

Sputterepitaxie von AlN und GaN

Florian Hörich¹, Ralf Borgmann¹, Jürgen Bläsing¹, Stefan Seeger², Gordon Schmidt¹, Peter Veit¹, Frank Bertram¹, Jürgen Christen¹, André Strittmatter¹ und Armin Dadgar¹

¹ *Otto-von-Guericke Universität Magdeburg*

² *Optotransmitter-Umweltschutz-Technologie e.V., Berlin*

florian.hoerich@ovgu.de

Sputterverfahren werden zumeist zur Abscheidung von Schichten zur Oberflächenoptimierung verwendet. Wir wollen das Sputtern als Methode zur Herstellung hochwertiger kristalliner Schichten für optoelektronische und elektronische Bauelemente vorstellen. Dafür wurden zunächst das Wachstum von Aluminiumnitrid und Galliumnitrid betrachtet. Die notwendigen Prozessschritte werden dabei hinsichtlich des epitaktischen Wachstums dieser Schichten auf verschiedenen Substraten analysiert.

Der Einsatz von Ammoniak anstelle von Stickstoff als Reaktivgas wird einerseits hinsichtlich der resultierenden Kristallqualität und der Oberflächenmorphologie der Schichten als auch bezüglich der Auswirkungen auf die Sputtertargets untersucht. Beim Wachstum von AlN können zwei verschiedene Wachstumsmodi beobachtet werden. Mit Stickstoff entstehen kolumnare Strukturen in den Schichten, wobei das Wachstum mit Ammoniak zu einer Erhöhung der lateralen Wachstumsrate führt und dadurch die Oberflächenrauigkeit auf 0.3 nm rms ($1 \times 1 \mu\text{m}^2$) verbessert werden kann. Zudem kann mit Ammoniak eine wesentlich höhere Wachstumsrate bei gleicher Leistung erzielt werden. Der Unterschied in der Verwendung der Reaktivgase wird auch während des Wachstums mittels Plasmaspektroskopie untersucht.

Auch beim Wachstum von Galliumnitrid zeigen sich Vorteile der Verwendung von Ammoniak gegenüber Stickstoff. Es lässt sich bisher nicht vermeiden, dass das Galliumtarget während des Sputterprozesses oberflächlich flüssig wird. Unter dem Einfluss des Reaktivgases bildet sich jedoch auf dem Target eine Galliumnitridschicht. Dies verursacht eine Gasblasenbildung im flüssigen Gallium und durch Aufplatzen der Blasen verteilt sich Gallium in der Kammer und auch auf dem Substrat. Dieser negative Effekt kann durch die Verwendung von Ammoniak vollständig unterdrückt werden.

Mittels Plasmaspektroskopie wird anhand des Galliumnitridwachstums untersucht, welchen Einfluss verschiedene Prozessparameter auf das Gallium-Ammoniak-Verhältnis bei konstanten Gasflüssen haben. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Leistung keine Veränderung bewirkt. Anders ist es zum Beispiel bei der Art des Plasmas. Beim DC-Sputtern ist das Verhältnis Gallium-Ammoniak am größten. Wenn gepulst gesputtert wird, reduziert sich bei konstanter Pulsdauer und kleinerer Pulsfrequenz auch das Gallium-Ammoniak-Verhältnis. Der Einfluss auf das Wachstum von Galliumnitrid wird anhand dieser Ergebnisse diskutiert.

Die eingesetzten Ausgangsmetalle werden in sehr hoher Reinheit verwendet, um Verunreinigungen in den erzielten Schichten zu minimieren. Dies wird auch durch erste Sekundärionenmassenspektrometriemessungen verdeutlicht. Auch Durchbruchspannungsmessungen deuten auf eine sehr hohe Reinheit hin, wobei bereits vertikale Durchbruchfeldstärken von $> 1 \text{ MV/cm}$ erreicht werden konnten.