

二光子励起フォトルミネッセンス法による GaN 中の貫通転位の三次元分布評価

Three-Dimensional Imaging of Threading Dislocations in GaN

using Two-Photon-Excitation Photoluminescence Spectroscopy

東北大金研¹, 日亜化学² °谷川 智之¹, 大西 一生¹, 加納 聖也², 向井 孝志², 松岡 隆志¹

IMR, Tohoku Univ.¹, Nichia Corp.²,

°Tomoyuki Tanikawa¹, Kazuki Ohnishi¹, Masaya Kanoh², Takashi Mukai², Takashi Matsuoka¹

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

窒化物半導体を用いた低損失パワーデバイス応用に向けて、低転位 GaN 基板が求められているが、GaN 中に発生する貫通転位の密度は、下地基板の材料や成長膜厚および成長プロセスなど多くの要因によって変化する。よって、GaN 基板のさらなる低転位化に向けて、複雑な貫通転位の伝搬の様子を簡便に観察する手法が求められる。そこで本研究では、貫通転位の三次元分布を評価する手法として、二光子励起フォトルミネッセンス法 [1]を適用した。

まず、有機金属気相成長法で作製した c 面 GaN/Sapphire テンプレート上にハイドライド気相成長法で膜厚 160 μm 程度の GaN 厚膜を成長した。成長後の試料に対し、TPPL 法を用いて GaN バンド端発光の三次元分布を観察した。Fig. 1 に主要な光学系を示す。波長 700 nm の Ti-Sapphire レーザを励起光源として試料に集光照射し、二光子励起過程を介して発光再結合した光は、バンドパスフィルタ等を通して光電子増倍管に照射し、発光強度を検出した。励起光の照射位置をガルバノスキャナ (XY 方向) とステッピングモータ (Z 方向) を用いて掃引して三次元像を構築した。

Fig. 2 に異なる焦点深さで観察した TPPL 像を示す。それぞれの像において、貫通転位に起因した暗点が観察された。暗点の直径はカソードルミネッセンス法と較べ広がったものの、暗点密度 10^8 cm^{-2} 以下の試料において暗点密度を定量評価可能であることが分かった。Z 位置が異なる TPPL 像から、膜厚と暗点密度の関係を同一試料で定量評価可能で、三次元像を構築することにより貫通転位密度の膜厚依存性や転位が屈曲する様子が観察された。以上より、二光子励起フォトルミネッセンス法が GaN 基板の貫通転位の三次元分布評価に有効であることを示した。

[1] R. Tanuma *et al.*, Appl. Phys. Express 7, 121303 (2014).

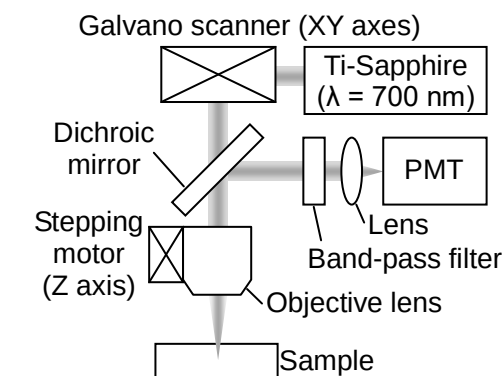
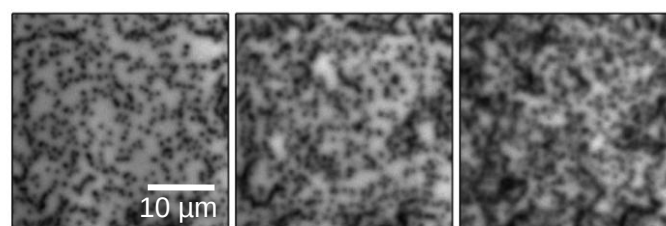


Figure 1 Apparatus of measurement system.



(a) 0 μm (Surface) (b) 21 μm (c) 42 μm

Figure 2 TPPL images taken at different focusing depth.