

GaN 縦型 pn ダイオード中の特異なフォトルミネッセンス発光

Peculiar Photoluminescence in GaN Vertical PN Diode

阪大院工¹, 名大院工², 名大未来研³ ○谷川 智之¹, 塚越 真悠子¹, 宇佐美 茂佳¹, 今西 正幸¹,

森 勇介¹, 川崎 晟也², 田中 敦之³, 本田 善央³, 天野 浩³, 上向井 正裕¹, 片山 竜二¹

Osaka Univ.¹, Nagoya Univ.², IMASS, Nagoya Univ.³, °T. Tanikawa¹, M. Tsukakoshi¹, S. Usami¹,

M. Imanishi¹, Y. Mori¹, S. Kawasaki², A. Tanaka³, Y. Honda³, H. Amano³, M. Uemukai¹, R. Katayama¹

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

GaN 縦型 pn ダイオードの逆方向リーク電流の起源として、p 型不純物である Mg がらせん転位近傍に凝集した複合欠陥の可能性が示唆されている[1]。この欠陥の特定するためにエッチピットや透過電子顕微鏡観察など組み合わせた破壊検査が行われているが、デバイス特性との相関を得るには非破壊評価が望ましい。本研究では、多光子励起フォトルミネッセンス (MPPL) マッピング測定から Mg 凝集由来と思われる特異な発光を観察したので報告する。

貫通転位密度 $4\text{--}6 \times 10^6 \text{ cm}^{-2}$ 程度の n 型 GaN 自立基板上に有機金属気相成長法を用いて pn ダイオード構造をホモエピタキシャル成長させ、電極を形成した (Fig. 1)。電極形成プロセス前後の試料に対し p-GaN 表面からレーザ光を入射し、表面から基板までの領域に対して波長 400 nm 以下のバンド端近傍発光 (NBE) とイエローミネッセンス (YL) の三次元強度分布を測定した。

プロセス後の試料の pn 接合界面付近やホモエピ境界付近に、NBE 発光強度が強い領域が c 軸方向に沿った直線状に現れた。Fig. 2(a)および 2(b)は pn 接合界面付近に観察された明線近傍の平面および断面 MPPL 像で、それぞれ明点および明線が p-GaN 表面から n-GaN ドリフト層まで観察されている。明線は転位由来の暗点と同程度の直径を有している。また、Fig. 2(c)に示すようにホモエピ境界付近に同様の明線が観察される場合もあった。明線の面密度は $1\text{--}4 \times 10^4 \text{ cm}^{-2}$ 程度で、同条件で成長させた試料の大サイズのエッチピット密度[1]とおおよそ一致している。これらの明線は電極形成前の As-grown の試料内には観察されなかったため、アニール等のプロセスによって Mg アクセプタが活性化し n-GaN 層中にアクセプタ準位が形成され、波長 380 nm 近傍の伝導帯-アクセプタ間遷移に由来する発光が増強されたと考えられる。この明線は p-GaN 層中にもみられることから、局所的に n 型伝導として振る舞いリークパスとして機能する可能性が高い。

[1] T. Nakano *et al.*, Appl. Phys. Lett. **117**, 012105 (2020).

本研究は JSPS 科研費 JP20H02640 の助成を受けたものです。

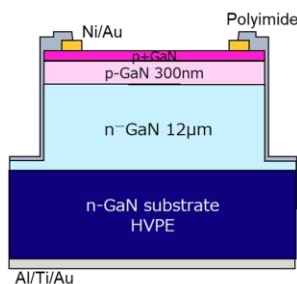


Fig. 1. Schematic of GaN vertical pn diode.

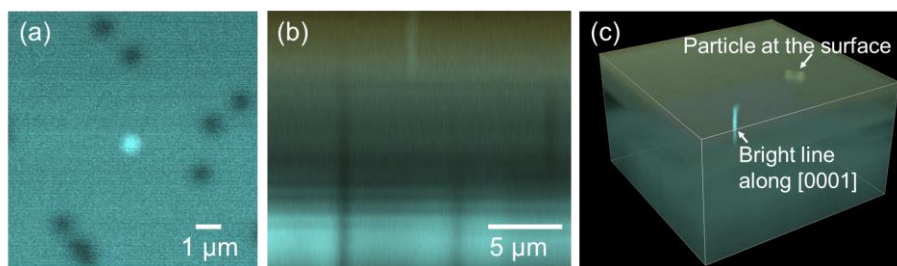


Fig. 2. (a) Plan-view and (b) cross-sectional MPPL images near pn junction. (c) Three-dimensional MPPL image. NBE and YL maps are shown in blue and yellow colors, respectively.