

GaN 中への窒素による Mg のリコイルインプラネーションの試み (5)

Mg recoil implantation into GaN with incident Nitrogen ion (5)

産総研 GaN-OIL¹, 産総研電子光² ○山田 寿一¹, 山田 永¹, 高橋 言緒², 清水 三聡¹

AIST-NU GaN-OIL¹, AIST ESPRIT² ○T. Yamada¹, H. Yamada¹, T. Takahashi², M. Shimizu¹

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

【はじめに】ワイドギャップ半導体の広禁制帯域幅、高絶縁破壊電界、高飽和キャリア速度、高熱伝導度などの優れた物性が注目されている。GaN は、その一つだが、いわゆる”走り物”としての実用化に大きな障害となっていた重要な基礎プロセス技術として、P 型 GaN 層のパターニング形成に用いる Mg のイオンインプラネーション技術がある。近年、名大グループは超高压化状態で熱処理することにより、世界で初めて安定した p 型結晶を作製することに成功した。今後は、上記プロセスにおける問題解決にステージが移行したと思われる。ただ、サンプルサイズの大型化、光学リソ用マーカー、絶縁膜の開発には、アニール温度が高温であるため、実用化には低コスト化も含めて未だ大きな課題が残っている。

我々は、GaN 等のワイドギャップ半導体自体が準安定状態の材料であるため、イオン注入プロセスのダメージ回復プロセスにおいて、熱アニーリングを用いる事は不可能では無いかと考えている。そこで注入衝撃をその閾値以下に低減しようと、ダメージ吸収と Mg 供給の 2 つの役割を持つ層として Mg を、GaN 層上に積層した上で、そこに窒素原子を集中的に注入し、はじき出された Mg が GaN バルク層に入るように条件を設定し、ダメージピークが Mg 層に留まるように実験している(リコイルインプラネーション)。

前回まで、インプラネーションの対比として、MOCVD 成長法のみによってノンドープ GaN 上に Mg ドープの高濃度 p-GaN 層を用意し、エピ直後と熱処理後との変化を観察した。今回は、他の変化(膜厚の変化等)にも注視した。

【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} 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)。成長後、窒素雰囲気下 1150°C でのアニールを施し、TEM 測定等を行った。図の左は、エピ直後の HAADF-STEM 像で、右は、アニール後のものである。

【結果】凝集 Mg (極性反転) が全く移動せず、P 層の膜厚が有意に増加している。凝集 Mg 以外の P 層の流動性が著しく増加したと考えられ、アニールプロセスが単純でない事を示唆している。

※本研究の一部は「省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体開発」(文部科学省)からの委託を受けたプロジェクトとして行われています。

