

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

Winzige Scheinwerfer beleuchten Halbleiter für Licht

Photonische Kristalle sind Halbleiter für Licht. Der periodische Aufbau eines photonischen Kristalls bringt dieselben Eigenschaften hervor wie ein Halbleiter der Mikroelektronik: Je nach Energie befinden sich Photonen im Valenzband oder im Leitungsband des Kristalls. Entsprechend können photonische Kristalle Licht einfangen oder in Bahnen leiten. Die Weiterleitung erfolgt mit Lichtgeschwindigkeit im Größenmaßstab der Wellenlänge des Lichts. Dadurch lassen sich die Bahnen zur Übertragung von Information in photonischen Kristallen dichter packen als in elektrischen Halbleitern und die Information gelangt darüber hinaus wesentlich schneller ans Ziel. Zudem gibt es keinen Kurzschluss, wenn sich Lichtbahnen im Kristall kreuzen.

Zur informationstechnologischen Verwertung photonischer Kristalle müssen deren optische Eigenschaften im Nanometerbereich aufgeklärt werden. Dies gestaltete sich wegen dem komplexen dreidimensionalen Aufbau der Kristalle nur schwierig. Auf verblüffend einfache Art und Weise ist es nun Physikern der Technischen Universität Chemnitz gelungen, die Ausbreitungsrichtungen des Lichts in einem photonischen Kristall atomgenau sichtbar zu machen.

Licht breitet sich in photonischen Kristallen nur in eine bestimmte Richtung aus – oder gar nicht. Diese Eigenschaft eines photonischen Kristalls, die analog zum elektrischen Halbleiter in einem Bändermodell wiedergegeben wird, folgt aus dem periodischen Abstand der Kristallatome: Ist der Abstand halb so groß wie die Wellenlänge des Lichts, kann sich das Licht im photonischen Kristall nicht ausbreiten. Ansonsten durchdringt es ihn, ohne gestreut zu werden; die Photonen befinden sich dann im Leitungsband des Kristalls.

Der Abstand der Kristallatome hängt nicht nur zusammen mit der Symmetrie des photonischen Kristalls, sondern auch mit dem Einflugwinkel des Lichtstrahls. Bewegt das Licht sich beispielsweise frontal auf ein kubisches Kristallgitter zu, entspricht der Abstand der Atome der Kantenlänge der Kuben. Ändert sich der Einflugwinkel der Photonen um 45 Grad, verlängert sich der Abstand auf den der Diagonalen. Weiß man umgekehrt, wie sich das Licht einer bestimmten Wellenlänge in

Alle Rechte beim Urheber.

Abdruck nur gegen Belegexemplar, Honorar plus 7% MwSt.

einem Kristall ausbreitet, kann man daraus Rückschlüsse auf den atomaren Aufbau des Kristalls ziehen. Diesen Weg haben die Chemnitzter Physiker um Frank Chichos beschrritten.

Sie dotierten ihren photonischen Kristall mit Cadmiumselenid. Das metallähnliche Halbleitermaterial agiert als Photowiderstand: Je mehr Licht auf den Widerstand einfällt, umso kleiner wird sein Widerstand. Dank dieser Eigenschaft können die metallähnlichen Moleküle eingesetzt werden wie winzige Scheinwerfer, die Licht aussenden. Durch den Aufbau des Kristalls ist dann festgelegt, in welche Richtung sich das Licht der Cadmiumselenidscheinwerfer ausbreitet. Die Ausbreitungsrichtung hat Chichos in mikroskopischen Aufnahmen festgehalten. Aus den Mikroskopieabbildungen leitete er die optischen Eigenschaften des photonischen Kristalls ab an den Stellen, an denen sich die Cadmiumselenidmoleküle nach der Dotierung befanden.