

チャネリングイオン注入を用いた p 型 GaN の活性化評価

Evaluation of activation for p-type GaN by channeled implantation

(株)イオンテクノセンター ○ 須山 篤志, 川野輪 仁, 南川 英輝, 青木 正彦

Ion Technology Center ○ Atsushi Suyama, Hitoshi Kawanowa, Hideaki Minagawa, Masahiko Aoki

E-mail: suyama@iontc.co.jp

現在活発に研究開発されている縦型 GaN パワーデバイス等を実現するためには、数 μm 以上の深い領域へのイオン注入技術の確立が必要不可欠となる。チャネリングイオン注入を用いることで深い層へ低ダメージで注入をすることが期待され、これまでにチャネリング注入を用いた事例が報告されているが[1], 報告例はあまりない。我々は、今回チャネリング注入を用いて Mg 注入した GaN の p 型化をホール効果測定にて確認したので報告する。

自立 $n^+\text{GaN}$ 基板上に低濃度 Si をドーピングした n 型 GaN を、MOCVD 成長にて約 10 μm 成長させた基板を用いた。この基板に加速エネルギー:20 keV, ドーズ量: $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$, $5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ 及び $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$ の条件で Mg をチャネリング注入した。保護膜にはスパッタリングで成膜した AlN 膜(200 nm)を使用し、活性化アニールは 1300 $^{\circ}\text{C}$ において 10 分間実施した。その後、AlN 膜を薬液で除去し、電極を形成した。

また我々は MARLOWE(二体散乱モンテカルロシミュレーション)というコードを使用してシミュレーションを行っており、これにより結晶構造を反映したチャネリングや損傷を扱うことが可能である[2]。Fig.1 に加速エネルギー:20 keV, ドーズ量: $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ 条件の MARLOWE 及び SIMS プロファイルの比較を示すが、MARLOWE によってプロファイルのすそ野の広がりまで再現できていることがわかる。加速エネルギー 20 keV で注入したサンプルを室温でホール効果測定を実施したところ、 $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ 条件のサンプルで p 型判定を確認した。一方、高濃度条件($5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$, $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$)では n 型を示した。断面 TEM 像(Fig.2)から、Mg の注入量が増加するに従い欠陥量が大幅に増加していることが分かる。このことから、高濃度条件で n 型を示した要因として、窒素空孔起因の欠陥が増大していることが示唆される。その他の分析結果や活性化率などの詳細は当日報告する。

【謝辞】本研究実施のために GaN 基板をご提供頂きました、株式会社サイオクス様に深く感謝いたします。

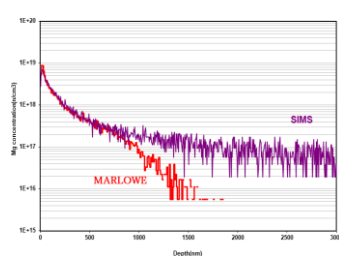


Fig.1 Mg depth profiles

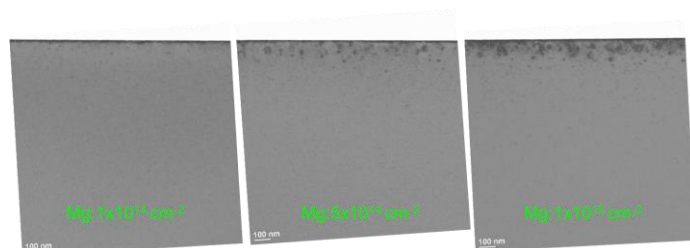


Fig. Cross-sectional TEM images

[1] Nishimura, et al., Appl. Phys. Express 14 (2021) 066503

[2] 青木正彦 応用物理 第 89 巻 11 号 (2020)