

Vielseitige Kristalle

**Doppel-Wolframate machen Laser effizienter.
Das Projekt DT-CRYS erforscht den seltenen Werkstoff**

Das Stückchen Kristall ist durchsichtig, etwa so groß wie ein Daumennagel. Man könnte es für Glas halten. Oder für einen großen Diamanten. Wertvoll und selten ist es ja, doch seinen Wert machen vor allem seine Anwendungsmöglichkeiten in der Lasertechnik und der Optoelektronik aus. Es handelt sich um einen Doppel-Wolframat-Kristall mit einer ganz speziellen Gitterstruktur; er ist monoklinisch.



Ist er dotiert, kann er rot werden und erhält neue Eigenschaften: ein Doppel-Wolframat-Kristall.

Doppel-Wolframat-Kristalle werden im Labor hergestellt („gezüchtet“). Die Kristalle können auch gezielt verunreinigt werden, man spricht von Dotieren. Dann ändert sich nicht nur die Farbe, sondern es ergeben sich auch neue Eigenschaften. Fügt man etwa Ytterbium hinzu, eignen sich die Kristalle als aktives Medium in Festkörperlasern. Sie können aber auch zur Frequenzverschiebung genutzt werden, um beispielsweise aus einem grünen Laserstrahl einen roten zu erzeugen. Das von der EU geförderte Projekt DT-CRYS untersucht in den kommenden drei Jahren systematisch die Herstellung, die Eigenschaften und die Anwendungsmöglichkeiten der monoklinischen Doppel-Wolframate. Koordinator ist Dr. Valentin Petrov vom Max-Born-Institut.

„Was uns reizt, ist die Multifunktionalität des Materials“, erläutert Petrov. Allein die nichtlinearen optischen Eigenschaften sowie die Eignung als Lasermedium seien zwei grundverschiedene Dinge, deren Untersuchung sich jeweils lohne. Das Problem dabei ist nur, dass Doppel-Wolframat-Kristalle weltweit sehr schwer verfügbar sind. In Novosibirsk wurden die Doppel-Wolframate vor rund 35 Jah-

ren erstmals aus einer Lösung gezüchtet. Schon damals ging es um Anwendungen in der Lasertechnik, doch die Kristalle setzten sich nicht für kommerzielle Laser durch. Stattdessen befinden sich in den meisten Festkörperlasern von heute Elemente aus Yttrium-Aluminium-Granat, dotiert mit Neodymium. Im Fachjargon heißen diese Lichtquellen Neodym-YAG-Laser (oft auch geschrieben als Nd:YAG). Die 1064-Nanometer-Wellenlänge des Nd:YAG-Lasers ist so etwas wie Standard für die Charakterisierung optischer Materialien geworden. „Einfach weil die Lichtquellen sehr verlässlich mit dieser Wellenlänge strahlen“, wie Petrov sagt. Damit vergleicht man normalerweise alle anderen Festkörperlaser.

Höherer Wirkungsgrad

In den neunziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts hat man dann die Doppel-Wolframate wiederentdeckt. „Sie sind besser als die YAG-Elemente“, sagt Petrov, „sie haben eine niedrigere Pumpschwelle“. Das heißt, man muss weniger Energie hineinstecken, um Laserlicht zu erzeugen. Überdies ist der Wirkungsgrad höher. Ein Ziel der Forschungen sei es, Neodym-YAG durch Ytterbium und Doppel-Wolframate zu ersetzen. Ebenfalls interessant sind die nichtlinearen optischen Eigenschaften. So sind Doppel-Wolframate „Raman-aktiv“. Der Begriff geht auf den indischen Physiker Chandrasekhara Raman (1888 – 1970) zurück. Er erkannte, dass einfarbiges („monochromatisches“) Licht, das an Materie gestreut wird, unterschiedliche Spektrallinien aufweist. Neben der Linie des eingestrahnten Lichts sind auch schwächere Linien zu erkennen, die auf die bestrahlte Materie hinweisen. Laserlicht stimuliert diesen Effekt und verstärkt ihn. Strahlt nun ein Laser auf Doppel-Wolframate, so wird die Wellenlänge des Strahls verändert, und zwar in Richtung langwelliges Spektrum.

