



Smarte Optik

Ein thermo-optischer Ansatz erlaubt es, durchstimmbare Linsen zu fertigen.

Die gezielte Veränderung von Phase und Amplitude spielt bei der Bildgebung oder der biomedizinischen Optik eine wichtige Rolle. Häufig sind Spatial Light Modulators (SLM) das Mittel der Wahl. Sie hängen aber von der Polarisation ab und erlauben Phasenmodulationen nur in engen Winkelbereichen. Deformierbare Spiegel, bekannt aus der Astronomie, sind aufgrund ihres Bauprinzips kaum mikointegrierbar. Ein französisch-spanisches Wissenschaftlerteam hat nun einen weiteren Ansatz entwickelt. Mit thermo-optischen Mikrolinsen können sie Freiformflächen erzeugen oder Arrays aufbauen.¹⁾ Beteiligt waren Forscher des Barcelona Institute of Science and Technology, der Université Paris Descartes, der Sorbonne Université in Paris und des Institutió Catalana de Recerca i Estudis Avançats in Barcelona.

Das Team lässt Strom durch eine Mikrometergroße Struktur eines elektrischen Widerstands fließen. So entsteht ein zweidimensionaler Temperaturgradient, der sich einem Polymerplättchen unter der Widerstandsstruktur aufprägen lässt. Der Gradient moduliert lokal den Brechungsindex des Polymers, sodass die Wellenfront von einfallendem

Licht in der gewünschten Weise verformt wird. Die Wissenschaftler haben einen generischen Algorithmus entwickelt, mit dem die angestrebte optische Modulation der Wellenfront auf eine charakteristische Widerstandsstruktur rückführbar ist.

Ein Polymerplättchen kann sich innerhalb von Millisekunden in eine Linse verwandeln – und umgekehrt. Die Herstellung wäre in einer Massenproduktion problemlos skalierbar. Als Labormuster haben die Forscher verschiedene Linsen gefertigt und vermessen sowie ein Array aus 25 thermo-optischen Plättchen hergestellt, mit dem sich auch farbige Abbildungen erzeugen lassen.

Läuft wie geschmiert

Wasser macht Gleitlager umweltfreundlicher.

In Deutschland werden jährlich eine Million Tonnen Schmierstoffe verbraucht – die meisten auf Mineralölbasis, was nicht optimal ist für die Umwelt. Die Schmiermittelindustrie sucht daher nach Alternativen. Forscher des Mikro Tribologie Centruns μ TC in Freiburg, einer Kooperation des Fraunhofer-Instituts für Werkstoffmechanik IWM und des Karlsruher Instituts für Technologie, haben nun demonstriert, dass sich Wasser in Verbindung mit Additiven als Schmierstoff eignet.

Das Material haben die Wissenschaftler an einem Gleitlager erprobt.

Direkt um die sich drehende Welle befindet sich ein Ring aus gesintertem Metall, der primär aus Eisen besteht. Daran schließt sich ein Aluminiumring an, gefolgt von einer Isolierschicht. Ein Spalt im gesinterten Ring dient als Reservoir für das wasserbasierte Schmiermittel. Aufgrund der unterschiedlichen Standardpotentiale von Aluminium und Eisen entsteht zwischen den beiden Metallringen eine elektrische Spannung.

Dem Wasser haben die Forscher eine ionische Flüssigkeit in geringer Menge beigegeben. Ionische Flüssigkeiten sind Salze, die ohne Lösungsmittel bei niedrigen Temperaturen flüssig sind, weil sie kein stabiles Kristallgitter ausbilden können. Zwischen Welle und Lager richten sich die Ionen im elektrischen Feld so aus, dass ihre Enden der Welle entgegenragen. Dadurch bilden sie eine galvanisch induzierte Schutzschicht, die Reibung



Um Schmierstoffe gezielt zu entwickeln, misst man am besten während des Betriebs Verschleiß und Reibwerte.

und Verschleiß reduziert. Der Aluminiumring dient dabei als Opferanode, um die Stahloberfläche der Welle vor Korrosion durch den Sauerstoff des Wassers zu schützen. Das Problem der auftretenden Reibungswärme, die das Wasser langsam verdampfen lässt, wollen die Forscher mit weiteren Additiven lösen.

Aus sicherem Abstand

Ein mobiler Infrarotscanner analysiert in Echtzeit verdächtige Substanzen.

