

高品質 AlN 上 RF-MBE 成長 InN の極微構造評価 (II)

Microstructural characterization of RF-MBE grown InN on high-quality AlN template (II)

立命館大理工¹, 三重大院工², 三重大院地域イノベ³○橋 秀紀¹, 高林佑介¹, 中村亮介¹, 毛利真一郎¹, 名西徳之¹, 荒木努¹正直 花奈子², 三宅 秀人^{2,3}Ritsumeikan Univ.¹, Grad. School of Eng.², Grad. School of RIS³, Mie Univ.○Hidenori Tachibana¹, Yusuke Takabayashi¹, Ryosuke Nakamura¹, Shinichiro Mori¹,Yasushi Nanishi¹, Tsutomu Araki¹, Kanako Shojiki², Hideto Miyake^{2,3}

E-mail: re0113hk@ed.ritsumei.ac.jp

InN は窒化物半導体の中で最も小さいバンドギャップ、大きな移動度を有することから、長波長光デバイスや高周波電子デバイスへの応用が期待されている材料である。しかし、InN には利用可能な厚膜自立基板やバルク基板が存在しないため、大きな格子不整合を有するサファイアや GaN テンプレート上への成長が必要となり、InN 結晶内に高密度の貫通転位が存在する。転位は InN 中の高い残留キャリア濃度の起源の一つと考えられ、移動度やデバイス性能の低下を招く原因とされているため、InN のデバイス化を実現するには、貫通転位密度の低減が必要不可欠である。本研究では、スパッタ+高温アニール処理によって作製された高品質 AlN テンプレート^[1]の優れた結晶性および表面ステップ構造を活用して InN の高品質化を図ることを目的として、AlN テンプレート上への InN 結晶成長に取り組んでいる。今回の発表では、前回の転位の評価に加え、InN/AlN 界面の極微構造評価を行った結果について報告する。

RF-MBE 法により高品質 AlN テンプレート上に InN をエピタキシャル成長させた。高品質 AlN テンプレートは、サファイア上にスパッタ法で成長させたスパッタ AlN 膜に Face to Face 法アニール処理を施して作製されたものを用いた。RF-MBE 法を用いて、AlN テンプレート上に DERI 法を用いて 435°C で 2 時間、InN を直接成長した試料を評価した。サンプルは FIB により薄膜化を行い、JEM-2100Plus (加速電圧 200kV) により、InN/AlN 界面付近の高分解能 (HR) TEM 観察を行った。

図 1(a)に InN/AlN 界面領域の HRTEM 像を示す。界面付近 5~10 nm の領域において、InN の格子面に乱れが観察されており、成長初期過程において、数 nm サイズの三次元島状成長が起こり、結晶方位のわずかにずれたグレインが合体しながら薄膜を形成した様子が見てとれる。図 1(b)には同領域で m 面方向の格子周期に対してフーリエ変換した図を示す。InN と AlN の格子定数差は約 14% であるため、約 7 周期毎のミスフィット転位導入による格子不整合緩和が予測されるが、InN/AlN 界面において、6~11 周期の不規則な間隔でミスフィット転位が確認できた。これは InN/AlN 界面において、成長初期過程の三次元島状成長による格子歪緩和がミスフィット転位導入と複合的に働いたためと考えられる。

謝辞 本研究の一部は、科研費#16H06415、#18H04294 の助成を受けて行われた。

[1] T. Yamaguchi and Y. Nanishi, Appl. Phys. Exp. 2, 051001 (2009).

[2] H. Miyake, C-H. Lin, K. Tokoro, K. Hiramatsu, J. Crystal Growth 465, 155 (2016).

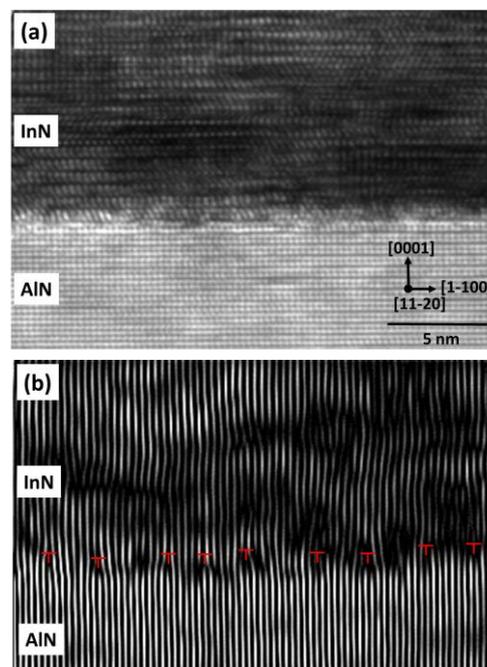


Figure 1 (a) HRTEM image and (b) FFT image of InN/AlN interface.