

# 希土類イオン注入した GaN の超高压熱処理による発光特性および結晶構造の変化 Change in Photoluminescence Properties and Crystal Structure of Lanthanoid Ion-Implanted GaN after High-Pressure Annealing

東京都市大<sup>1</sup>, 量研<sup>2</sup>, ポーランド科学アカデミー<sup>3</sup>, 名大 VBL<sup>4</sup>, 名大 IMASS<sup>5</sup>, イオンテクノセンター<sup>6</sup>  
°(M1)伊藤 慎<sup>1,2</sup>, 佐藤 真一郎<sup>2</sup>, Michal Bockowski<sup>3</sup>, 出来 真斗<sup>4</sup>, 渡邊 浩崇<sup>5</sup>, 新田 州吾<sup>5</sup>, 本田 善央<sup>5</sup>,  
天野 浩<sup>4,5</sup>, 吉田 謙一<sup>6</sup>, 南川 英輝<sup>6</sup>, 羽倉 尚人<sup>1</sup>

Tokyo City Univ.<sup>1</sup>, QST<sup>2</sup>, PAS<sup>3</sup>, Nagoya Univ. VBL<sup>4</sup>, Nagoya Univ. IMASS<sup>5</sup>, ITC<sup>6</sup>

S. Ito, S.-I. Sato, M. Bockowski, M. Deki, H. Watanabe, S. Nitta, Y. Honda, H. Amano, K. Yoshida

H. Minagawa, N. Hagura

E-mail: [g2281802@tcu.ac.jp](mailto:g2281802@tcu.ac.jp)

原理的に第三者への漏洩が起こりえないとされる量子通信技術の確立のためには、単一光子源（単一光子をオンデマンドで発生させる装置）の開発が急務になっている。窒化ガリウム(GaN)中の希土類元素は室温で狭い線幅の安定した発光を示し、電気的な制御が可能であることから、室温動作する電気制御単一光子源への応用が期待される。イオン注入法は注入数・注入位置の高度制御が可能である一方、発光中心としての活性化のためには高温熱処理が必要となる。今回、GaN エピタキシャル膜にネオジウム(Nd)もしくはプラセオジウム(Pr)を注入し、超高压熱処理法による発光特性の変化を室温フォトルミネッセンス(PL)測定によって評価するとともに、イオン注入損傷の回復を XRD 法およびラマン分光法で評価し、光学的発光中心の活性化と照射損傷の回復の関係について調査した。

700 keV-Pr イオンを  $3.4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$  注入した GaN の室温 PL 測定結果を図 1 に示す(励起光波長: 266 nm)。超高压熱処理 (1200~1480°C, 1 GPa, N<sub>2</sub>, 30 分) 後に 650 nm および 652 nm をピークにもつ Pr<sup>3+</sup> の  $^3P_0 \rightarrow ^3F_2$  遷移に起因する発光スペクトルが観測された。発光強度は 1400°C で最も高く、1480°C ではやや低下した。図 2 は同じ試料の室温ラマン散乱スペクトルである(レーザー波長: 532 nm)。イオン注入後に TO フォノン・LO フォノンピークの低下が観察されたが、明瞭なピークシフトは確認されず、また、1480°C 熱処理後は未照射と同等のスペクトルを示した。XRD の結果からも 1200°C 以上で未照射と同等のスペクトルが得られており、十分な結晶性の回復が示唆された。以上から、熱処理温度の上昇に伴う Pr 発光強度の増加は、これらの評価法では検出が困難な、微視的な結晶構造の変化によって引き起こされていると推測される。

本研究は JST 創発的研究支援事業(JPMJFR203G)、JSPS 科研費(JP18H01483, JP22H03880)、一般財団法人材料科学技術振興財団の助成を受けて行われた。

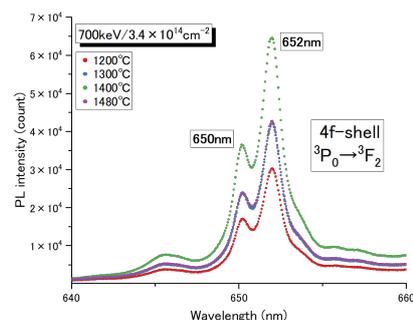


Fig. 1. Room temp. PL spectra of Pr-implanted GaN after high pressure annealing.

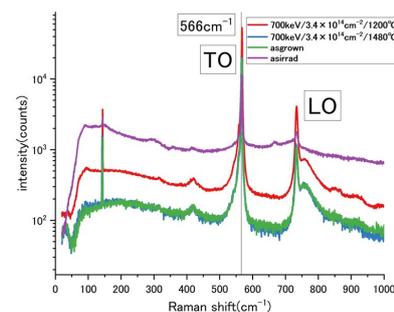


Fig. 2. Raman spectra of Pr-implanted GaN after high pressure annealing.