Doppel-Wolframate eignen sich auch zur optischen Kühlung. „Hitze ist ein limitierender Faktor in der Lasertechnologie“, sagt Petrov.

„Über Fluoreszenz kann Wärme abgeführt werden.“ Wenn ein Laserelement also fluoresziert – wie es Doppel-Wolframate tun –, kann dies seine Erhitzung bis zu einem gewissen Grad kompensieren. Petrov: „Wir experimentieren am MBI auch mit optischer Kühlung.“

Attraktive Bedingungen

Das MBI ist Konsortialführer des Projekts DT-CRYS. Zugleich ist das MBI federführend in einem der drei Arbeitsbereiche des Projekts, dem Bereich Anwendung. Die beiden anderen „Workpackages“ betreffen zum einen die Herstellung und Charakterisierung der Kristalle, zum anderen die Strukturierung der Materialien, etwa die Erzeugung hauchdünner Schichten durch spezielle Verfahren wie Epitaxie. Die Züchtung und Charakterisierung wird koordiniert von der Universität in Tarragona (Universität Rovira I Virgili; Spanien), die Strukturierung liegt in der Federführung der Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (Schweiz). Hinzu kommen sechs weitere Partner, drei davon kleine oder mittelständische Unternehmen.

Petrov: „Besonders attraktiv an dem Projekt ist die Flexibilität der eingesetzten Mittel.“ Anders als bei bisherigen EU-Förderungen sei es möglich, Gelder kurzfristig umzuschichten, wenn sich Sackgassen ergeben sollten oder besonders interessante neue Wege auftun. Über die Ziele sagt Petrov: „Auch wenn wir mit Firmen kooperieren, geht es bei DT-CRYS nicht in erster Linie um Produktentwicklung.“ Das Projekt sei vielmehr auf grundlegende Erkenntnisse ausgerichtet. Letzten Endes verspreche sich die EU davon aber doch einen Vorteil für europäische Unternehmen.

Josef Zens

Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie
Max-Born-Str. 2 A, 12489 Berlin
Ansprechpartner: Dr. Valentin Petrov
Tel.: (030) 63 92 – 1272
Mail: petrov@mbi-berlin.de
Web: www.dt-crys.net

Aus dem Laser kommt Strom...

... und das MBI gewinnt aus diesem Strom wertvolle Informationen



Der vietnamesische Forscher Tran Tien Quoc steht am Spektrometer, mit dem die Eigenschaften von Laserdioden gemessen werden.

„Wir versuchen, Wissen, das am MBI entwickelt wurde, in die Praxis zu übertragen.“ So umschreibt Dr. Jens Tomm die Aufgabe seiner Arbeitsgruppe am Max-Born-Institut. Eine Spezialität des MBI ist es, Analysemethoden zu entwickeln und zu verfeinern. Ein gutes Beispiel dafür ist das EU-Projekt BRIGHT (siehe Kasten rechts), an dem aus dem Forschungsverbund auch noch der Ferdinand-Braun-Institut beteiligt ist. Es geht um Halbleiterlaser. Diese sind kleiner und günstiger als Gas- oder Festkörperlaser, doch dafür haben sie schlechtere Strahleigenschaften. Das betrifft etwa die Brillanz des Laserlichts: Kann zuverlässig und exakt eine Wellenlänge abgestrahlt werden und ist der Strahl auch scharf fokussierbar? Das wollen die Hersteller der Dioden ebenso wie die Anwender wissen. Und sie wollen wissen, woran es liegt, wenn sich die Eigenschaften der Diode verschlechtern. Das MBI hilft ihnen dabei.

