

## GaN 中への窒素による Mg のリコイルインプラントーションの試み

### Mg recoil implantation into GaN with incident Nitrogen ion

産総研 GaN-OIL, °山田 寿一, 田岡 紀之, 高橋 言緒, 清水 三聡

GaN-OIL AIST, °Toshikazu Yamada, Noriyuki Taoka, Tokio Takahashi, Mitsuaki Shimizu

E-mail: toshi.yamada@aist.go.jp

【はじめに】近年、広禁制帯幅、高絶縁破壊電界、高飽和電子速度、高熱伝導度などの優れた物性を利用する目的で、ワイドギャップ半導体が注目されている。GaN は、その中で注目されている候補の一つだが、デバイス作製に必要なプロセス技術の開発が遅れている。特に不純物ドーピング技術で用いられるイオン注入法で Mg イオンをドーピングし、P 型を作製することはかなり困難である。打ち込まれる Mg イオンが GaN バルクにダメージを与え、熱処理による活性化では回復が難しいためである。これには、打ち込み角度を低角度にしたり、イオン注入時に温度を上げたりする等の対策があるが、劇的な効果を上げていない。そこで、我々はイオン注入による p-GaN 層の形成技術の確立を目標とし、その実現のため、打ち込みイオンにより生じるダメージをさらに低減させる必要があると考え、窒素イオンによるリコイルインプラントーションを試みることにしたので、それを報告する。

【実験方法】基板は、サファイア C 面を用いた。その上に低温バッファ層を介した undoped-GaN 層に Mg ドープ (Mg イオン濃度約  $10^{20} \text{ cm}^{-3}$ ) p-GaN 層 300nm を MOCVD 法によりエピ成長させた(キャップ層として AlN 層を積層)。undoped-GaN と p-GaN との界面より少し p-GaN 側に窒素イオン打ち込み深さのピークが来るように、SRIM シミュレーションにより設定した。これにより、直接、Mg イオンを打ち込むのに比較して、p-GaN 層内部の Mg 原子が窒素イオンによりリコイル (弾き出し) され、低いダメージで undoped-GaN 中に注入されることを期待した。なお、窒素イオン注入は、室温で垂直方向から行った。

【結果】実験準備の都合上、Mg ソース層を、スパッタもしくは真空蒸着法により用意できなかったため、Mg ソース層として、エピ層積層時に Mg ドープの p-GaN 層を作製した。窒素イオンをドーズ量  $2 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$  注入したところ、Fig. 1 の SIMS 測定の結果に示すように、同図左の p-GaN 層より、undoped-GaN 側に Mg が入り込んでいることが確認できた。なお、ドーズ量  $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$  では、as-epi と同じとなり Mg 注入効果は確認できなかった。本研究は「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」(文部科学省)からの委託を受けたプロジェクトの一環として行われています。

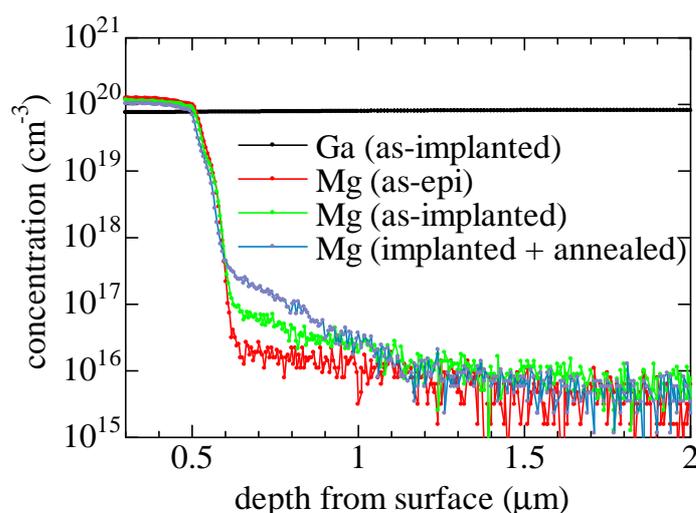


Fig.1 Depth profiles of Mg and Ga in the various processed samples by SIMS measurements