

課題番号 : F-18-AT-0061
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : GaN への Pr イオン注入パターン形成
Program Title(English) : Formation of patterned implantation of praseodymium ions into GaN
利用者名(日本語) : 佐藤真一郎
Username(English) : S.-I. Sato
所属名(日本語) : 量子科学技術研究開発機構量子ビーム科学研究部門
Affiliation(English) : Quantum Beam Science Research Directorate, National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology (QST)
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、窒化ガリウム半導体、ランタノイド、フォトルミネセンス

1. 概要(Summary)

窒化ガリウム半導体(GaN)中の希土類元素は、室温でも狭い線幅で高輝度な発光を示すことから[1]、量子情報通信などの分野において用いられる単一光子源(任意のタイミングで単一光子を発生できる素子[2])への応用が期待できるが、微小領域に注入された希土類の発光特性についてはよくわかっていない。そこで今回、希土類の一種であるプラセオジウム(Pr)を、電子ビーム描画技術を用いた GaN の微小窓領域に注入し、その発光分布や発光特性を調べた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 電子ビーム描画装置

【実験方法】

GaN 基板上的非ドープ GaN エピ膜に、電子ビーム描画装置を用いて一辺 100 nm~1 μm の正方形ドットパターンのレジスト膜を形成した。100 keV Pr を $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ のドーズでイオン注入したのち、レジスト膜を除去し、1200 °C、1 分間の高速熱処理を行い、注入した Pr の活性化を行った。Pr の発光分布測定には共焦点レーザー走査型顕微鏡(CFM)を用いた。励起光は 532 nm とし、バンドパスフィルターを用いて $^3P_0 \rightarrow ^3F_2$ 遷移に起因する 652 nm 付近の発光のみを室温で観測した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

CFM 像の一例を Fig. 1 に示す。レジスト膜に形成された 10 μm 間隔の 200 nm \times 200 nm のドットパターンが Pr 起因の発光によって再現されていることがわかる。注入後の熱処理に起因する Pr の拡散は確認されなかった。また、発光中心としてはたらく Pr の割合が 2 %弱であり、最小で 200 個弱の Pr アンサンブルからの発光を観測で

きることがわかった。今後は、描画条件の最適化に加え、測定条件の最適化(共鳴励起条件での観測等)を行い、単一 Pr の発光の観測を目指す。

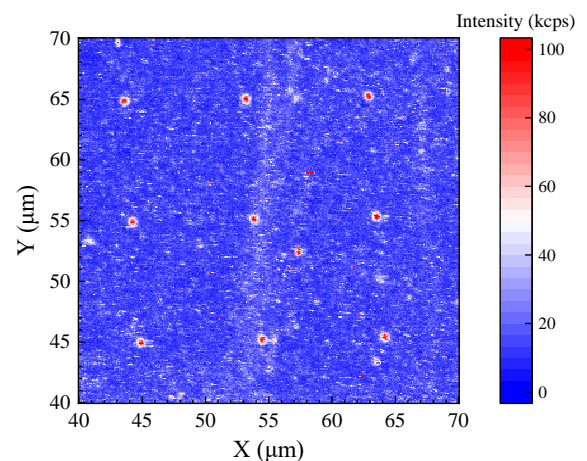


Fig. 1 CFM image of Pr implanted GaN at the dose of $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$. The dot square length and pitch were 200 nm and 10 μm , respectively.

4. その他・特記事項(Others)

- ・参考文献:[1] R. Birkhahn *et al.*, APL **74**, (1999)
- [2] B. Lounis *et al.*, Rep. Prog. Phys. **68**, (2005)
- ・本研究は JSPS 科研費 JP18H01483 の助成を受けた。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 佐藤ら、第 79 回応用物理学会秋季学術講演会、20p-235-9、平成 30 年 9 月 18 ~ 21 日
- (2) S.-I. Sato *et al.*, International Workshop on Nitride Semiconductors 2018 (IWN2018), ThP-CR-10 (Poster), Nov. 11-16, 2018.

6. 関連特許(Patent)

なし。