大気圧熱プラズマジェット照射による Ga 極性面 GaN にイオン注入した Mg の活性化

Activation of Magnesium implanted in Ga-face GaN layer by Atmospheric Pressure Thermal-Plasma-Jet Irradiation

広大院先端研[1]，名大未来・システム研[2]，○花房 宏明[1]，東 清一郎[1]，塩崎 宏司[2]

Hiroshima Univ.[1], Nagoya Univ.[2], ○Hiroaki Hanafusa[1], Seiichiro Higashi and Koji Shiozaki[2]

E-mail: semicon@hiroshima-u.ac.jp

序＞我々は短時間で高温熱処理が可能な大気圧熱プラズマジェット(TPJ)を用いて N 極性面 GaN 層にイオン注入した Mg の不純物活性化熱処理を行い、I-V 特性および発光の評価から PN 接合が形成されていると考えられる結果を報告した[1]。本研究ではデバイス応用に適しているものの熱的不安定性が指摘されている Ga 極性面に対して同様に Mg のイオン注入を行い TPJ による不純物活性化熱処理に取り組んだ。

実験＞GaN 自立基板の Ga 極性面に加速電圧 30 および 60keV にて総ドーズ量 1×10^{14}cm^{-2} の条件で Mg をイオン注入した。次に W 陰極と水冷 Cu 陽極を有するプラズマ源に大気圧下で Ar と N_2 ガスを流し、DC アーク放電を行うことで TPJ を発生させ、その前方で基板をスキャンさせることで加熱を行った。TPJ 照射後、Mg イオン注入面である Ga 面に Ni/Au を、N 面には Al/Ni/Au 電極を形成し、酸素雰囲気中で 5 分間のアニールを行った。TPJ のスキャン回数を 1, 5, 10, および 50 回と増やし電気特性とカソードルミネッセンス（CL）法を用いて 37K における発光特性を評価した。

結果および考察＞Figure 1 に TPJ の投入電力 P=5.5kW、基板スキャン速度 v=200 mm/s の条件で活性化アニールを施した試料における I-V 特性のスキャン回数依存性を示す。TPJ 照射回数が 1 回の時は順方向と逆方向の電流値の差が 1 桁程度であった。一方、TPJ 照射回数を増やすことで順方向電流の立ち上がりが改善し、明瞭な整流特性示された。Figure2 にイオン注入のみ、および 1、10、50 回のスキャン回数に対する CL 発光特性を示す。イオン注入のみのサンプルからは 3.46eV 近傍においてバンド端発光に起因するピークのみが観測された。一方で TPJ 照射サンプルからはドナーアクセプタ対に起因すると考えられる DAP 発光がそれぞれ観測された。特筆すべきはそれらの発光強度がスキャン回数に依存して高くなり、これは I-V 特性で得られた結果と良く整合する。このことから、スキャン回数を増やすことで Mg の活性化率がスキャン回数に依存して向上していることが予測される。また、CL 測定と同様にフォトルミネッセンス測定による DAP 発光も明瞭に観測されており、詳細は講演において報告する。

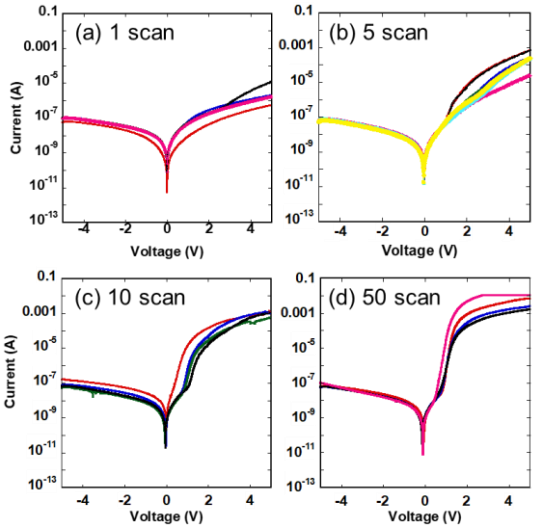

Fig. 1 I-V curves obtained from TPJ annealed sample with respect to scan cycle for (a) 1, (b) 5, (c) 10 and (d) 50, respectively.

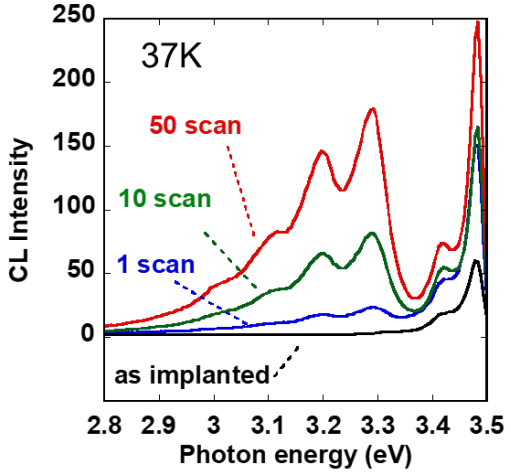

Fig. 2 CL spectra obtained from implanted and after TPJ irradiated sample.

結論＞TPJ 照射を用いて GaN の Ga 面にイオン注入した Mg の活性化熱処理を行った。その結果、Ga 面においても良好な整流特性を示す I-V 特性の取得および DAP に起因する CL 発光を観測した。これらの結果からイオン注入した Mg が活性化して P 型層が形成されていると考えられる。また TPJ 照射を繰り返し行うことで Mg の活性化が促進されていると考えられる結果を得た。これはさらなる Mg の高効率活性化に向けて重要な知見となると考えられる。

[1] 花房宏明、東 清一郎、塩崎 宏司、第 65 回応用物理学会春季学術講演会 18a-C302-12.

謝辞＞本研究はトヨタ先端技術公募研究として行われています。

© 2018年 応用物理学会