Während eines Polizeieinsatzes kann es nötig sein, verdächtige Substanzen zu untersuchen. Eine Probennahme zu untersuchen. Eine Probennahme mit anschließender Analyse im Labor ist meist zu zeitaufwändig. Meh-

1) P. Berto et al., Nat. Photon. (2019), DOI: 10.1038/s41566-019-0486-3

2) W. Wang et al., Nat. Commun. 10, 3012 (2019)

rere Fraunhofer-Institute haben nun gemeinsam mit Unternehmen und dem Bundeskriminalamt als Anwender einen Laserscanner für verdächtige Substanzen entwickelt. Das Gerät ist tragbar, augensicher und misst berührungslos aus bis zu zwei Metern Abstand.

Der Scanner arbeitet mit Wellenlängen von 7,5 bis 10 μm und detektiert charakteristische Molekülspektren per Rückstreuungsspektroskopie. Als Anregungsquelle dient ein Quantenkas-



Mit dem Gefahrstoffscanner können Einsatzkräfte vor Ort verdächtige Substanzen analysieren.

kadenlaser, der über den kompletten Spektralbereich rasch durchstimmbaar ist. Das wellenlängenselektive Element der externen Kavität des Lasers ist ein MOEMS-Gitter. Ein Detektor erfasst die Intensität des rückgestreuten Signals. Der Abgleich mit einer internen Datenbank von Spektren kritischer Substanzen erlaubt es, diese zu bestimmen. Die Analyse dauert etwa eine Millisekunde.

Das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF entwickelte den Laser und die Bediensoftware, das Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS steuerte die MOEMS-Komponenten bei. Vom Fraunhofer Center for Applied Photonics CAP stammt das Optikdesign des Scanners. Vigo Systems lieferte Detektor und Elektronik für die Datenaufnahme, M Squared Lasers übernahm die Systemintegration.

Testmessungen waren erfolgreich. Aussagen zu Sensitivität und Selektivität sind schwierig, weil die Messung viele Freiheitsgrade hat und keine Standardproben für geräteübergreifende Vergleiche existieren. Grundsätzlich lassen sich mit dem Scanner sichtbare Spuren detektieren.

Zwei auf einen Streich

Eine Kombination aus Photovoltaik und Membrandestillation produziert Strom und Frischwasser.

Kommerziell erhältliche Photovoltaik-Module können 10 bis 20 Prozent der Sonnenenergie in elektrische Energie umwandeln. Eine 400-MW-Anlage benötigt eine Fläche von rund zwei Millionen Quadratmetern. Allerdings verfügen viele Länder nicht über ausreichend Grundwasser und entsalzen Meerwasser mit viel Energie und großem Flächenverbrauch. Wissenschaftler der King Abdullah University of Science and Technology im saudi-arabischen Thuwal haben nun im Labormaßstab eine Kombination aus Photovoltaik- und Wasserentsalzungs-system entwickelt, die beide Anwendungen energie- und flächeneffizient miteinander verbindet.²⁾

Sie nutzten dazu kommerziell erhältliche polykristalline Solarzellen, auf deren Rückseite sie ein selbst entwickeltes dreistufiges System zur Membrandestillation anbrachten. Das System nutzt die latente Wärme, die während der Dampfkondensation frei wird, für die Verdampfung in der nächsten Stufe. Jede Stufe besteht aus vier Schichten: einer thermischen Leitschicht aus dem sehr guten Wärmeleiter Aluminiumnitrid, einer hydrophilen porösen Schicht zur Wasserverdampfung, einer hydrophoben porösen Polystyrol-Membran für den Gasdurchgang sowie einer Schicht zum Kondensieren des Wasserdampfs. Hydrophile Schicht und Kondensationsschicht bestehen aus Quarzglasfaser-Membranen.

Die Produktionsrate für Frischwasser betrug mehr als 1,6 $\text{kg}/\text{m}^2\text{h}$. Simultan erzeugten die Solarzellen elektrischen Strom mit einem Wirkungsgrad von über 11 Prozent. Die Messungen erfolgten unter Standardbedingungen mit einer Leistung von einem Kilowatt pro Quadratmeter. Verglichen mit ähnlichen Ansätzen ist die Stromausbeute um einen Faktor neun höher. Die Frischwasserproduktion mit einer zehnstufigen Membrandestillation erreicht zwar einen fast doppelt so hohen Wert, allerdings nicht in Kombination mit einem Solarmodul.

Michael Vogel

Autokorrektor Mikroskopie & Lithografie



- Carpe Mikroskopie-Autokorrektor
- Pulsdauer-Messung am Probenort
- Auch für Immersionsobjektive
- Leistungsmessung inklusive