

GaN への Mg イオン高温注入時におけるビーム電流量が 欠陥導入に与える影響 II

Effect of beam current on the formation of defects by high-temperature implantation of Mg ions into GaN

○ (M1) 伊藤 佑太¹, 渡邊浩崇², 安藤悠人¹, 出来真斗⁴, 狩野絵美²,
新田州吾², 本田善央², 五十嵐信行², 田中敦之^{2,3}, 天野浩^{2,3,4,5}
名大院工¹, 名大 IMaSS², 物材機構³, 名大 VBL⁴, 名大 ARC⁵

○ Y. Ito¹, H. Watanabe², Y. Ando¹, M. Deki⁴, E. Kano²,

S. Nitta², Y. Honda², N. Ikarashi², A. Tanaka^{2,3}, and H. Amano^{2,3,4,5}

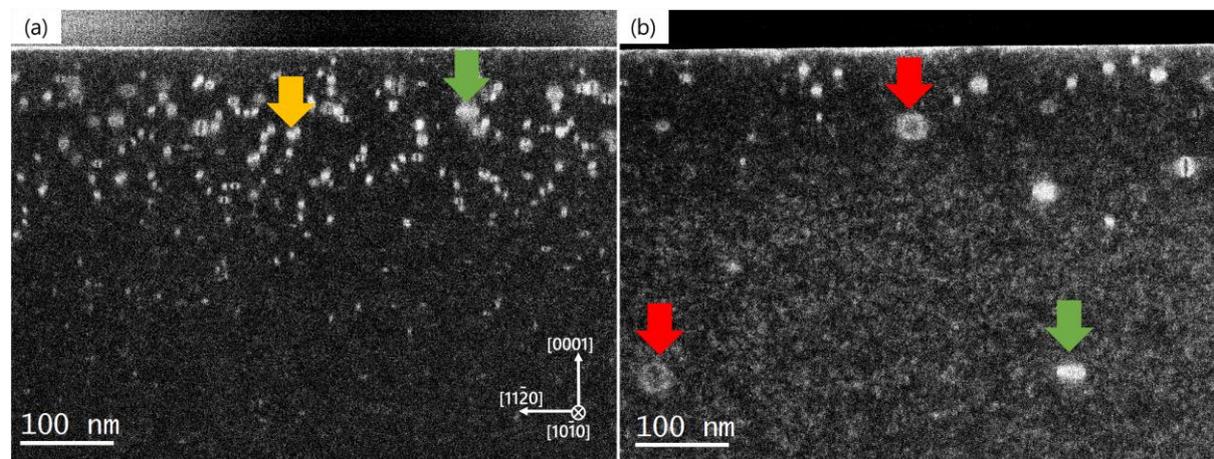
Nagoya Univ.¹, IMaSS Nagoya Univ.², NIMS³, VBL Nagoya Univ.⁴, ARC Nagoya Univ.⁵

E-mail: ito.yuta@nagoya-u.jp

【はじめに】 GaN への Mg イオン注入による任意領域の p 型伝導制御は、注入時に導入される欠陥によってアクセプタが補償されることや、Mg 偏析による Mg の不活性化が問題とされている。近年、超高圧アニールを用いることで p 型伝導制御を実現した報告例^[1]があるが、工業的には未だ p 型伝導制御は困難な技術である。そこで、我々のグループでは試料を 1100°C 付近に加熱しイオン注入を行うことで、注入時に導入される欠陥が減少することを明らかにしてきた。さらに、単位時間当たりの注入量(ビーム電流量)を低くすることで、フォトルミネッセンス評価から窒素空孔の減少と Mg 活性化率の増加が示唆されている^[2]。本実験では、異なるビーム電流量でイオン注入を行い、各試料に導入される欠陥構造を走査型透過電子顕微鏡(STEM)で観察した。

【実験】 n 型 GaN 基板上に有機金属気相成長法(MOVPE)で成長した undoped GaN に Mg イオンを注入した。Mg 濃度 $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 、深さ 100 nm の Box-profile とし、注入時の保護膜として MOVPE で AlN を両面に 50 nm 低温成長させた。注入時の試料表面温度は 1100°C に設定した。ビーム電流量は 100 μA 、及び 1 μA で注入を行った。注入時間はドーズ量が一定となるように、それぞれ 70 秒、及び 7000 秒とした。AlN 保護膜を剥離後、再度 AlN 保護膜を 100 nm 低温成長させ、1250°C で 45 秒アニールを行った。厚さ約 100 nm の断面試料を切り出し、STEM で観察した。

【結果と考察】 100 μA 、1 μA 注入ポストアニール後の STEM 暗視野像をそれぞれ、図(a)、(b)に示す。100 μA 注入で観察された欠陥の種類は主に、格子間原子型積層欠陥(黄矢印)、Mg 偏析欠陥(緑矢印)に分類された。1 μA 注入では、Mg 偏析欠陥、転位ループ^[3](赤矢印)に分類された。空孔を吸収する転位ループが形成されたことから、空孔密度の減少が強く示唆された。さらに、Mg 偏析欠陥密度が減少したことから、活性化できる Mg の増加が示された。これらの結果から低いビーム電流量で高温注入することで Mg の活性化を阻害する欠陥を抑制でき、Mg がより活性化することが支持された。本発表では、観察された欠陥の詳細について述べる。



ポストアニール後の STEM 暗視野像 (a) 100 μA 注入 (b) 1 μA 注入

[1] H.Sakurai *et al.*, Appl. Phys. Lett. **115**, 142104 (2019) [2] 伊藤他, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 11p-Z04-1 (2020)

[3] K.Iwata *et al.*, J. Appl. Phys. **127**, 105106 (2020)

【謝辞】本研究の一部は文部科学省「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発」事業 JPI005357 の委託を受け行われた