

課題番号 : F-19-AT-0040
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : GaN へのナノスケール Nd イオン注入パターン形成
Program Title (English) : Neodymium ion implantation into nanoscale regions of 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、フォトルミネッセンス

1. 概要(Summary)

窒化ガリウム半導体(GaN)にドーピングしたネオジム(Nd)は、室温でも狭い線幅で近赤外の発光を示すことから、バイオイメージングに用いる蛍光プローブとしての応用が期待できる。しかし、蛍光プローブとなるナノ粒子のサイズは直径 200 nm 以下であり、そのような微小サイズ、小アンサンブル数での Nd ドープ GaN の発光観測はこれまで報告されていない。そこで今回、GaN のナノスケール領域にイオン注入した Nd の発光検出を試み、蛍光プローブとしての実現可能性について検討した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高速電子ビーム描画装置(エリオニクス)

【実験方法】

非ドーピング GaN エピ膜に、高速電子ビーム描画装置を用いて正方形ドットパターンのレジスト膜を形成した。100 keV Nd を $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ のドーズでイオン注入後、レジスト膜を除去、1250 °C、2 分間の高速熱処理により Nd の活性化を行った。Nd 発光分布測定には共焦点レーザー走査型蛍光顕微鏡(CFM)を用いた。励起光は 620 nm とし、ロングパスフィルターを用いて $^4F_{3/2} \rightarrow ^4I_{9/2}$ 遷移に起因する 916 nm 付近の発光のみを室温で観測した。フォトルミネッセンススペクトルから、得られた発光が真に Nd 起因であることを確認した。

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 5 μm 間隔の $100 \times 100 \text{ nm}^2$ のドットパターンが Nd の発光によって再現できた。今回、最小 $60 \times 60 \text{ nm}^2$ の Nd 注入領域(約 3600 個の Nd に相当)の室温での光学的

検出に成功し、Nd ドープ GaN ナノ粒子が蛍光プローブとして十分な輝度を有することを実証した。

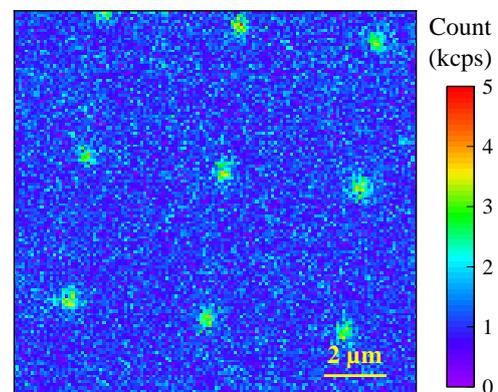


Fig. 1 CFM image of Nd implanted GaN at the dose of $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$. The designed implanted area was $100 \times 100 \text{ nm}^2$.

4. その他・特記事項(Others)

- ・本研究は JSPS 科研費 JP17KK0137、JP18H01483 の助成を受けた。
- ・佐藤平道様(産総研 NPF)に感謝します。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) S.-I. Sato *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. 58 (2019) 051011.
- (2) S.-I. Sato *et al.*, 23rd International Workshop on Inelastic Ion-Surface Collisions (IISC-23), 20-P26 (Poster), Nov. 17-22, 2019.
- (3) S.-I. Sato *et al.*, 29th Annual Meeting of MRS-J, F-O27-006 (Oral), Nov. 27-29, 2019.

6. 関連特許(Patent)

なし。