

## 2 波長励起フォトルミネッセンス法による GaN へのイオン注入ダメージ評価の検討 Evaluation of ion implantation damage in GaN using two-wavelength excited photoluminescence

豊橋技科大<sup>1</sup>, °増田 海斗<sup>1</sup>, 関口寛人<sup>1</sup>, 三輪 清允<sup>1</sup>, 岡田浩<sup>1</sup>, 山根啓輔<sup>1</sup>, 若原昭浩<sup>1</sup>

Toyohashi Univ.<sup>1</sup>, °K. Masuda<sup>1</sup>, H. Sekiguchi<sup>1</sup>, K. Miwa<sup>1</sup>, H. Okada<sup>1</sup>, K. Yamane<sup>1</sup>, A. Wakahara<sup>1</sup>

E-mail: sekiguchi@ee.tut.ac.jp

窒化ガリウム(GaN)は絶縁破壊電界が大きく、オン抵抗が低いことから、パワーデバイスや高速スイッチングデバイスなど電子デバイスへの応用が期待されている。これらのデバイスのプロセス設計の自由度の向上や集積化などの観点からイオン注入プロセスは有効な手段とされており、イオン注入後の結晶回復技術の確立は重要な課題となる。イオン注入により形成される欠陥準位の評価技術として深い準位過渡分光(DLTS)法や等温容量過渡分光(ICTS)法などによる電気的特性評価が行われることが多いが、フォトルミネッセンス(PL)法による光学特性評価は非接触・短時間で容易で、かつ、広いバンドギャップを有する GaN 中に形成された深い準位に起因する結晶欠陥・不純物についても評価可能なため、新たな評価手法になりうる。しかしながら、一般的なバンドギャップ以上励起による PL 測定ではディープ発光などの観測による欠陥準位の定性的な評価に留まってしまう。本研究では紫外線レーザー( $\lambda_{ex}=325$  nm)を用いたバンドギャップ以上励起(Above Gap Excitation: AGE)および赤外線レーザー( $\lambda_{ex}=850$  nm)を用いたバンドギャップ内励起(Below Gap Excitation: BGE)による 2 波長励起 PL 法[1]に着目し、イオン注入ダメージの新たな評価技術としての可能性について検討を行ったので報告する。

評価試料として、アンドープ GaN 薄膜および本試料に Si<sup>+</sup>をイオン注入した 2 つの試料を用意した。イオン注入条件は加速電圧 40keV, Si ドーズ量  $4 \times 10^{12}$  cm<sup>-2</sup>で、N<sub>2</sub> 雰囲気下にて 1000°C で 2 分間の結晶性回復アニールを行った。Fig. 1 に用意した 2 つの試料の 15 K での PL スペクトルを示す。いずれの試料においても中性ドナーに束縛された束縛励起子による発光(DX), 点欠陥を介したブルーバンド(BB)およびイエローバンド発光(YB)が観測され、スペクトル形状に大きな変化は観測されなかったが、イオン注入試料では発光強度が 1/60 程度に低下した。これはイオン注入に伴う結晶欠陥の発生に起因した結果であると考えられる。次に新たな光学特性評価法として、2 波長励起法によるスペクトル変化について評価を行った。先に用いた AGE 光に加えて、BGE 光を同時照射することで、PL スペクトルの変化を調べた。Fig. 2 にイオン注入した試料における AGE 光での励起した場合および AGE 光と BGE 光の 2 波長で同時励起にした場合の PL スペクトルを示す。アンドープ GaN 試料においては PL スペクトル形状および発光強度に変化は観測されなかったが、イオン注入した試料では AGE 光のみ照射の場合と比較して、DX および YB からの発光がわずかに減少した。これは BGE 光による励起が電子遷移過程に影響を与えた結果であると考えられ、本手法が発光に寄与しない欠陥準位を評価するための手法となりうることを示された。

【参考文献】 [1] M. Julkarnain, N. Kamata, T. Fukuda, Y. Arakawa, *Opt. Mater.*, **60**, 481 (2016).

【謝辞】 本研究の一部は、科研費補助金#17H05333, #17K06383, 高橋産業経済研究財団の援助を受けて行われた。

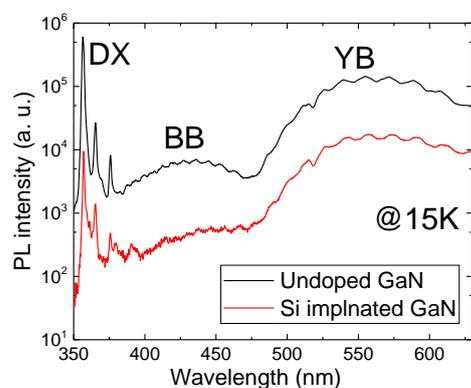


Fig. 1 PL spectra of undoped GaN and Si implanted GaN at 15 K.

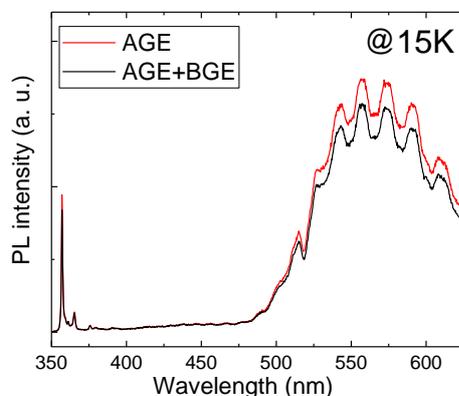


Fig. 2 PL spectra of Si implanted GaN at 15 K under above gap excitation ( $\lambda_{ex}=325$  nm) and two wavelength excitation ( $\lambda_{ex}=325, 850$  nm).