

Pressemitteilung

Mit pfiffigen Tricks auf dem Weg zum perfekten Kristall

Berlin, 13. Oktober 2014

UV-B-Diodenlaser hätten wichtige Einsatzbereiche in der Medizin, in der Mikroelektronik oder Drucktechnik. Hätten, denn es gibt sie noch nicht. Wie solch ein Diodenlaser für kurzwellige Strahlung aufgebaut sein muss, wissen die Forscher bereits seit geraumer Zeit. Doch für die Massenproduktion fehlt noch der wichtigste Teil: die perfekte Kristallunterlage, auf der solche UV-Diodenlaser wachsen müssen. Wissenschaftler am Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik, präsentierten jetzt die ersten dafür notwendigen Aluminium-Gallium-Nitrid-Kristalle.

„Wir benötigen eine Basisschicht, die auf der einen Seite transparent ist für das Licht, das ich erzeugen will“, erläutert Prof. Markus Weyers die Anforderungen an solch einen Kristall. „Auf der anderen Seite müssen die Gitterparameter so sein, dass ich meine aktive Struktur so darauf wachsen kann, dass sie keine Kristallfehler bekommt“ Die Unterlage dürfe nur wenige Gitterbaufehler aufweisen. „Zu viele Versetzungen sind Killer für die Lumineszenz“, sagt Weyers.

Mit klassischen Kristallzüchtungsmethoden ist das nicht möglich. Deshalb nutzten die FBH-Wissenschaftler ein Verfahren, mit dem bereits die Entwicklung der blau strahlenden Diodenlaser für den Blue-ray-Player möglich wurde: die Hydrid-Gasphasenepitaxie (HVPE). Damit werden industriell Galliumnitrid-Kristalle hergestellt. Kostengünstige Siliziumwafer eignen sich zum Leidwesen der Kristallforscher nicht als Unterlage. Die Gitterkonstanten von Unterlage und Aufbau müssen nämlich harmonisieren, sonst gibt es Risse und Versetzungsfehler.

Für den sehr kurzwelligen UV-Bereich lassen sich Leucht- oder Laserdioden auf Aluminiumnitrid-Unterlagen züchten, die beispielsweise am Leibniz-Institut für Kristallzüchtung hergestellt werden. Hier passen die Atomabstände der Unterlage und der Bauelementstruktur ausreichend gut zusammen. Für den wichtigen mittleren UV-B-Bereich für Wellenlängen von 280 bis 315 Nanometern wird aber als Grundlage ein Mischkristall aus Gallium- und Aluminium-Nitrid benötigt.

Grundlage für UV-Laser und -LEDs: Kristallschichten aus Aluminium-Galliumnitrid

Da es eine solche Kristallunterlage nicht gibt, startet man bei der HVPE üblicherweise mit einem wenigstens halbwegs passenden Saphirkristall, auf dem dann die gewünschten Kristallschichten aus Aluminium-Gallium-Nitrid abgeschieden werden, die wiederum nach Ablösung und Politur die Grundlage für die Leucht- oder Laserdioden bilden sollen. Im HVPE-Reaktor reagieren bei mehreren Hundert Grad Celsius Gallium und Aluminium mit Chlorwasserstoff, dem Gas der Salzsäure, zu Gallium- und Aluminiumchlorid. Mit Hilfe von Ammoniak erfolgt die Umwandlung in Nitrid, es bildet sich auf der Unterlage eine Kristallschicht aus Aluminium-Gallium-Nitrid.

Dr. Eberhard Richter steht im Labor und öffnet vorsichtig die noch heiße HVPE-Anlage. Hinter dickem Dämmmaterial kommt der Quarzzyylinder zum Vorschein, in dem die Reaktion der Komponenten und die Abscheidung des Kristalls ablaufen. „Aluminium hat einige unerwartet bizarre Eigenschaften“, sagt Richter. „Sobald es bei 670 Grad Celsius schmilzt, wandert es sogar senkrechte Flächen empor und zerstört das Quarzglas des Reaktionsgefäßes.“ Durch eine raffinierte Anordnung hat der FBH-Wissenschaftler dieses Problem gelöst, das Aluminium reagiert inzwischen problemlos mit dem Chlor. Die ersten wertvollen AlGaIn-Kristallscheiben hat er bereits im Labor liegen, aber sie müssen für den industriellen Produktionsprozess noch sehr viel dicker werden. Um dieses Ziel zu erreichen, experimentiert Eberhard Richter derzeit mit mikrostrukturierten Saphirscheiben. „Dadurch starten wir mit dem Wachstum unseres Aluminium-Gallium-Nitrid-Kristalls auf

