

HVPE法によるGaNの極性反転とサファイア基板上への直接成長

Polarity inversion of GaN and its direct growth on sapphire substrate by hydride vapor phase epitaxy

美作龍星¹, 谷川俊介¹, 倉井聡¹, 岡田成仁¹, 山田陽一¹, 只友一行¹

山口大学院創成科学研究科¹

Grad. School of Sci.&Tec. for Innov., Yamaguchi Univ.¹

R. Misaku¹, S. Tanigawa¹, S. Kurai¹, N. Okada^{1,*}, Y. Yamada¹, and K. Tadatomo¹

*E-mail: nokada@yamaguchi-u.ac.jp

GaN 系半導体は熱伝導、絶縁破壊電界などの点において優れた特性を有しており発光デバイスや高周波パワーデバイスなどに広く応用されている。高性能な GaN 系半導体デバイスの作製には高品質かつ低コストな GaN 基板の作製が必要不可欠である。ハイドライド気相成長 (HVPE) 法を用いた GaN 成長では、種基板として GaN テンプレートを使用することが一般的である。そこで、HVPE 法を用いてサファイア基板上に直接 GaN を成長することができれば GaN 基板の低コスト化が見込める。しかし、HVPE 法のみでのサファイア基板上への直接成長は HVPE 法での低温バッファ層の成長条件ウィンドウが極めて小さく、良質な GaN 膜を安定に作製することが難しいことがよく知られている。本研究では、極性反転を用いることにより HVPE 法のみで GaN のサファイア基板上への直接成長に成功したので報告する。

HVPE 法を用いて c 面サファイア基板上に高品質な N 極性 GaN の成長を試みた。サファイア基板を NH₃ ガスによって窒化処理した後に N 極性 GaN を成長させた。本研究では、キャリアガス、成長温度を主な成長パラメーターとして成長条件の最適化を行った。初期成長を解析した結果、N₂ キャリアガスかつ 1100 °C の高温成長において基板全面において N 極性の GaN を得ることに成功した。その後、長時間の成長を連続的に行うことにより鏡面の GaN 膜が得られた。Fig. 1 に示す N₂ キャリアガスかつ高温成長した GaN の表面 SEM 像から分かる通り、非常に平坦な表面状態を得ることができた。成長後の GaN の極性を KOH 水溶液を用いた極性判別により調査すると、Ga 極性の GaN が成長していることが分かった。極性反転の解析のため断面 CL の観察を行った (Fig. 2)。図中の強く発光している箇所が N 極性で、発光が弱い箇所が Ga 極性に相当しており、成長途中で徐々に極性反転が起きていることが示唆された。以上のことから、N₂ キャリアガスかつ高温の成長条件でサファイアは十分に窒化され成長初期では N 極性の GaN が成長し、極性反転をすることで Ga 極性 GaN が成長していることが分かった。さらに、GaN テンプレート上への成長と比較して、サファイア上への直接成長は転位密度が低いことも分かり、高品質・低コストな GaN 基板の可能性を見出すことができた。

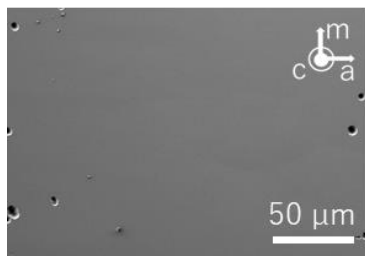


Fig. 1 Surface SEM image of GaN grown with N₂ carrier gas at high temperature.

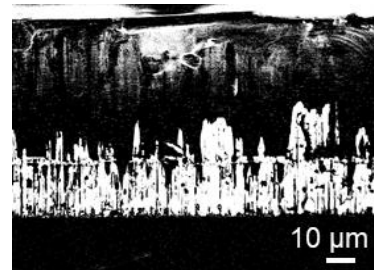


Fig. 2 Cross-sectional CL image of GaN grown with N₂ carrier gas at high temperature.

[謝辞] 本研究の一部は知の拠点愛知重点研究プロジェクト III の支援を受けて実施したものである。