

窒化ガリウム中の単一希土類元素からの発光観測を目指した イオン注入法および熱処理条件の検討

Ion Implantation and Thermal Annealing Optimization toward Observation of Luminescence from Single Rare-Earth Elements in Gallium Nitride

量研¹, 豊橋技科大², 名大³

○佐藤 真一郎¹, 岡田 浩², 出来 真斗³, 若原 昭浩², 大島 武¹

QST¹, Toyohashi Univ. Tech.², Nagoya Univ.³, °Shin-ichiro Sato¹, Hiroshi Okada², Manato Deki³,

Akihiro Wakahara², Takeshi Ohshima¹

E-mail: sato.shinichiro2@qst.go.jp

光子を 1 個ずつ任意のタイミングで発生させることのできる単一光子源は、量子情報通信や量子コンピューターといった量子エレクトロニクスの実現において不可欠な要素であり、実用化にあたっては、さらに、室温で電氣的に（デバイス）駆動できることが重要となる。窒化ガリウム半導体(GaN)中の孤立した希土類元素では、4f 殻内で電子の発光遷移が起これ、狭い線幅で高強度の発光を示すことから、デバイス駆動型単一光子源にとって望ましい性質を有しているといえる。しかし、GaN 中の単一希土類元素からの発光を観測した例はこれまでになく、まずは単一光子源の実現のために必要となる条件を明らかにする必要がある。そこで今回は、GaN 基板の選定、希土類イオン注入とその後の熱処理条件についての検討を行った。

Fig. 1 は 700 keV Pr²⁺を $3 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2}$ 注入した GaN からの発光スペクトルである（励起光は 532 nm、1 mW）。試料として、サファイア基板上非ドープ GaN、GaN 基板上にエピ成長させた n 型 GaN（実効ドナー濃度 $3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 、n-GaN）および非ドープ GaN (u-GaN)の 3 種類を選択し、イオン注入後は結晶欠陥を低減させるために N₂:NH₃=2:1 の雰囲気中 1100 °C で 2 分間の熱処理を行った。図の黄色い領域に見られるように、いずれの試料からも $^3P_0 \rightarrow ^3F_2$ 遷移発光が 652 nm 付近に観測されたが、n-GaN ではバックグラウンドが高いこと、サファイア基板では長波長側にサファイア起因の発光が混在することがわかった。これら不要な発光は、単一光子発生を観測においてコントラストの低下を招くことから、u-GaN が基板材料としてもっともふさわしいと結論付けた。講演では、イオン注入量や熱処理条件の最適化についても議論する。

本研究は JSPS 科研費 JP16K17507 の助成を受けたものである。

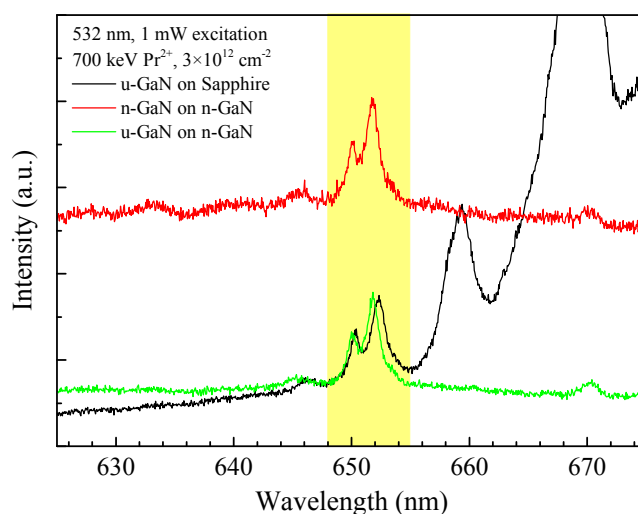


Fig. 1. Photoluminescence spectra of Pr-doped GaN at 532 nm laser excitation.