

課題番号 : F-17-AT-0123
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : GaN への希土類イオン注入パターン形成
Program Title(English) : Formation of patterned implantation of rare-earth 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 : マスクレス露光装置、リソグラフィ・露光・描画装置、窒化ガリウム半導体、希土類元素

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[1]。近年、任意のタイミングで単一光子を発生できる単一光子源の実現が量子情報通信などの分野において望まれており[2]、希土類ドーパド GaN はその候補材料といえる。そこで今回、微小領域に注入した希土類の発光特性を調べるため、希土類の一種であるプラセオジウム(Pr)のイオン注入領域をフォトリソ膜によってパターン化し、Pr の発光分布を観測した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 マスクレス露光装置、二次イオン質量分析装置(D-SIMS)

【実験方法】

GaN 基板もしくはサファイア基板 GaN エピ膜に、マスクレス露光装置を用いて 1~50 μm 径のドットパターンのレジスト膜を形成した。 $1 \times 10^{11} \sim 1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ の 150 keV Pr イオンを室温で注入したのちレジスト膜を除去し、マグネトロンスパッタ法により Si_3N_4 膜を蒸着、 N_2 ガス雰囲気中にて 1200 °C、1 分間の高速熱処理を行い、注入 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 付近の発光分布を観測した。

また、注入された Pr の注入量を校正するため、レジスト膜を形成していない GaN エピ膜にイオン注入し、二次イオン質量分析装置(D-SIMS)を用いて Pr の注入プロファイルを測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

CFM 像の結果の一例を Fig. 1 に示す。Pr が注入さ

れた領域にのみ Pr の発光を明確に観測することができた。注入後の熱処理に起因する Pr の拡散は起こっておらず、更なる微小領域への低濃度注入が可能であることが明らかとなった。今後、高速電子ビーム描画を用いた nm スケールのパターン注入に挑戦する。

また、Pr ドープ GaN の D-SIMS 測定の結果からは、注入量が使用した注入チャンバーによって大幅な差が生じており、ビーム電流計測等の改善が必要であることが判明した。

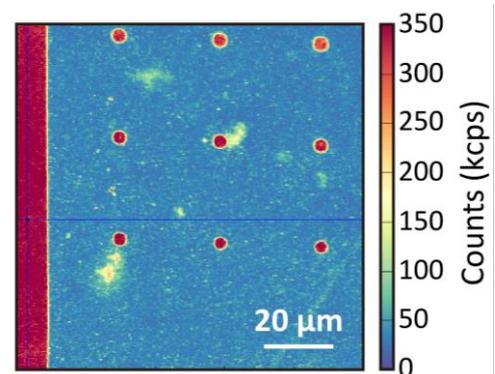


Fig. 1 CFM map of Pr implanted GaN at the dose of $3 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$. The size of dots were 3 μm and the excitation laser intensity was 0.5 mW.

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JP16K17507の助成を受けた。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 佐藤ら、第 65 回応用物理学会春季学術講演会、平成 29 年 3 月 17~20 日

6. 関連特許(Patent)

なし。