窒化ガリウム半導体に高温イオン注入したプラセオジム(Pr)の発光観測

Luminescence Properties of Praseodymium in Gallium Nitride Semiconductor Implanted at Elevated Temperature

量研 [1]，名大 [2]，法政大 [3]
○佐藤 真一郎 [1]，出来 真斗 [2]，中村 徹 [3]，大島 武 [1]
QST[1], Nagoya Univ.[2], Hosei Univ.[2],
°Shin-ichiro Sato[1], Manato Deki[2], Tohru Nakamura[3], Takeshi Ohshima[1]
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必要とされており、実用化に向けては、さらに、室温で電気的に動作することが重要となる。窒化ガリウム半導体(GaN)中の孤立したランタノイド元素(Ln)は、室温でも狭い線幅で高輝度の発光を示し、電流注入による発光制御ができることから、単一光子源への応用が期待できる。そこで我々は、Ln の一種であるプラセオジム(Pr)の単一光子発生の観測に向けた最適条件の探索を行っており、今回は Pr イオン注入時の温度の影響について調べた結果について報告する。

サファイア基板上の非ドープ GaN エピ膜（厚さ 3 μm）に対し、マグネトロンスパッタ法によって 50 nm の Si_3N_4 膜を蒸着したのち、350 keV Pr^+を室温(25 ºC)から 1200 ºC の範囲で 1×10^{13} cm^{-2} 注入した。その後、窒素ガスフロー下 1200 ºC で 1 分間の高速熱処理(RTA)を行い、注入した Pr の 4f 殻内遷移発光（$^3P_0\rightarrow{}^3F_2$ 遷移に起因する 652 nm 付近の発光）をフォトルミネッセンス測定によって観測した。励起光波長は 266 nm とした。

結果を Fig. 1 に示す。横軸はイオン注入時の温度であり、縦軸は 652 nm 付近の発光強度の積分値（相対値）である。高温イオン注入後に測定した結果が黒丸であり、500 ºC 以上で有意な Pr 起因の発光を観測した。さらに温度が上がると、発光強度は指数関数的に上昇した。RTA 後の測定結果が赤丸であり、いずれの温度でもイオン注入時より高い発光強度を示したが、温度上昇とともに緩やかに発光強度が減少していく傾向が現れた。本講演では、これらの結果について考察するとともに、温度やイオン注入量（濃度）との関連性について議論する。

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

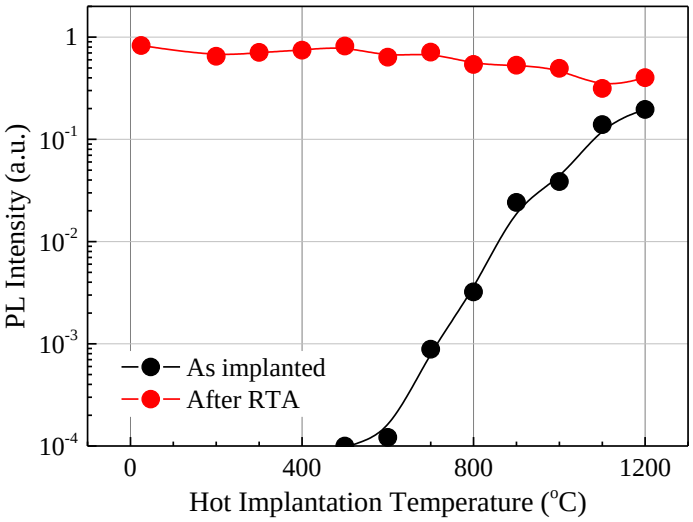

Fig. 1. Photoluminescence intensities of Pr-doped GaN at elevated implantation temperatures.

© 2018年 応用物理学会