

Strukturelle Eigenschaften von sublimationsgezüchteten AlN-Kristallen

M. Bickermann, B. Epelbaum, A. Winnacker

Institut für Werkstoffwissenschaften 6, Universität Erlangen-Nürnberg, Martensstr. 7, D-91058 Erlangen

Kristalle der sog. Gruppe-III-Nitride – v.a. Aluminiumnitrid (AlN) und Galliumnitrid (GaN) – gelten als optimale Substrate für die GaN-basierte Optoelektronik und Hochfrequenztechnik. Ihre Herstellung in industriell relevanten Durchmessern und Mengen ist jedoch bis heute nicht möglich. Die Züchtung von AlN-Kristallen aus der Gasphase scheint hier ein erfolversprechender Ansatz zu sein. Bei diesem Verfahren verdampft AlN-Pulver bei etwa 2300°C und sublimiert an einer kälteren Stelle auf einem Wolframblech. Es ist uns gelungen, dichtes Volumenmaterial herzustellen, das einkristalline AlN-Körner mit bis zu 10 mm² nutzbarer Fläche enthält. Im Rahmen dieses Beitrags stellen wir unsere Züchtungsergebnisse vor.

Neben der Größe spielen die strukturellen Eigenschaften der AlN-Kristalle eine entscheidende Rolle. Das hergestellte Volumenmaterial ist phasenrein und enthält nur geringe Verunreinigungskonzentrationen; so liegt der Sauerstoffgehalt unter 100 ppm. Mittels Röntgendiffraktometrie und Laue-Röntgenkamera wurde festgestellt, dass die AlN-Kristalle stark texturiert sind, wobei die Vorzugsrichtung in etwa der c-Achse entspricht. Auch in der Polarität wurde mittels Ätzversuchen eine starke Bevorzugung gefunden: Die Wachstumsoberfläche der meisten Körner ist Al-polar.

Die kristalline Qualität der Körner ist hoch, was sich in der geringen Halbwertsbreite von Diffraktometer- und Ramanbanden sowie in einem ausgeprägten Reststrahlenband in FT-IR-Untersuchungen widerspiegelt. Dennoch ist die Morphologie der Körner und ihre makroskopische Defektdichte unterschiedlich. Untersuchungen am Rasterelektronenmikroskop zeigen, dass einige Körner eine große Anzahl an Hohlräumen und Mikrorissen zeigen, während andere Körner überhaupt keine Hohlräume aufweisen. Zusätzlich wurde mittels EDX ein unterschiedlich hoher Aluminiumanteil vorgefunden, der wahrscheinlich auf die Bildung von Aluminiumausscheidungen zurückzuführen ist. Wir zeigen, dass Bildung dieser Defekte entscheidend von den Züchtungsparametern abhängt und beschreiben, wie sich die Ergebnisse für eine weitere Optimierung der Kristallqualität von AlN nutzen lassen.