

GaN 結晶中の貫通転位の非破壊分類に向けた 多光子励起 PL マッピング像とラマンマッピング像の相関解析

Correlation Between MPPL and Raman Mapping Images of Threading Dislocations in GaN

阪大院工¹, ナノフォトン²

○谷川 智之¹, 足立 真理子², 寺田 陸斗¹, 塚越 真悠子¹, 上向井 正裕¹, 片山 竜二¹

Osaka Univ.¹, Nanophoton²,

○Tomoyuki Tanikawa¹, Mariko Adachi², Rikuto Terada¹, Masahiro Uemukai¹, Ryuji Katayama¹

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

GaN 系パワーデバイスの信頼性向上に向けて、基板やエピ膜中の欠陥の種類や密度を定量的に解析する手法が求められている。我々は、多光子励起フォトルミネッセンス法 (MPPL 法) で観察される貫通転位の非輻射的性質や伝搬挙動などの情報を基に統計的分類を試み、転位種を識別できる可能性を見出してきた[1]。本発表では、転位種の特定向けて、ラマンマッピング測定から刃状成分を識別[2]し、MPPL 像で観察される暗点や暗線の性質との対応を調べた。

ハライド気相成長法 (HVPE 法) で作製した貫通転位密度 $4 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$ 程度の n 型 GaN 基板に対し、表面から深さ 100 μm 程度の領域について多光子励起顕微鏡 (ニコン社製 AIRMP) を用いてバンド端近傍発光の三次元分布を測定した。次に、ラマン分光装置 (ナノフォトン社製 RAMANtouch) を用いて同位置の表面近傍の GaN $E_2(\text{high})$ モードのピークシフトマップを得た。

MPPL 二次元像を Fig. 1(a) に、 $E_2(\text{high})$ ピークシフト像を Fig. 1(b) に示す。MPPL 像で観察される暗点はエッチピットと密度が一致し、刃状・らせん・混合転位全てが観察される。一方、 $E_2(\text{high})$ ピークシフト像では転位の刃状成分のみが検出されるため、刃状・混合転位のみが観察される。黒矢印で示すコントラストの淡い暗点は、周囲に刃状転位に起因する歪場に対応した $E_2(\text{high})$ ピークシフトの分布を有しており、刃状転位または混合転位に対応することが分かった。また、等間隔で配列した暗点は同一の刃状成分を有していた。これは、GaN 結晶の高品質化・低転位化に伴い小傾角粒界が形成されることを示唆している。白線で示すコントラストの濃い暗点は、周囲に刃状転位成分に起因する歪場を持たないことから、らせん転位に対応することが分かった。つまり、MPPL 像の暗点や暗線のコントラストを基にらせん転位を識別できる可能性が示された。当日は、刃状転位と混合転位の識別に向けた転位伝搬挙動と刃状転位成分の対応についても報告する。

[1] 塚越他, 秋応物, 8p-Z02-5 (2020).

[2] N. Kokubo *et al.*, APEX **11**, 061002 (2018).

謝辞: 本研究は科研費 JP20H02640、19H04532、19K22043 の支援を受けた。

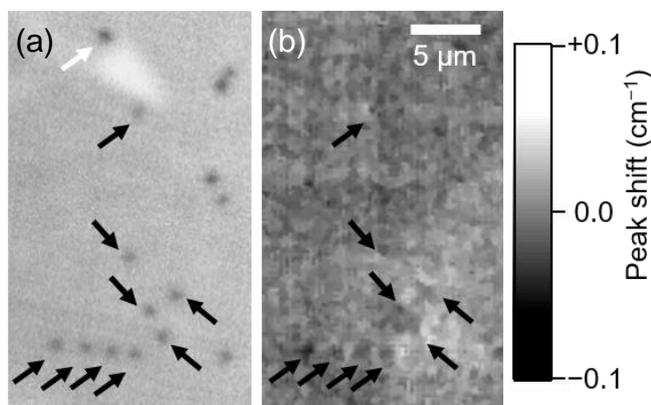


Fig. 1. (a) MPPL image and (b) Raman mapping image of $E_2(\text{high})$ peak shift taken from HVPE-grown GaN.