Defekte in optoelektronischen Bauelementen haben viele Ursachen. Manchmal liegt es an mechanischen Belastungen, Verspannungen etwa, die beim Löten der Bauelemente entstehen oder die durch den Betrieb selbst hervorgerufen werden. Andere Defekte haben nichts mit Verspannungen zu tun. „Wir können viele solcher Fehler entdecken und voneinander unterscheiden“, erläutert Tomm. Der Clou: Die Messungen finden bei Zimmertemperatur

statt und die Diode geht dabei nicht kaputt. „Andere Gruppen können all das auch“, sagt Tomm, „aber eben nicht unter Normalbedingungen“. Er rechnet seine Arbeitsgruppe zur Weltspitze auf diesem Gebiet. „Unsere Messungen sind zerstörungsfrei, wir strahlen nur ein bisschen Licht auf die Diode.“

Das Licht, es wird von einer Lampe erzeugt, regt das Bauelement an, Strom zu erzeugen, den so genannten Fotostrom. Es ist quasi die Umkehrung der Funktionsweise eines Halbleiterlasers: „Der strahlt ja Licht ab, wenn man Strom durchfließen lässt“, erklärt Tomm, „wir machen es andersherum und erhalten aus der Messung des Fotostroms zusätzliche Informationen über das Bauelement.“ Die praxisnahen Messbedingungen haben das MBI zum begehrten Kooperationspartner werden lassen, nicht nur im EU-Projekt, sondern auch für industrielle Anwender. Tomm: „Damit schlagen wir eine Brücke von der Grundlagenforschung zur Anwendung.“

Josef Zens

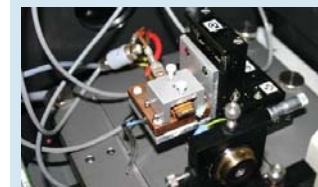
Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie
Max-Born-Straße 2A, 12489 Berlin
Ansprechpartner: Dr. Jens W. Tomm
Tel.: (030) 6392-1453
Mail: tomm@mbi-berlin.de
Web: www.mbi-berlin.de/de/research/projects/3-03/index.html

Vernetzt in der EU

Das Max-Born-Institut steht exemplarisch für die europäische Vernetzung im Forschungsverbund Berlin. So arbeiten MBI-Wissenschaftler in drei neuen Projekten im Rahmen des 6. EU-Rahmenprogramms mit zahlreichen Partnern aus der EU an maßgeblicher Stelle.

Laserlab Europe ist das mit der größten Gesamtfördersumme, es sind mehr als 14 Millionen Euro. Es handelt sich um ein europaweites Konsortium, das 17 der wichtigsten Laserforschungseinrichtungen aus neun europäischen Ländern umfasst. Das MBI mit seinem Direktor Wolfgang Sandner ist zum Koordinator dieser Initiative ernannt worden.

WWW.BRIGHT.EU zielt auf neue Fragestellungen auf dem Gebiet der Optoelektronik. Dabei werden 21 Partner aus Industrie, Universitäten und Instituten neuartige Halbleiterlaserlichtquellen mit einem verbesserten Strahlparameterprodukt schaffen. Firmen wie Thales und Osram werden für eine schnelle Umsetzung der Ergebnisse in der Praxis sorgen. Für das MBI koordiniert Dr. Jens Tomm die Arbeiten zur Erhöhung der Bauelementezuverlässigkeit im Projekt. Die Gesamtfördersumme beträgt 4 Millionen Euro.



Licht strahlt auf eine Laserdiode. Der entstehende Fotostrom verrät viel über das Bauelement.

Auch DT-CRYS, das dritte Projekt, ist hochinteressant. Darin geht es um die Untersuchung von Doppel-Wolframat-Kristallen. Das sind kristalline Verbindungen, die sich unter anderem für opto-elektronische Anwendungen eignen; speziell für den Aufbau effizienter Laser mit verschiedenen Wellenlängen. Neun Partner aus sechs europäischen Ländern wollen in dem EU-Projekt systematisch die Herstellung, die Eigenschaften und die Anwendungsmöglichkeiten der Doppel-Wolframat-Kristalle untersuchen. Koordinator ist Dr. Valentin Petrov. Die Fördersumme für DT-CRYS beträgt mehr als drei Millionen Euro. Die Bundesverwaltung hat die administrative Abwicklung aller drei Projekte übernommen.