

多光子励起フォトルミネッセンス法による HVPE-GaN 結晶の貫通転位の観察と分類

Observation and Classification of Threading Dislocations in HVPE-grown GaN Crystal Using Multiphoton-Excitation Photoluminescence

阪大工¹, [○](B)塚越 真悠子¹, 谷川 智之¹, 上向井 正裕¹, 片山 竜二¹

Osaka Univ.¹, [○]M. Tsukakoshi¹, T. Tanikawa¹, M. Uemukai¹, R. Katayama¹

E-mail: tsukakoshi.m@qoe.eei.eng.osaka-u.ac.jp

GaN は車載向けインバータ用縦型デバイスなど広く応用が期待されている。しかし、GaN 結晶中には高品質な自立基板でも 10^5 cm^{-2} 以上の貫通転位が存在する。パワーデバイスの信頼性を確保するためには、リーク電流や耐圧低下を起こすキラー欠陥となる貫通転位の種類や密度を特定する必要がある[1]。我々は、貫通転位を非破壊・短時間で広範囲に渡り観察できる多光子励起フォトルミネッセンス (MPPL) 法を用いて 10^5 cm^{-2} 程度の低転位密度の GaN 基板中の貫通転位を観察し、エッチピットサイズと貫通転位に対応する暗線に相関があることを見出した[2]。本研究では、MPPL 法による転位分類方法の確立に向けて、市販レベルの転位密度 ($\sim 10^6 \text{ cm}^{-2}$) の GaN 自立基板に対し MPPL 観察を行い貫通転位の分類を試みた。

ハライド気相成長 (HVPE) 法で成長された転位密度 $2 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$ 程度のノンドープ *c* 面 GaN 自立基板に対しエッチピット法と MPPL 法により貫通転位の観察と分類を行った。初めに 440°C 程度の KOH/NaOH 混合融液中で 15 分程度エッチングし直径 $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 程度のピットを表面に形成した。次に、表面から深さ $40 \mu\text{m}$ 程度の領域を MPPL 観察し、同一の貫通転位に対応するエッチピットのサイズと暗線の性質を比較した。

表面の二次元 MPPL 像とピットを色で分類した結果および三次元 MPPL 像の最小輝度投影像をそれぞれ Fig. 1 と Fig. 2 および Fig. 3 に示す。ピットサイズと暗線の伝搬の性質に相関がみられ、小ピットと大ピットの下の貫通転位は面内方向の変位量が小さく中ピットの下の貫通転位は面内変位量が大きかった。これは低転位基板[2]と同様の結果で、貫通転位の種類ごとに伝搬の性質が異なることを反映していると思われる。結論として、 10^6 cm^{-2} 程度の転位密度を有する GaN 結晶においてもエッチピット法と同様に MPPL 法を用いて貫通転位の分類が可能なが示された。当日は MPPL 像で観察された暗線の性質を統計的に分類した結果を報告する。

謝辞：本研究は科研費 JP19H04532 の支援を受けた。エッチピット形成は阪大 今西正幸氏と山田拓海氏に協力いただいた。

[1] S. Usami *et al.*, Appl. Phys. Lett. **112**, 18 (2018).

[2] 谷川他, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 19a-E202-2 (2018).

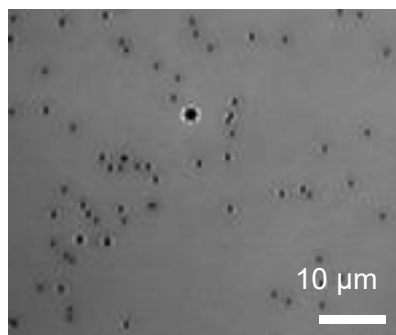


Fig. 1 Surface MPPL image.

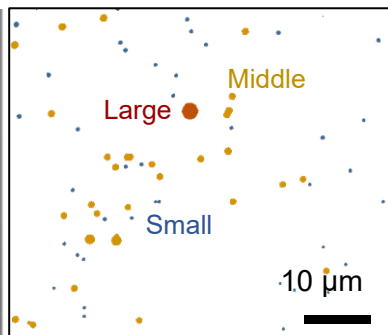


Fig. 2 Classification result of etch pits.

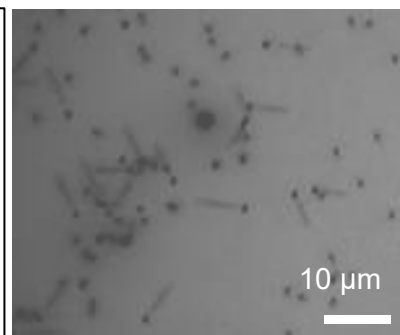


Fig. 3 Minimum-intensity-projection MPPL image.