

Laserkristalle aus Idar-Oberstein

Idar-Oberstein ist die Stadt der Edelsteine. Hier werden Rohsteine aus aller Welt zu funkelnden Kleinoden geschliffen. Wertvoll sind diese Edelsteine aber nur dann, wenn sie natürlichen Ursprungs sind. Synthetisch hergestellte Steine haben in der Schmuckindustrie einen geringeren Wert.

Ganz anders in der Technik: Hier sind gerade die synthetischen Kristalle gefragt, denn sie lassen sich hochrein und reproduzierbar züchten und haben daher immer die gleichen Eigenschaften. Außerdem lassen sie sich gezielt mit chemischen Elementen dotieren, um die Eigenschaften den einzelnen Anwendungen anzupassen. So werden auch Laserkristalle hergestellt. Idar-Oberstein ist auch Sitz der Forschungsinstitut für mineralische und metallische Werkstoffe -Edelsteine/Edelmetalle- GmbH (FEE), dem einzigen Unternehmen in Europa, das Laserkristalle und nichtlineare Kristalle herstellt und bearbeitet.

Die FEE GmbH existiert seit über 20 Jahren und hat heute 43 Mitarbeiter. »Kommerziell sind für uns die YAG-Kristalle am wichtigsten. Neben den Nd:YAG-Kristallen, die man in vielen Festkörperlasern findet, sind es insbesondere Er:YAG- und Cr: Tm, Ho:YAG-Kristalle, die zur Herstellung von Laser für den Medizinbereich, beispielsweise für die Urologie, die Dermatologie und im Dentalbereich benötigt werden. Etwa 60 % unserer Kristalle gehen in diesen Bereich«, erklärt Dr. Lothar Ackermann, Geschäftsführer der FEE GmbH.

YAG-Kristalle sind heute immer noch die gängigsten Laserkristalle. Sie bestehen aus einer Yttrium-Aluminium-Oxid-Verbindung mit Granatstruktur. Gezüchtet werden diese Kristalle mit Hilfe des Czochralski-Verfahrens. Bei diesem Verfahren wird die Schmelze



▲ »Bunte« Kristalle des FEE. Die Kristalle haben Durchmesser zwischen 50 und 80 mm bei Längen zwischen 140 und 300 mm. Es handelt sich um folgende Kristalle (von links nach rechts): Er:YAG, Cr:YAG, TGG, Yb:YAG, TGG, Nd:YAG, YAG und Er:YAG (hinten)

der zu kristallisierenden Substanz in einem Iridium-Tiegel auf einer Temperatur knapp über dem Schmelzpunkt gehalten. Dann taucht man einen Keim in die Schmelze ein und zieht ihn langsam nach oben ohne dass der Kontakt zur Schmelze abreißt. So lassen sich qualitativ hochwertige Kristalle züchten.

»Auf diese Weise stellen wir im Jahr etwa 120 YAG-Kristalle mit unterschiedlichen Dotierungen und Durchmesser von bis zu 80 mm und einer Zylinderlänge von 150 mm her. Die Dauer einer solchen Synthese beträgt im Falle des Nd:YAG bis zu 5 Wochen«, erklärt Ackermann und fährt fort: »Mit einer modifizierten Form des Verfahrens können wir auch segmentierte Kristalle, zum Beispiel YAG/Nd:YAG-Kristalle herstellen. Diese Verfahren haben wir uns patentieren lassen«, Solche Kristalle eignen sich zur Herstellung von Lasern, die z. B. bei Prostata-Operationen eingesetzt werden. Ein weiterer Kristall bei dem das FEE in Europa einen Alleinstellungsanspruch erarbeitet hat, ist Terbium Gal-

lium Granat (TGG). Stäbe aus diesem Material werden zum Bau von optischen Isolatoren benötigt und werden bei Faserlasern zum Schutz der Fasern vor Rückkopplung eingesetzt.

Nichtlineare Kristalle, wie BiBO (Wismut-Bor-Oxid) oder das für Ultrakurzpuls-Laser schon heute eingesetzt KYW (Kalium-Yttrium-Wolframat) werden mithilfe des Flussmittelverfahrens hergestellt. Hier wird statt aus der Schmelze der Kristall aus einer Lösung gezogen. Im FEE verwendet man die sogenannte »top seeded«-Lösungszüchtung, die unter unterschiedlichen Atmosphären bei Temperaturen von bis zu 1600 °C durchgeführt werden kann. Die nichtlinearen Kristalle dienen unter anderem zur Frequenzkonversion zum Erzeugen von roten, grünen, blauen und ultravioletten Laserstrahlen.

Die Bearbeitung dieser Kristalle, das Schleifen, Polieren und das Gravieren entspricht in etwa der von Edelsteinen. »Nur müssen unsere Schleifer wesentlich engere Toleranzen einhalten und das zum Teil bei relativ wei-



▲ Anlage zur Züchtung von Kristallen nach dem Czochralski-Verfahren.

chen Materialien, wie Barium-Titanat. Es hat eine Mohshärte von nur 4-5«, erzählt Ackermann. »Daher bilden wir Schleifer mit der speziellen technischen Ausrichtung selbst aus.« Außerdem hat FEE einen hohen F&E-Anteil, der sich auch in der Personalstruktur widerspiegelt – das Unternehmen beschäftigt sieben Wissenschaftler und Ingenieure, davon zwei Mineralogen. Das FEE ist an drei BMBF-Forschungsverbänden und einem EU-Projekt beteiligt. In dem BMBF geförderten Projekt Ultralife, das letzten September gestartet ist, entwickelt das FEE die Kristallzüchtung eines neuen NLO-Kristalls, dem YAB, einem Yttrium-Aluminium-Borat für die Frequenzverdopplung im UV-Bereich. In dem BMBF-Projektverbund FOKUS züchtet das FEE neue Kristalle für die Entwicklung von Ultrakurzpulslasern hoher Leistungen.

Ein vielversprechender Kandidat ist das Ytterbium dotierte Lutetiumoxid, dessen Schmelzpunkt bei ca. 2500 °C



▲ Poliereinrichtung zum doppelseitigen Polieren von Kristallscheibchen für Laseranwendungen.

liegt. Diese Züchtungstemperaturen kann man mit herkömmlichen Züchtungsmethoden nicht mehr realisieren. »An der Uni Hamburg wurde dieses Material erstmals mit einem speziellen Verfahren synthetisiert. Nun muss ein Standardverfahren entwickelt werden, das bei diesen Temperaturen eine reproduzierbare Kristallqualität ermöglicht. Inzwischen haben wir erste Prototypen gezüchtet«, so Ackermann.

Ein weiteres für diese Anwendung in Frage kommendes Material ist Yb dotiertes CaAlGO (Kalzium-Alumini-

um-Gadolinium-Oxid). Auch dieses Material ist noch in der Entwicklung.

■ INFO

Kontakt:
Dr. habil. Lothar Ackermann
Forschungsinstitut für mineralische und metallische Werkstoffe -Edelsteine/Edelmetalle- GmbH (FEE)
Struthstr. 2
55743 Idar-Oberstein
Tel.: 06781 21191
Fax: 06781 70353
E-Mail: info@fee-io.de
www.fee-io.de

ANZEIGE