

13.08.2009 | Welt des Lichts

### Neue Bausteine für Lichtchips

#### Dreidimensionale photonische Kristalle lassen sich aus einem Stück Silizium "schnitzen"

Kyoto (Japan) - Wer in Zukunft digitale Daten mit Licht extrem schnell verarbeiten will, braucht photonische Kristalle. Mit diesen Objekte, die meistens aus flachen, streng periodischen Strukturen bestehen, können Lichtteilchen nahezu unbegrenzt kontrolliert werden. Jetzt gelang es japanischen Wissenschaftlern, sogar dreidimensionale photonische Kristalle defektfrei aus einem Stück Silizium zu schnitzen. Ihre ausgeklügelte Ätzmethode, die die Entwicklung rasanter Lichtchips beschleunigen könnte, präsentieren sie in der Fachzeitschrift "Nature Materials".

"Mit dieser Technik könnte die Produktion von photonischen Kristallen wesentlich vereinfacht werden", schreiben Shigeki Takahashi, Susumu Noda und ihre Kollegen von der Universität Kyoto. Um periodische Strukturen, die kleiner sind als die Wellenlänge des später verwendeten Lichts, in einen Block aus hochreinem Silizium zu schnitzen, nutzten sie ein Plasma aus Schwefelhexafluorid-Gas. Über elektrische Spannungen können darin Ionen beschleunigt werden, die auf das Material geschleudert werden und so - exakt kontrolliert - Mikrometer tiefe Löcher schneiden. Erstmals schafften es die Forscher nun, diese Ionenstrahlen schräg unter verschiedenen Winkeln auf den Siliziumblock zu lenken. Das Ergebnis: eine Struktur, die an einen fein säuberlich geschichteten Stapel aus kantigen Holzbalken erinnert.

Auch aus zweidimensionalen Filmen können im Prinzip solche dreidimensionalen photonischen Kristalle durch schlichtes Stapeln erzeugt werden. Doch sind diese lange nicht so defektfrei wie die direkt aus einem Silizium-Block gefrästen Strukturen. Erste Versuche mit Lichtteilchen belegten die herausragende optische Qualität dieser Lichtkristalle. Die Forscher sind sich sicher, dass mit ihrer Ionen-Frästechnik nun photonische Kristalle mit gewünschten Eigenschaften produziert werden können und die Leistungsfähigkeit der optischen Datenverarbeitung weiter steigern können.

Die Arbeitsgruppe von Noda nimmt bei der weltweit intensiven Forschung an photonischen Kristallen eine Spitzenstellung ein. Erst vor wenigen Wochen berichteten sie über die erfolgreiche die Herstellung von Nanostrukturen, die Lichtwellen nicht nur in ihrem Inneren, sondern auch an der Oberfläche kontrollieren können. Kristall nicht nur wie bisher in seinem Inneren beeinflussen, sondern auch an der Oberfläche. Mit bisher unerreichten Eigenschaften: Bis zu 9000 optische Zyklen konnten Laserpulse in diesen Strukturen durchlaufen, bevor sich die eingefangenen Lichtwellen in den freien Raum verflüchtigten. Durch diese Eigenschaft empfiehlt sich diese Nanostruktur für den Aufbau von optischen Chips, die Photonen statt Elektronen für digitale Schaltprozesse nutzen können. Kombiniert mit winzigen Lichtquellen aus so genannten Quantenpunkten sind nun zumindest Prozessoren vorstellbar, die heutige Elektronikchips um ein Vielfaches überflügeln. "Durch die Kopplung dieser optischen Pulse mit künstlichen Atomen - den Quantenpunkten - sollte die Kontrolle von Licht mit Licht möglich werden", beurteilte Sajeev John von der University of Toronto die Ergebnisse seiner japanischen Kollegen.