

多光子励起フォトルミネッセンス測定による
GaN 結晶中の貫通転位の種別判定

Identification of Type of Threading Dislocations in GaN Crystals Using
Multiphoton-Excitation Photoluminescence

東北大金研¹, サイオクス² °谷川 智之¹, 吉田丈洋², 松岡隆志¹

IMR, Tohoku Univ.¹, SCIOCS², °Tomoyuki Tanikawa¹, Takehiro Yoshida², Takashi Matsuoka¹

E-mail: tanikawa@imr.tohoku.ac.jp

GaN 縦型パワーデバイスの実用化に向けて、低転位密度の GaN 基板の作製技術が求められている。しかし、電気特性を悪化させる貫通転位の種類や性質はいまだ明らかにされていないばかりでなく、転位を簡便に観察する技術もない。我々は、多光子励起フォトルミネッセンス (MPPL) 法を用いて GaN 基板中の貫通転位を三次元イメージングできることをすでに報告している[1]。本研究では、この MPPL 法を用いて、貫通転位の種別判定を試みた。

評価用の試料には、ハイドライド気相成長法で成長した *c* 面 GaN 結晶を用いた。貫通転位の位置を特定するために、熔融 KOH を用いたエッチングにより口径 1.0 ~ 1.8 μm 程度のピットを表面に形成した。この試料を用いて、MPPL 測定で観察される暗線と転位種との関係を明らかにするために、暗線をコントラストと伝搬方向について分類し、エッチング・ピットサイズと比較した。

熔融 KOH エッチングで形成されたピットは、三種類の大きさ S、M および L に分類される。これらのピットの大きさは、貫通転位の種類により異なることを透過電子顕微鏡観察により確認している。MPPL 測定で得られた発光像には、転位を反映した暗線が観察された。エッチピット下の $32 \times 32 \times 32 \mu\text{m}^3$ 領域の三次元 MPPL 像の観察において、全てのエッチピットの下に暗線が観察された。Fig. 1 に面内投影 MPPL 像を示す。なお、ピットサイズを暗線の付近に示している。観察できた複数の暗線に関するコントラストおよび *c* 面に対する傾きを評価指標として分類した。暗線のコントラストは、およそ 2 種類の濃淡に分類される。暗線の傾斜角は、ばらつきが大きいですが、 6° 以下と 10° 程度の傾斜角の 2 種類に分類された。転位種、エッチピットのサイズおよび MPPL 像との対応関係を Table 1 に示す。コントラストの強い暗線はらせん転位を、傾斜角の大きな暗線は混合転位をそれぞれ意味する。以上の結果は MPPL 観測が貫通転位の種別を判定できることを示している。

[1] 谷川他, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 15p-503-14 (2017).

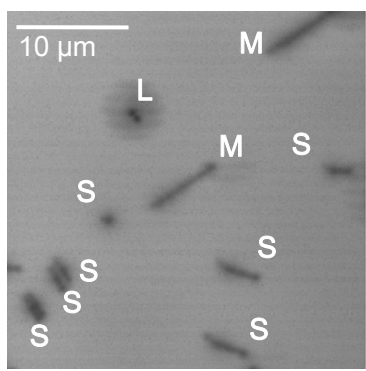


Fig. 1. In-plane-projection MPPL image of GaN under etch pits.

Table 1. Relation among type of dislocations, pit size, intensity contrast, and inclination angle.

Type of Dislocation	Pit size	Intensity contrast	Inclination angle
Screw	Large	Strong	Low ($1 \sim 2^\circ$)
Mixed	Medium	Weak	High ($\sim 10^\circ$)
Edge	Small	Weak	Low ($1 \sim 6^\circ$)