

Si をイオン注入した n-GaN の二波長励起 PL 測定

～ BGE エネルギー依存性 ～

Two-wavelength excited photoluminescence in Si ion-implanted n-GaN

～ Dependence on the BGE energy ～

埼玉大院理工¹, °徳田 大鷹¹, 鎌田 憲彦¹, 八木 修平¹, 矢口 裕之¹Saitama Univ.¹, °Hiroataka Tokuta¹, Norihiko Kamata¹, Shuhei Yagi¹, Hiroyuki Yaguchi¹

E-mail: h.tokuta.896@ms.saitama-u.ac.jp

【はじめに】ワイドバンドギャップ半導体である GaN は絶縁破壊電界強度、飽和電子速度が高いため、パワーデバイスへ応用されている。GaN 中の欠陥準位はデバイスのエネルギー利用効率を低下させることから、それらの評価・解析が必要となる。パワーデバイスの作製プロセスで利用されるイオン注入によって生じる GaN 中の欠陥を評価するために二波長励起フォトルミネッセンス (PL) [1]を用いると、バンドギャップよりも低いエネルギーの励起 (below gap excitation: BGE) 光によって PL 強度が減少する[2]ことが報告されている。本研究では、Si をイオン注入した n-GaN の二波長励起 PL 測定における BGE 光のエネルギー依存性を調べることで、どのような光学遷移が PL 強度減少に関与しているのかを検討した。

【実験方法】サファイア基板上 n-GaN (as-grown), 40 keV で Si イオン(ドーズ量: $4 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$) を注入した試料 (as-implanted), 1100 °C で 10 分間アニーリングした試料 (annealed) の PL 測定及び二波長励起 PL 測定を室温で行った。測定には GaN のバンドギャップ 3.4 eV より高いエネルギーの励起 (above gap excitation: AGE) 光として $h\nu_{\text{AGE}} = 3.55 \text{ eV}$ のレーザー, BGE 光として $h\nu_{\text{BGE}} = 2.33, 1.58, 1.17, 0.94, 0.80 \text{ eV}$ のレーザーを使用した。BGE 波長 ON/OFF 時における波長範囲 550.52 nm ~ 594.41 nm の積算 PL 強度 $I_{\text{AGE+BGE}}$, I_{AGE} を測定し、規格化 PL 強度変化 $\Delta I_N = (I_{\text{AGE+BGE}} - I_{\text{AGE}})/I_{\text{AGE}}$ から評価した。

【結果と考察】Fig. 1 に 3 つの試料のイエロルミネッセンス (YL) の規格化 PL 強度変化の BGE エネルギー依存性および Si-implanted 試料を 349 nm および 349 nm と 785 nm のレーザーで励起したときの PL スペクトルの形状を示す。BGE エネルギーが 0.94 ~

2.33 eV の場合、すべての試料で YL 強度は減少するのに対して、0.80 eV では変化しなかった。これは、伝導帯から ~0.9 eV より下に位置する欠陥準位に分布している電子が BGE 光により伝導帯に励起され、さらに伝導帯経由で非発光再結合するためであると考えられる。また、as-grown 試料と比べて as-implanted 試料の PL 強度減少は大きいことから非発光再結合中心として働く欠陥密度が Si イオン注入で増加し、as-implanted 試料と比べて annealed 試料の PL 強度変化は小さいことからアニールで欠陥密度が減少したと考えられる。

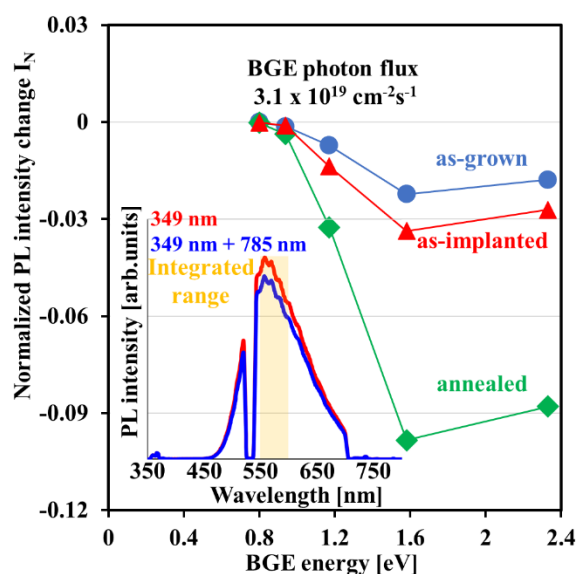


Fig.1 Normalized PL intensity change under various BGE energies and PL spectra of Si implanted GaN at room temperature under above gap excitation (349 nm) and two wavelength excitation (349 nm + 785 nm).

参考文献

- [1] N. Kamata, Phys. Status Solidi B **258**, 2000370 (2021).
- [2] 増田 海斗 他 第 65 回応用物理学会春季学術講演会 20p-P6-4.