 Prozent und in der Bauhöhe etwa um die Hälfte. Mit einer niederohmigen Last (50 Ω) erreicht der Trafo einen Wirkungsgrad von 95 Prozent.

■ Wachhund im Wind

Mit Faser-Bragg-Gittern lassen sich mechanische Überlastungen von Windrädern rechtzeitig erkennen.

Die Rotorblätter einer Windkraftanlage sind aufwändig gefertigte, teure Bauteile. Um sie bei starkem Wind vor Beschädigungen zu schützen, schalten die Betreiber sie ab einer gewissen Windstärke aus. Auch für die Kontrolle der mechanischen Stabilität der Rotorblätter muss die Windkraftanlage still stehen. Wissenschaftler am Lehrstuhl für Messsystem- und Sensortechnik der TU München haben nun ein Verfahren entwickelt, mit dem sich der mechanische Zustand von Rotorblättern im laufenden Betrieb überwachen lässt. Das Prinzip beruht auf der Wellenlängenverschiebung eines Lasersignals von 1,55 μm Wellenlänge.

Die Forscher nutzen dazu Glasfasern, in die sie in gewissen

1) P.-A. Blanche et al., Nature 80, 468 (2010)

Abständen Faser-Bragg-Gitter erzeugen. Bei diesen eingeschriebenen Interferenzfiltern kommt es zu einer lokalen Modulation des Brechungsindex im Kern der Faser, durch die das Licht des Laserstrahls reflektiert wird. Daraus lässt sich ein Sensor aufbauen, denn die Änderung der Bragg-Wellenlänge im reflektierten Licht hängt linear von der mechanischen Dehnung am Ort des Sensors und dessen Temperatur ab. Die Signalzuordnung geschieht bei dem Messprinzip mit einem selbst entwickelten optischen Chip, dessen Arbeitsweise auf einem in der Telekommunikation genutzten Multiplexverfahren beruht; Photodioden wandeln die optischen Pulse letztlich in Spannungssignale.

Bereits auf dem Markt befindliche ähnliche Überwachungsverfahren nutzen entweder Kupferleiter, was bei Windrädern wegen möglicher Blitzeinschläge unerwünscht ist, oder können bei Vibrationen mit hohen Frequenzen kein aussagekräftiges Regelsignal liefern, weil es von Schwebungen überlagert wird. Der Kniff der TUM-Forscher besteht darin, die Messsignale vor dem Abtasten durch einen geeigneten Tiefpassfilter zu schicken, um sie so von den störenden Schwebungen zu befreien.

Das Messprinzip eignet sich z. B. auch für die Überwachung von Flachdächern unter Schneelasten.

■ Mobiler Detektiv

Ein portabler Detektor kann Art und genaue Position von Gammastrahlern bestimmen.

Die Angst vor nuklearem Terrorismus ist im vergangenen Jahrzehnt deutlich gewachsen. Kleinere Mengen kernwaffenfähiges Material in den falschen Händen oder schmutzige Bomben gelten dabei als die größten Bedrohungen. Dies erklärt das Interesse von Sicherheitsbehörden an Detektoren zum Aufspüren von verdächtigen Materialien. Gerade Gammastrahlen lassen sich wegen ihrer hohen Energien nur mit großem technischem Aufwand



Der Detektor der University of Michigan kann Gammastrahler genau lokalisieren.

nachweisen. Eine Arbeitsgruppe um Zhong He von der University of Michigan hat nun den Prototyp eines portablen Gammadetektors vorgestellt, der bei Raumtemperatur arbeitet, 360° Gesichtsfeld hat und auf einen Rollwagen passt, während andere Gammadetektoren eine Lastwagenfläche füllen, ein deutlich eingeschränktes Gesichtsfeld haben und nur gekühlt bei -200 °C funktionieren.

Der „Polaris“ getaufte Prototyp enthält das Detektormaterial Cadmium-Zink-Tellurid, das eine hohe Dichte und eine große Protonenzahl besitzt. So kommt es zu ausreichend vielen Wechselwirkungen zwischen den Gammaquanten und den Atomkernen. Polaris besteht aus 18 CdZnTe-Quadern mit Außenmaßen von jeweils 2 mal 2 mal 1,5 cm, sodass sich ein Detektorvolumen von insgesamt 108 cm^3 ergibt. Die Detektoren hat ein Unternehmen nach den Spezifikationen der Wissenschaftler gefertigt.

Jeder Quader misst die dreidimensionale Position der Gammaquanten und die deponierte Energie. Dazu befindet sich an jedem Quader eine Ausleseelektronik mit 122 Kanälen, mit der sich die Position der Wechselwirkung auf 1 bis 2 mm genau bestimmen lässt. Mithilfe eines Algorithmus rekonstruieren die Forscher dann das Feld der einfallenden Gammastrahlen in Echtzeit. Sie können dabei neben der Intensität auch die Natur des Strahlers spektroskopisch ermitteln.

Polaris trennt noch zwei Punktquellen im Abstand von 5 Grad, wobei sich der Messbereich von 50 bis 3000 keV erstrecken kann. Die Energieauflösung liegt bei der 662-keV-Linie des Cäsium-137 unter einem Prozent.

Michael Vogel