dünnen Stegen an der Saphiroberfläche“, erläutert er. Nach einiger Zeit des Wachstums vereinigen sich die Strukturen zu einer kompletten Kristallscheibe, die sich anschließend auch besser von der Saphirunterlage lösen lässt. „Durch diese Art des Wachstums ist es uns gelungen, die Versetzungsfehler und Spannungsrisse deutlich zu reduzieren“, berichtet er. Das Ziel seien Schichten, die so dick sind, dass man sie polieren kann. Bislang könne das weltweit noch keiner, aber das wird kommen, davon ist der FBH-Forscher überzeugt.

Die einfach zu handhabenden UV-B-LEDs oder -Laser wären vielfältig einsetzbar, ist Markus Weyers überzeugt. In der Medizin wären sie zur Behandlung der Schuppenflechte einsetzbar. „Eine weitere wichtige Anwendung ist die Aushärtung UV-reaktiver Druckfarben und -lacke“, sagt er. Die derzeit verwendeten UV-Lampen seien sehr groß und heiß, damit könnten viele Anwendungsmöglichkeiten derzeit nicht realisiert werden. Auch Eberhard Richter sieht ein großes Potenzial, etwa in der UV-Desinfektion: „Damit kann man Bakterien in OP-Räumen abtöten, beim Zahnarzt, in Schwimmbädern.“ Kunststoffe im Zahn oder in reparierten Rohrleitungen ließen sich damit aushärten. Auch die Stimulation des Pflanzenwachstums sei möglich, etwa, um den Geschmack und den Nährstoffgehalt von Pflanzen auf natürliche Weise zu verbessern oder um Impfstoffe zu gewinnen, deren Produktion derzeit noch Tierhaltung erfordert.

Die zugehörigen **Pressefotos** sowie weitere Pressebilder finden Sie hier zum Download: <http://www.fbh-berlin.de/presse/bilderservice>. Bitte beachten Sie das Copyright.

Kontakt

Petra Immerz, M.A.
Referentin Kommunikation & Public Relations

Tel. 030.6392-2626
Fax 030.6392-2602

Ferdinand-Braun-Institut
Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik
Gustav-Kirchhoff-Straße 4
12489 Berlin

E-Mail petra.immerz@fbh-berlin.de
Web www.fbh-berlin.de

Hintergrundinformationen - das FBH

Das Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) ist eines der weltweit führenden Institute für anwendungsorientierte und industriennahe Forschung in der Mikrowellentechnik und Optoelektronik. Es erforscht elektronische und optische Komponenten, Module und Systeme auf der Basis von Verbindungshalbleitern. Diese sind Schlüsselbausteine für Innovationen in den gesellschaftlichen Bedarfsfeldern Kommunikation, Energie, Gesundheit und Mobilität. Leistungsstarke und hochbrillante Diodenlaser, UV-Leuchtdioden und hybride Lasersysteme entwickelt das Institut vom sichtbaren bis zum ultravioletten Spektralbereich. Die Anwendungsfelder reichen von der Medizintechnik, Präzisionsmesstechnik und Sensorik bis hin zur optischen Satellitenkommunikation. In der Mikrowellentechnik realisiert das FBH hocheffiziente, multifunktionale Verstärker und Schaltungen, unter anderem für energieeffiziente Mobilfunksysteme und Komponenten zur Erhöhung der Kfz-Fahrsicherheit. Kompakte atmosphärische Mikrowellenplasmaquellen mit Niederspannungsversorgung entwickelt es für medizinische Anwendungen, etwa zur Behandlung von Hauterkrankungen. Die enge Zusammenarbeit des FBH mit Industriepartnern und Forschungseinrichtungen garantiert die schnelle Umsetzung der Ergebnisse in praktische Anwendungen. Das Institut beschäftigt 290 Mitarbeiter und hat einen Etat von 22 Millionen Euro. Es gehört zum Forschungsverbund Berlin e.V. und ist Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft. www.fbh-berlin.de