

大気圧熱プラズマジェット照射後のポストアニールによる Ga 極性面 GaN にイオン注入した Mg の活性化促進

Post Atmospheric Pressure Thermal-Plasma-Jet Irradiation annealing of Magnesium implanted in Ga-face GaN layer

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 Hanafusa¹, Seiichiro Higashi and Koji Shiozaki²

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 Ga 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表面保護膜無しで行い、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]。TPJ アニールによる不純物活性化熱処理後に RTA を施すことでさらに Mg 不純物の活性化が促進されていると考えられる結果が得られたので報告する。

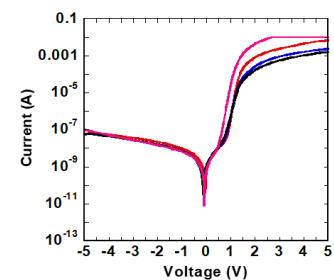
実験>GaN 自立基板の Ga 極性面に加速電圧 30 および 60keV にて総ドーズ量 $1 \times 10^{14} \text{cm}^{-2}$ の条件で Mg をイオン注入した。次に W 陰極と水冷 Cu 陽極を有するプラズマ源に大気圧下で Ar と N₂ ガスを流し、DC アーク放電を行うことで TPJ を発生させ、TPJ の投入電力 $P=5.5 \text{kW}$ 、基板スキャン速度 $v=200 \text{ mm/s}$ (加熱時間 10 ミリ秒) の条件でサンプルを 50 回往復照射することで活性化熱処理を行った。その後、RTA 装置を用いて窒素雰囲気中で $800 \sim 1100^\circ\text{C}$ 20 秒間のアニールを施した。その後、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。その後、IV 測定およびフォトルミネッセンス測定を行い、Mg 不純物活性化の評価を行った。

結果および考察

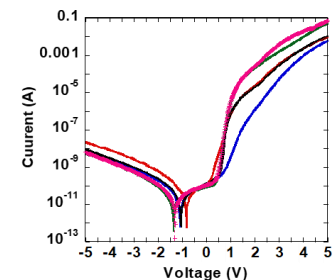
Figure 1 に TPJ アニール後に RTA を行ったサンプルの IV 特性を示す。RTA を施すことで立ち上がり電圧が 1.5V 程度から 3.0~3.5V 付近まで上昇し、加熱温度 1000°C の条件においては EL 発光を観測した。これらのことから、ポスト TPJ アニールにより更なる P 型不純物の活性化促進が示唆される。一方、TPJ 照射前に RTA を行い、その後に TPJ アニールを同じ条件で施したサンプルからは整流特性が得られなかった。すなわち、TPJ アニールを行うことでイオン注入層の結晶欠陥が回復し、熱的安定性が高まっていることが示唆される。このことにより 1000°C 程度の RTA アニールを行っても良好な整流特性が得られたと考えられる。

Figure2 に RTA 処理後の低温 PL 発光スペクトルを示す。ドナーアクセプタ対 (DAP) 発光とバンド端発光がそれぞれ観測され、RTA 温度の増大に伴い発光強度が大幅に増大した。さらにバンド端発光スペクトルのピーク分離解析により求めたアクセプタ・バンド端 (ABE) ピークとドナー・バンド端 (DBE) ピークは、明瞭に ABE 発光強度の増大を示し、Mg 不純物の活性化が進展していることが示唆される。

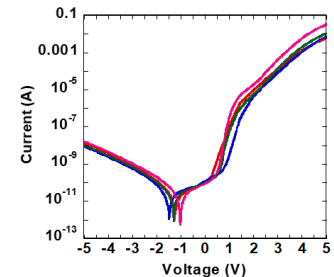
結論>GaN の Ga 面にイオン注入した Mg に対し、10 ミリ秒の TPJ アニールと 20 秒間の RTA を組み合わせることで P 型不純物の活性化が促進していると考えられる結果を得た。Mg の高効率活性化に向けて重要な知見となると考えられる。



(a) TPJ 50 scan



(b) TPJ + RTA 900°C



(c) TPJ + RTA 1000°C

Fig. 1 I-V curves obtained from as TPJ annealed sample and after RTA samples.

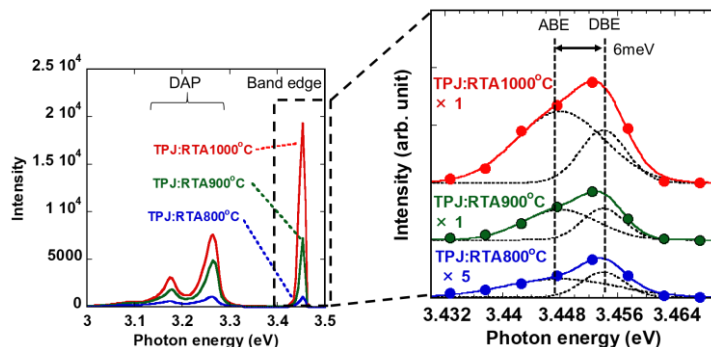


Fig. 2 PL spectra obtained from the samples of post TPJ annealing samples.

[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 19p-CE-13.