

MOVPE 法による窒素極性(000-1)面 InN/GaN ダブルヘテロ構造の作製

N-face (000-1) InN/GaN double heterostructures grown by MOVPE

○赤坂 哲也¹, C. H. Lin¹, 山本 秀樹¹, 熊倉 一英¹ (1. NTT 物性基礎研)

○T. Akasaka¹, C. H. Lin¹, H. Yamamoto¹, and K. Kumakura¹ (1. NTT Basic Research Labs.)

E-mail: akasaka.tetsuya@lab.ntt.co.jp

【はじめに】InN の窒素の平衡蒸気圧は GaN 等と比較して極めて高いために、InN の結晶成長温度は 600℃未満に抑える必要がある。ところが、Metalorganic vapor phase epitaxy (MOVPE)法による InN 成長では、V 族原料である NH₃ の 600℃未満での分解効率が極めて低く、高品質な結晶を得ることが難しい。ここで、窒素極性(000-1)面は窒素のバックボンドが多いため、In 極性(0001)と比較して窒素が脱離しにくい。すなわち、窒素極性(000-1)面では、InN の成長温度をより高くして結晶性や表面平坦性の向上が期待できるので最近注目を集めている[1]。本研究では、窒素極性(000-1)面、および、Ga 極性(0001)面 GaN バルク基板上における MOVPE 法による InN 薄膜成長初期過程を比較検討した。さらに、窒素極性(000-1)面 InN/GaN double hetero (DH) 構造を作製し、InN のバンド端近傍の photoluminescence (PL)発光を観測したことも報告する。

【実験】(000-1)および(0001)面 GaN バルク基板を用いて InN 薄膜の MOVPE 成長を 300 Torr の反応圧で行った。原料ガスとして、Trimethylindium、Trimethylgallium、Triethylgallium、および、NH₃ を用いた。まず、水素キャリアガスを用いて約 1020℃で GaN buffer 層を 360 nm 成長した後、窒素キャリアガスを用いて 530~660℃で約 2.2~160 monolayers (MLs)の厚さの InN を成長した。DH 構造の場合は、さらに InN と同じ温度で GaN cap 層を 24 nm 成長した。InN の低温 PL 特性は、He-Cd laser (325nm)を励起源として、測定温度 83 K で評価した。

【結果と考察】まず、InN を約 2.2 MLs 成長したところ、530℃では、(0001)面上には 3 次元ドット状の InN が見られたが、(000-1)面上では比較的平坦な InN が形成された。一方、660℃では、(0001)面上では InN の成長は見られないが、(000-1)面上では InN の 2 次元核が観察され、(000-1)面ではより高温での InN 成長が可能であることを確認した。さらに、660℃で(000-1)面上に InN を 160 MLs (48 nm)成長した表面の AFM 像を図 1 に示す。サブミクロンオーダーの大きさのピットが存在するものの、2ML の高さのステップも表面に見られている。試料断面の SEM 観察から、この InN 層は鬆(す)が入った状態であり、InN の濡れ性が悪いか、一部の InN が分解している[1]ことが示唆される。この 48 nm 厚の InN 層にさらに 24nm の GaN cap 層を成長した InN/GaN DH 構造の X 線回折 2θ-ω scan chart を図 2 に示す。31.3° 付近の InN(0002)ピークが明瞭に見られるが、33° 付近の In(101)ピークも観察されており、窒素の脱離に伴う In ドロップレットの形成が示唆される。この InN/GaN DH 構造からは、InN のバンド端付近(0.72 eV)の PL 発光が観察された (図 3)。このように、窒素極性 GaN(000-1)バルク基板上に 660℃という比較的高い成長温度で InN/GaN DH 構造を作製することにより、InN バンド端付近の PL 発光を得ることができた。

[1] A. Yamamoto et al. J. Cryst. Growth **311** (2009) 4636.

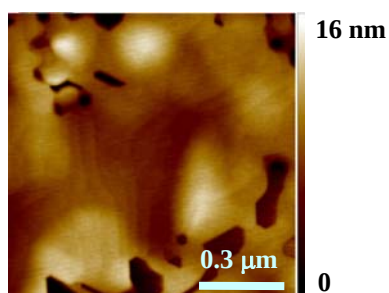


Fig. 1: AFM image of 48-nm-thick InN (000-1) film grown at 660 °C.

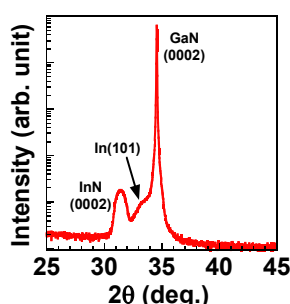


Fig. 2: XRD 2θ-ω scan chart of InN/GaN DH-structure.

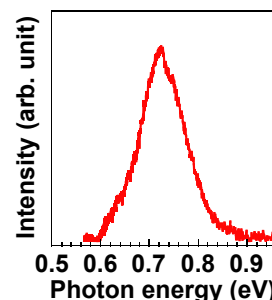


Fig. 3: PL spectrum of InN/GaN DH-structure measured at 83 K.