

Herstellung und Eigenschaften von Aluminiumnitrid-Volumenkristallen

Prof. Dr.-Ing. Matthias Bickermann
Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ) Berlin
und Institut für Chemie der TU Berlin

Aluminiumnitrid (AlN) gilt als vielversprechendes Substratmaterial für die Epitaxie von AlN- oder AlGaN-Schichten mit hohem Aluminiumanteil, wie sie für die Optoelektronik und Sensorik im tiefen UV-Wellenlängenbereich (< 300 nm) oder für Hochfrequenzbauelemente benötigt werden. Deshalb wird seit etwa 10 Jahren die Technologie zur Herstellung von AlN-Einkristallen an verschiedenen Universitäten, in Forschungsinstituten und in Spin-off-Firmen entwickelt. Trotzdem gibt es AlN-Substrate aktuell nur in geringen Stückzahlen mit geringer Größe (meist 10×10 mm², maximal 1 Zoll Durchmesser) und schwankender Qualität zu kaufen. Die Ursache liegt in den schwierig zu kontrollierenden thermodynamischen und chemischen Gegebenheiten bei der Kristallzüchtung. Inhomogenitäten in den optischen und elektrischen Eigenschaften sowie Variationen in der strukturellen Qualität machen jedes Substrat bislang zum "Unikat". Im Vortrag wird der aktuelle Stand der AlN-Volumenkristallzüchtung vorgestellt. Im Hauptteil werden die strukturellen, optischen und elektrischen Eigenschaften der Kristalle ausführlich besprochen. Schließlich werden Ansätze für die weitere technologische Entwicklung sowie weitere Anwendungspotentiale für AlN-Substrate aufgezeigt.

Das Züchtungsverfahren für AlN-Kristalle ist die Sublimation von AlN-Ausgangsmaterial bei Temperaturen von deutlich über 2000°C mit anschließender Re-Kondensation der gasförmigen Spezies an einer kälteren Stelle im Tiegel, bevorzugt auf einem Keimkristall. Nur wenige Tiegelmaterialien halten den dabei entstehenden gasförmigen Al-Spezies stand. Durch die hohe Züchtungstemperatur ist außerdem eine Verunreinigung des Kristalls mit Sauerstoff, Kohlenstoff und Silizium unvermeidlich. Diese Verunreinigungen und ihr unterschiedlicher Einbau in verschiedenen Kristallbereichen aufgrund der Kristallfacettierung bestimmen maßgeblich die Kristalleigenschaften.