

MBE 法により作製した ScN 薄膜の電気特性

Electric Properties of MBE-grown ScN Films

物材機構 ○大垣 武, 渡邊 賢, 坂口 勲, 大橋 直樹, 羽田 肇

NIMS ○Takeshi Ohgaki, Ken Watanabe, Isao Sakaguchi, Naoki Ohashi, Hajime Haneda

E-mail: OGAKI.Takeshi@nims.go.jp

はじめに: GaN に代表される IIIb 族窒化物の光・電子デバイス研究の進展に伴い、窒化スカンジウム(ScN)の半導体分野への応用が検討されている。ScN は、格子定数 0.45nm の岩塩型結晶構造を持つ IIIa 族窒化物であり、バンドギャップ約 2eV の n 型半導体であると報告されている。そのため、0.24%の小さな格子不整合を利用した 111 配向 ScN と c 軸配向ウルツ鉱型 GaN とのヘテロ構造や、IIIb 族窒化物と ScN の固溶によるバンドギャップ制御などが検討されている。しかしながら、GaN 系半導体との融合が検討されているにもかかわらず、ScN は良質結晶の合成報告が少ないこともあり、その物性には不明な点が多く残されている。そこで、本研究では、MBE 法により ScN 薄膜を成長させ、その構造、電気特性について調査した。

実験: 基板には ScN と同じ岩塩型の結晶構造を持つ MgO 単結晶の 100 面を用いた。本研究では、通常の IIIb 族窒化物半導体成長の際に用いられる基板窒化、低温緩衝層プロセスは適用せずに、MgO 基板上に直接 ScN を 300°C-850°C で成長させた。Sc は高温型の K-cell から供給し、N は N₂ ガスをラジカルガンにより活性化して供給した。N ラジカルは、ラジカルガンのアパーチャーサイズを変更することで、2 種類のラジカル状態を用いた。作製した薄膜は、RHEED 観察、XRD 測定、AFM 観察、Hall 効果測定により評価した。

結果: RHEED 観察、XRD 測定の結果、ScN 薄膜は、MgO 基板と同じ結晶方位を保ったまま、エピタキシャル成長していることが確認された。Hall 効果測定の結果、室温におけるキャリア濃度、移動度は、それぞれ 10^{19} - 10^{21} cm⁻³、50-130cm²V⁻¹s⁻¹ であり、ドナーを添加していないにもかかわらず、ScN が高キャリア濃度、高移動度を有している n 型半導体であることが明らかになった。ScN 薄膜のキャリア濃度、移動度は、成長温度に大きく依存し、成長温度が高くなるに従い増加する傾向が見られた。また、キャリア濃度、移動度は、供給する窒素ラジカル状態により値が大きく変化した。図に本研究で作製した ScN 薄膜の移動度とキャリア濃度の関係を示す。キャリア濃度が 10^{20} cm⁻³ 以上の試料では、キャリア濃度の増加に伴う移動度の低下が確認され、これはイオン化した不純物散乱に起因しているものと考えられた。

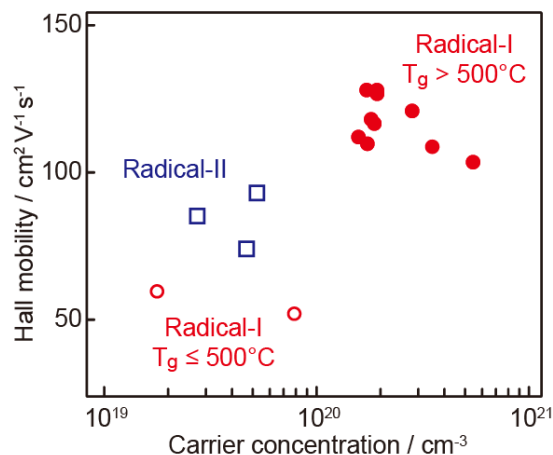


Figure Relationship between carrier concentration and Hall mobility of the ScN films.