

空孔誘導 Mg 熱拡散法を用いた GaN の Mg 濃度制御

Control of Mg concentration in GaN using vacancy-induced Mg diffusion

名大院工¹, 名大 IMaSS², 名大 VBL³, 名大 ARC⁴

○ 伊藤佑太¹, 島村健矢¹, 渡邊浩崇², 出来真斗³,
新田州吾², 本田善央², 田中敦之², 天野浩^{2,3,4}

Nagoya Univ.¹, IMaSS Nagoya Univ.², VBL Nagoya Univ.³, ARC Nagoya Univ.⁴

○ Yuta Itoh¹, Kenya Shimamura¹, Hirotaka Watanabe², Manato Deki³,
Shugo Nitta², Yoshio Honda², Atsushi Tanaka², and Hiroshi Amano^{2,3,4}

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

【はじめに】局所的な p 型伝導制御は GaN 縦型パワーデバイス高耐圧化に向けて必要不可欠な技術である。これまでに、我々は当日別講演にて報告する Mg 熱拡散法を用いた p 型 GaN の作製に成功した。しかし、Mg 熱拡散法ではいずれの焼鈍条件でも Mg が一定濃度 ($2\sim 3E+18\text{ cm}^{-3}$) となり Mg 濃度制御が困難であった。一定濃度以上の高濃度 Mg 濃度制御については、Mg が Ga サイトに位置するための Ga 空孔 (V_{Ga}) を意図的に形成することが必要である。そこで、我々は N イオン注入を用いて V_{Ga} を形成し、Mg を熱拡散させる (空孔誘導 Mg 熱拡散法) ことで Mg 濃度制御を試みた。本研究では、 V_{Ga} 濃度を N 注入濃度で制御し、熱拡散後の Mg 濃度に対する N 注入濃度依存性を評価した。

【実験】アンドープ GaN に N をイオン注入した。N 分布は約 200 nm の箱型プロファイルで、N 濃度は $2.5E+19$ 、 $1.0E+19$ 、 $5.0E+18$ 、及び $5.0E+17\text{ cm}^{-3}$ である。N 注入後の試料に Mg を電子ビーム蒸着法を用いて 50 nm 堆積した。800°C で 5 分間窒素雰囲気にて焼鈍し、Mg-Ga-N 層を形成した。王水洗浄後、AlN 保護膜を 300 nm 堆積させた。Mg-Ga-N 層の Mg を N 注入領域へ拡散させるため、1300°C で 5 分間、窒素雰囲気大気圧下にて焼鈍した。AlN 保護膜を除去した後、2 次イオン質量分析を行った。また、N イオン注入時の N 注入濃度分布と V_{Ga} 濃度分布は scatGUI^[1] を用いて計算した。

【結果と考察】図(a)に、焼鈍後の Mg 濃度分布を示す。N 注入濃度の増加に伴い、最表面から深さ 200 nm 付近まで Mg 濃度の増加が確認された。図(b)に $[N]=2.5E+19$ の Mg 濃度分布、N 注入濃度分布、及び V_{Ga} 濃度分布を示す。 V_{Ga} 濃度分布に得られた計算結果に対して任意の係数として 0.01 を乗算している。試料最表面から 50~250 nm における Mg 濃度は、 V_{Ga} 濃度分布と一致していた。これは N 注入によって形成された V_{Ga} が Mg を捕獲したためと考えられ、これまで以上の Mg 活性化が期待される。以上、空孔誘導 Mg 熱拡散法を用いることで熱拡散法の課題であった高濃度の Mg 濃度制御が可能であることを明らかにした。講演では、電気・光学特性評価も含め議論する。

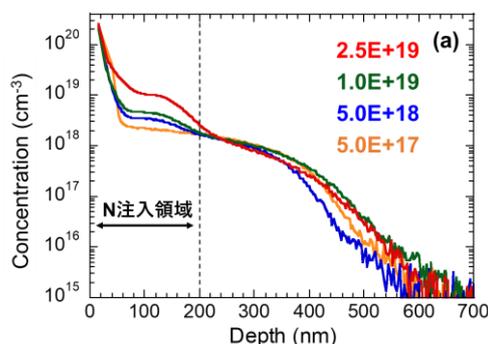


Fig. (a) Mg concentration

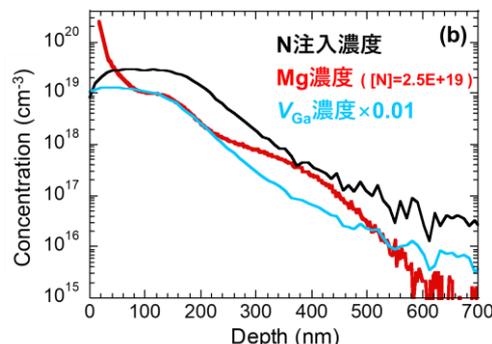


Fig. (b) Concentration of Mg, implanted N and V_{Ga}

[1] T. Nishimura *et al.*, Appl. Phys. Express **14**, 116502 (2021)

【謝辞】本研究は、文部科学省 革新的パワーエレクトロニクス創出基盤技術研究開発事業 JPJ009777 の助成を受け行われた。