

透過型電子顕微鏡を用いた DERI 法成長 InN の極微構造評価

Microstructural characterization of InN grown by DERI method using TEM

立命館大理工, [○](M1) 中村 亮佑, (M2) 後藤 直樹, 毛利 真一郎, 荒木 努

Ritsumeikan Univ., [○]Ryosuke Nakamura, Naoki Goto, Shinichiro Mori, Tsutomu Araki

E-mail: re0110hf@ed.ritsumeai.ac.jp

MBE 法を用いた InN の結晶成長では V/III 比の制御が重要となる[1]。N リッチ条件下では 3 次元成長で荒れた表面になり、In リッチ条件下では平坦な表面を得ることができるが In ドロップレットが発生する。この問題を解決するため我々は DERI 法[2]による InN 成長を行ってきている。DERI 法では、表面に In ドロップレットが形成されるメタルリッチ条件で成長した後、窒素ラジカルのみを照射して In ドロップレットを InN 薄膜に変換して除去している。本研究では、DERI 法を用いて成長した InN の透過型電子顕微鏡 (TEM) 観察を行い、In ドロップレットとそれに起因すると思われる構造的特徴について検討を行った。

RF-MBE 法を用いて、MOCVD 成長 GaN テンプレート基板上に InN を DERI 法により成長した。評価サンプルは、In ドロップレット除去前で止めた成長時間 2 分間(膜厚約 10 nm)のものと通常の DERI 法で 80 分間 (膜厚約 300 nm) 成長させたものの 2 種類である。Fig. 1 に InN 表面に見られた In ドロップレットとそれに起因する 3 次元成長の顕著な異常成長領域の表面 SEM 像を示す。In ドロップレット下と異常成長領域および各サンプルの平坦な InN が成長している領域とで構造的な変化を比較するために、FIB を用いてそれぞれの領域での断面 TEM 観察試料を作製した。TEM 観察は、JEOL 製 JEM-2100Plus (加速電圧 200 kV) を用いて、明視野観察および二波回折による転位の判別を行った。電子線入射方位は $[11\bar{2}0]$ である。Fig. 2 に TEM 観察結果を示す。In ドロップレット下と異常成長領域の GaN テンプレート中にらせん転位の存在を確認したが、異常成長領域外の平坦な InN が成長した部分には確認されなかった。らせん転位は GaN 中において刃状転位や混合転位よりも転位密度が低いことから、GaN テンプレート中のらせん転位の存在が起点となって In ドロップレットが集まり、InN の異常成長領域が形成されたのではないかと推測される。また、Fig. 3 に示すように異常成長領域の外縁部においてはファセット面に囲まれた島状の InN が成長しており、In ドロップレットの存在が成長初期から InN 成長に影響し成長形態に違いを生み出していると思われる。

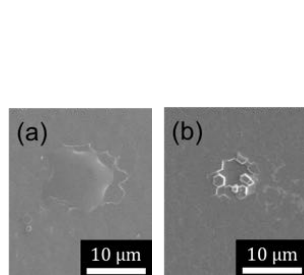


Fig. 1 Surface SEM images of InN
(a) In droplet
(b) abnormal growth region

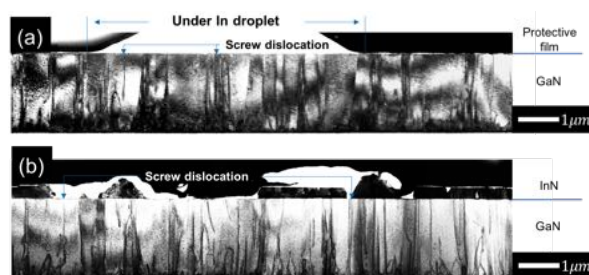


Fig. 2 Cross-sectional TEM images of each region
(a) In droplet (b) abnormal growth region

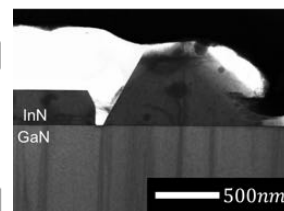


Fig. 3 Cross-sectional STEM image of InN

謝辞 本研究の一部は、科研費 #16H06415 の助成を受けて行われた。

参考文献

- 1) Y. Nanishi, Y. Saito and T. Yamaguchi, Jpn. J. Appl. Phys. 42, 2549 (2003)
- 2) T. Yamaguchi and Y. Nanishi, Appl. Phys. Express 2, 051001 (2009)