1300°C高温環境下での多結晶抑制によるOVPE-GaN結晶の高速成長 High-rate growth of the OVPE-GaN crystal by the suppression of polycrystal formation

at a high temperature, 1300°C

阪大院工¹,阪大レーザー研²,伊藤忠プラスチックス(株)³,(株)創晶應心⁴ [○]清水歩¹,宇佐美茂佳¹,神山将大¹,今西正幸¹,丸山美帆子¹,吉村政志²,秦雅彦³,伊勢村雅士⁴,森勇介¹

Grad. Sch. of Eng., Osaka Univ.¹, ILE, Osaka Univ.², Itochu Plastics Inc.³, Sosho-Ohshin Inc.⁴,

^O Ayumu Shimizu¹, Shigeyoshi Usami¹, Masahiro Kamiyama¹, Masayuki Imanishi¹, Mihoko Maruyama¹, Masashi Yoshimura², Masahiko Hata³, Masashi Isemura⁴, and Yusuke Mori¹

E-mail: shimizu@cryst.eei.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】低コスト GaN ウエハの作製のためには、大型かつ高品質のバルク結晶成長技術の開発が重要 である。我々が行っている Ga2O を用いた GaN 気相成長 (Oxide Vapor Phase Epitaxy : OVPE) 法は HCl フリー のため原理的に長時間の育成が期待でき、この手法によって作製される GaN 結晶は市販の GaN ウエハと比 較して極めて低抵抗な特徴を持つ[1]。低コスト化のためには更なる高速成長条件での厚膜化が必要である が、現状では 100 µm/h 以上の高速成長条件において基板上に発生する多結晶により厚膜化が阻害される という問題がある。これまでの報告では、従来よりも高温である 1250℃ の成長温度において、128 µm/h の成長速度で多結晶抑制を達成した[2]。成長温度の向上により、気相中の核発生頻度が低下するため多 結晶生成の抑制が期待できる。成長前の表面状態を改善することで 1250℃ を超える温度での成長が可能 となったため、本研究ではさらなる高速成長と多結晶抑制の両立に向け 1300℃ での成長に着眼した。 各成長温度で成長速度を増加させた場合の多結晶密度の増加度合いについて検証し、OVPE-GaN 結晶の 高速成長に適した成長温度を調査したので報告する。

【実験と結果】種基板として HVPE 製 GaN 基板 (c 面, GaN 002 面 X 線ロッキングカーブ (XRC) 半値幅 60~80 arcsec)を用いた。成長温度を 1200-1300℃とし、成長速度 100 µm/h 以上の条件にて GaN 結晶の育 成を行った。成長膜厚、表面モルフォロジーおよび多結晶密度を走査型電子顕微鏡 (SEM) 像により評価し た。Fig.1 に 各成長温度における Ga₂O ガス供給量に対する多結晶密度の関係を示す。成長温度が 1200℃ および 1250℃ の条件では、Ga₂O ガス供給量の増加に伴い多結晶密度が指数関数的に増加した。一方で 1300℃ 条件では、約 11 sccm の高い Ga₂O ガス供給量 (成長速度:195 µm/h) においても多結晶発生が抑制 されていた。Fig.2 に1300℃ の成長温度で Ga₂O ガスた約 11 sccm 供給した際の、1 時間および 2.5 時間成長 で 478 µm 厚の結晶が得られた。この 478 µm 厚結晶の多結晶密度は 19 cm² と低い値であり、また 002 面 XRC 半値幅は 71 arcsecと種基板と同等の値であった。従って、1300℃ 環境下での成長は高い成長 速度でも多結晶の発生を抑え、種基板の品質を維持しながら厚膜成長可能であると分かった。

以上の結果から、OVPE 法において高温環境下での GaN 結晶成長は高速成長時の多結晶抑制に効果 的であり、高品質バルク GaN 結晶成長に有用な手法であることが示された。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費(基盤研究 B) 20H02639 の助成および 環境省「GaN 技術による脱炭素社会・ ライフスタイル先導イノベーション事業」の委託を受けて行われた。







Fig.2 Cross-sectional SEM images of thick OVPE-GaN layers grown for (a) 1 h and (b) 2.5 h with approximately 11 sccm of Ga₂O gas supplied.

【参考文献】[1] J. Takino *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **58**, SC1043 (2019). [2] 清水他, 第81回応用物理学会秋季学術講演会, 10p-Z02-4