

空孔ガイド Mg 拡散法による p 型イオン注入 GaN の空間分解 CL 評価 Spatially resolved CL of p-type ion-implanted GaN using vacancy-guided Mg diffusion

東北大多元研¹, 富士電機², 筑波大数物³

◦嶋紘平¹, 田中亮², 高島信也², 上野勝典², 江戸雅晴², 小島一信¹, 上殿明良³, 秩父重英¹

IMRAM-Tohoku Univ.¹, Fuji Electric², Univ. of Tsukuba³

◦K. Shima¹, R. Tanaka², S. Takashima², K. Ueno², M. Edo², K. Kojima¹, A. Uedono³,

and S. F. Chichibu¹

E-mail: kshima@tohoku.ac.jp

縦型 GaN MOS パワーデバイスの実現に向けて Mg イオン注入(I/I)による p 型 GaN 形成技術の確立が必須である。Mg 活性化のためには I/I 誘起欠陥 (Ga 空孔と N 空孔の複空孔; $V_{Ga}V_N$ 等[1]) およびアニール(PIA)時に形成される($V_{Ga}V_N$)₃ 等[1]の空孔クラスターを減らす必要がある[2]。最近、Mg,N 逐次 I/I 後に常圧 PIA を施す空孔ガイド Mg 拡散法により p 型 I/I-GaN:Mg が実現された[3]。前回の講演では、当該試料のフォトルミネッセンス(PL)および時間分解 PL を行い表面から 80 nm 深さ程度の領域における発光特性を報告した[4]。他方、Mg は N-I/I 誘起空孔欠陥にガイドされて 220 nm 深さまで拡散しているため、発光特性の深さ依存性を調べる必要がある。今回は空孔ガイド Mg 拡散試料の劈開断面に対し空間分解カソードルミネッセンス(CL)を行った結果を報告する。

+c 面 GaN 単結晶基板上に MOVPE 成長させた GaN 層([Si]= $1.5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$)に Mg および N を逐次 I/I した。保護層付きの常圧 PIA(1300 °C)により Mg が N-I/I 誘起空孔欠陥にガイドされて深部に拡散し、濃度 $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ (深さ 220 nm)の箱型プロファイルが形成された[図 1(a)]。試料を *m* 面で劈開し断面から空間分解 CL 評価(加速電圧 5 kV, 101 K)を行った。試料表面から深部にかけて得られた CL スペクトルのラインプロファイルを図 1(b)に示す。表面から深さ 200 nm 程度にかけて Mg_{Ga} アクセプタに起因する紫外線発光帯(3.26 eV)および青色発光帯(2.8 eV)が確認された。従って Mg 箱型プロファイルが形成された全領域において Mg_{Ga} アクセプタが活性化されたと考えられる。一方、深さ 200~300 nm において n 型 GaN エピ層のバンド端発光(3.43 eV)および黄色発光帯(2.2 eV)の強度が低下した。当該深さにおいて非輻射再結合中心として働く空孔型欠陥が蓄積した可能性がある。

本研究は MEXT 革新ハリエレ(JPJ009777), Five-star Alliance, 科研費(16H06427)等の援助を受けた。[1]上殿他 PSSB **252**, 2794 (2015). [2]嶋,秩父他 APL **113**, 191901 (2018). [3]田中他 2020 年春季応用物理学会 14a-B401-6. [4]嶋,秩父他 2021 年春季応用物理学会 18a-Z15-4.

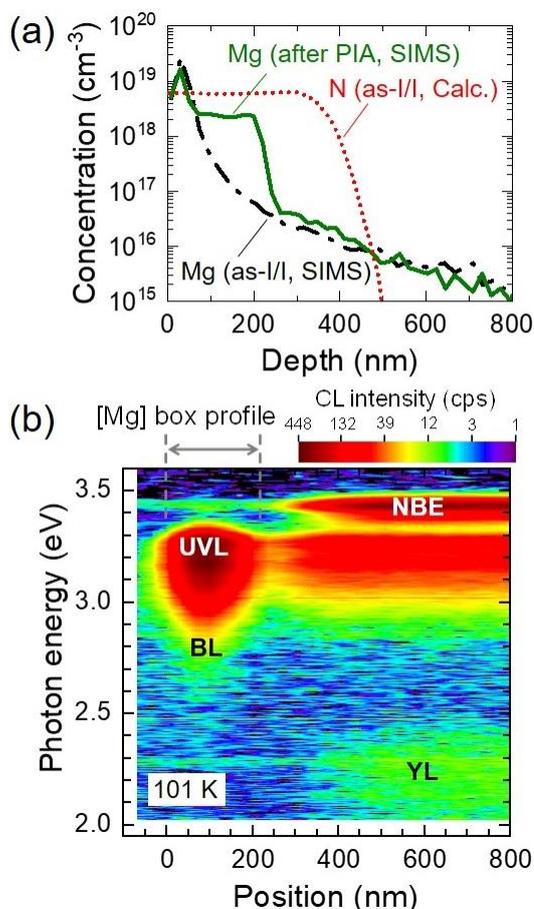


Fig. 1. (a) Concentration profiles of Mg and N before and after PIA. (b) A cross-sectional CL spectral mapping image for the I/I-GaN:Me.N