

GaN 基板へのイオン注入 Ion implantation into GaN

田中 亮¹⁾ 上野 勝典¹⁾
Ryo TANAKA Katsunori UENO

¹⁾富士電機株式会社

(概要)

イオン注入による GaN の導電性制御技術開発を目的として高温イオン注入実験を行った。GaN 基板に保護膜兼スルー膜として AlN を両面成膜することで、1200℃でも問題なく Mg 注入が可能であることが確認できた。一方、今回の注入条件の範囲では、高温注入による明確な特性の変化が確認できなかった。次年度は、注入条件を変えて高温注入の効果を確認すると共に、H や N などの連続注入と高温注入の効果を組合せて p 型 GaN の特性改善を図る。

キーワード：窒化ガリウム、MOSFET、イオン注入

1. 目的

パワーデバイスのさらなる特性改善のため、従来のシリコンデバイス、近年実用化されつつある SiC デバイスよりもさらにポテンシャルの高い GaN の利用が期待されている。GaN のパワーデバイス応用にはイオン注入による導電性制御が不可欠であるが、一般的に GaN へのイオン注入による p 型形成は困難であることが知られている。p 型活性化率を向上させる手法として、SiC パワーデバイスにも利用されている高温イオン注入が挙げられる。注入時のサンプル温度を上げることで、注入と同時に欠陥の回復が進行するものと考えられる。一般的なイオン注入装置の最高到達温度は 500℃程度であり、GaN でも 500℃での高温注入は検討したが、明確な効果が得られなかった。GaN は SiC よりもさらに安定な物質であり、GaN 中の欠陥を回復させるには、さらなる高温でのイオン注入が必要となる可能性がある。そこで本実験ではイオン注入による GaN の導電性制御技術開発を目的として、1000℃程度の高温イオン注入の効果を検証することとした。

2. 実施方法

n 型 GaN へ、p 型不純物である Mg をイオン注入し、活性化熱処理することで、p 型 GaN の形成を試みた。サンプルには事前に保護膜およびスルー膜として両面に AlN を成膜した。高崎研にて高温イオン注入を行い、活性化熱処理および、各種評価は別途実施した。

3. 結果及び考察、今後の展開等

今回が最初の実験であることから、まず、サンプルの表面荒れなど不具合を発生することなく注入可能な最高温度を調査するため、注入温度を 1000、1100、1200℃と増加させていった。その結果、1200℃でも目視では大きな荒れやピットの発生などなく注入できることがわかった。保護膜除去後の AFM 像より、1200℃では若干 RMS が増加しているものの、許容範囲と考えられる。また SIMS 分析より、Mg が概ね想定通りのプロファイルで注入出来ていることから、GaN サンプルへ 1200℃までは問題なく注入可能であると判断した。

TEM 分析より、1200℃注入品で、注入後に 1300℃でアニールしたサンプルと同様の大型転位が確認された。今回はビーム電流を高めにして一段辺り一分程度で注入完了するようにしたため、注入中に十分に欠陥が回復しなかった可能性がある。次年度は、ビーム電流を抑えた注入を試みる。また、温度域によって形成される欠陥種が異なる可能性もあるため、注入温度をもう少し下げた検討を行う。さらに、H や N の連続注入による欠陥への影響も確認する。