

Mg イオン注入後の空孔ガイド拡散法により形成した p 型 GaN の ルミネッセンス評価

Luminescence studies of p-type Mg-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, 名大 IMaSS⁴

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^{1,4}

IMRAM-Tohoku Univ.¹, Fuji Electric², Univ. of Tsukuba³, IMaSS-Nagoya Univ.⁴

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

and S. F. Chichibu^{1,4}

E-mail: kshima@tohoku.ac.jp

縦型 GaN MOS パワーデバイスの実現には、p 型 GaN 層を Mg イオン注入(I/I)により位置選択形成する技術が必須である。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ことが不可欠である[2]。これまでに、熱的安定性に優れる N 極性面への Mg, H 逐次 I/I[3]や超高压 PIA(1 GPa, 1480 °C)[4]により I/I-GaN:Mg の p 型化が達成されてきた。極最近、実用的な Ga 極性面と常圧 PIA の組み合わせにおいて、I/I 誘起空孔機構による Mg 拡散(空孔ガイド Mg 拡散)を用いることにより総 I/I ダメージ量が低減され、p 型 I/I-GaN:Mg の形成が実現された[5]。今回は空孔ガイド拡散により作製された I/I-GaN:Mg のフォトルミネッセンス(PL)および時間分解 PL 特性を報告する。

+c 面 GaN 単結晶基板上に MOVPE 成長させた GaN 層([Si]= $1.5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 狙い)に Mg および N を逐次注入した。Mg および N の濃度[深さ]はそれぞれ $4 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ [50 nm]および $6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ [300 nm]であった。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 $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ [220 nm]程度の箱型プロファイルが形成された[図 1(a)]。PIA 後の I/I-GaN:Mg,N 等について弱励起条件における静的 PL および時間分解 PL 評価を行った。PIA 後の I/I-GaN:Mg,N の PL スペクトルを図 1(b)に示す。低温では Mg_{Ga} アクセプタに起因するアクセプタ束縛励起子発光(3.46 eV)および紫外線発光帯(3.26 eV)が観察された。また、I/I-GaN:Mg に特徴的な V_N に起因する緑色発光(2.4 eV)帯[6]よりも、低抵抗 p 型 GaN:Mg エピ層に特徴的な青色発光帯(2.8 eV)[7]が支配的であった。室温のバンド端発光強度は、Ga 極性面と常圧 PIA の条件で作製された I/I-GaN:Mg としては比較的高く[6]、PL 寿命は 1.4 ps と定量された。講演では PIA 温度の影響や試料深さ方向の発光特性プロファイルも発表する。

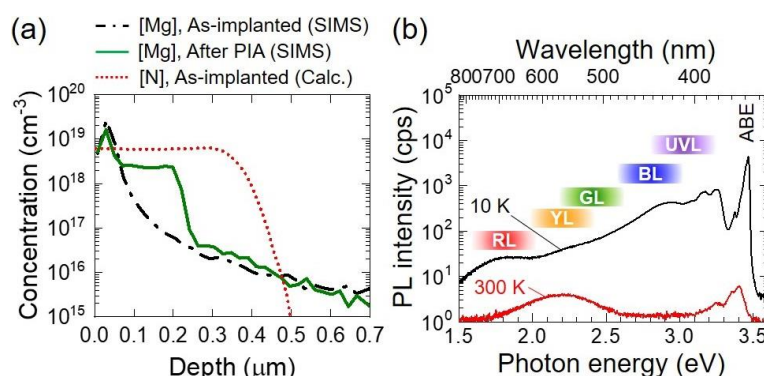


Fig. 1. (a) Concentration profiles of Mg and N before and after PIA. (b) PL spectra at 10 K and 300 K of I/I-GaN:Mg,N after PIA.

本研究は CSTI-SIP /NEDO、NEXT-GaN (JPJ005357), Five-star Alliance, 科研費 16H06427/MEXT 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]成田他 APEX **10**, 016501 (2017). [4]櫻井他 APL **115**, 142104 (2019). [5]田中他 2020 年春季応用物理学会 14a-B401-6. [6]小島,秩父他 APEX **10**, 061002 (2017) 061002. [7]Alves 他 Physica B **308**, 38 (2001).