

エピタキシャル成長及びイオン注入により作製された GaN 基板上 Mg 添加 p 型 GaN の室温フォトルミネッセンス寿命 Room-temperature photoluminescence lifetime for the near-band-edge emission of epitaxial and ion-implanted GaN on GaN structures

東北大多元研¹, 富士電機², 豊田中研³, 産総研 CD-FMat⁴, 筑波大数物系⁵

°秩父 重英¹, 嶋 紘平¹, 小島 一信¹, 高島信也², 上野勝典², 江戸雅晴²,
井口紘子³, 成田哲生³, 片岡恵太³, 石橋章司⁴, 上殿明良⁵

Tohoku Univ.¹, Fuji Electric², Toyota Central R&D Labs.³, AIST⁴, and Univ. of Tsukuba⁵

°S. F. Chichibu¹, K. Shima¹, K. Kojima¹, S. Takashima², K. Ueno², M. Edo²,

H. Iguchi³, T. Narita³, K. Kataoka³, S. Ishibashi⁴, and A. Uedono⁵

E-mail: chichibulab@yahoo.co.jp

【はじめに】GaN 光・電子デバイスには、低抵抗接触や正孔輸送域に用いる高濃度 p 型 GaN (p-GaN) と、反転チャネルやガードリングに用いる低濃度 p-GaN が必要なため、それらを位置選択して再現性良く形成する技術が必要である。しかしながら、正孔濃度が精密に制御された Mg 添加 p-GaN を再現性良くエピ成長させることは現在でも容易ではない。Mg イオン注入(I/I)により p-GaN を形成することは、高濃度の点欠陥導入や I/I 後のアニールによる空孔クラスタリングの影響により更に困難である。2010 年代半ばから、Mg-I/I を用いた p-GaN 形成や pn 接合・トランジスタ構造の形成が次々と報告されるようになり、GaN パワーデバイスに関する複数の大型国家プロジェクトも開始された。本講演では、上記プロジェクトに筆者らが参加することにより得られた成果を IWN2018 にて発表し JJAP Special Issue に掲載され、本学会第 43 回優秀論文賞に選定された論文[1]の内容を概説する。

【内容】転位の影響が出にくい GaN 基板上のエピ成長及び I/I による p-GaN:Mg 層の静的および時間分解フォトルミネッセンス(PL)測定結果と陽電子消滅測定結果を照合し、p-GaN に特有な空孔型欠陥が PL スペクトルや室温 PL 寿命に及ぼす影響について考察した。その結果、p-GaN における主要な非輻射再結合中心(NRC)である空孔クラスターの電子捕獲断面積が約 $1 \sim 3 \times 10^{-13} \text{ cm}^2$ と非常に大きい事が明らかとなった (Fig. 1)。

【謝辞】本研究は内閣府 SIP-GaN, 文科省次世代半導体 MEXT-GaN (JPJ005357), 科研費 新学術領域研究 16H06424, 16H06427, Five-star Alliance 等の援助を受けた。本研究を応援いただいた天野浩, 小出康夫, 須田淳, 加地徹, 藤岡洋, 橋詰保, 松本功, 名西徳之各先生を含む多くの先生方と、協力をいただいた多くの企業研究者の皆様に深く感謝申し上げます。

【文献】[1]本講演と同じ著者 JJAP 58, SC0802 (2019). DOI:10.7567/1347-4065/ab0d06 (open access).

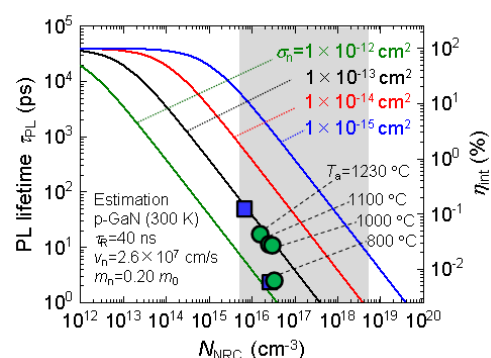


Fig. 1 PL lifetime τ_{PL} (left axis) of the NBE emission at 300 K in p-GaN:Mg as a function of NRC concentration (N_{NRC}) (After [1]).