

大気圧熱プラズマジェット照射による GaN 中の Mg の活性化

Activation of Magnesium in GaN

by Atmospheric Pressure Thermal-Plasma-Jet Irradiation

広大院先端研¹, 名大未来研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>我々はこれまでに薄膜 Si の熔融結晶化や SiC 中の不純物活性化などに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) を用いた様々な高速および高温の熱処理研究に取り組んできた[1-2]。本研究では TPJ 照射によりイオン注入した GaN 中の Mg 不純物活性化熱処理を試みた。

実験>GaN 自立基板の N 面に Mg を加速電圧 30 及び 60keV にて総ドーズ量 $1 \times 10^{14} \text{cm}^{-2}$ の条件でイオン注入した。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 ガスを流しながら DC アーク放電を行うことで TPJ を発生させ、その前方に基板を移動させることで加熱を行った。投入電力(P)と TPJ-基板間距離(d)を変え到達温度を制御した。TPJ 照射は Ga 面より行い、放射温度計により Mg をイオン注入した N 面の温度を測定した。TPJ 照射後 N 面に Ni/Au を、Ga 面に 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。

結果および考察>Figure 1 に TPJ を照射した際の投入電力 P と距離 d に対する最高到達温度の関係を示す。P と d を近づけることで最高温度 1250°C まで達し、P と d を制御することで温度制御が可能であることがわかった。また TPJ 照射した際の温度変化を Fig.2 に示す。約 2 秒で 1175°C まで達し、700°C 以上の処理時間が 3 秒内とする急速な加熱が可能であることがわかった。

Figure 3 に各熱処理温度に対する I-V 特性 (5 測定点) を示す。1125°C より高い加熱処理温度で明瞭な整流特性を示し Mg 不純物が活性化していることが示唆される。しかし 1175°C においては順方向電流の低下がみられ、これは表面荒れが発生していることに起因すると考えられる。また、1125°C の加熱処理を 5 回繰り返した結果、Fig. 3 (d) に示すように順方向電流が良好に立ち上がるようになり、Mg の活性化率向上と再結合電流成分の低減が考えられる。一方、逆方向電流も増大していることから、照射回数の増大に伴う欠陥の増大も示唆される。

結論>TPJ 照射を用いてイオン注入した GaN 中 Mg の活性化熱処理を行った。極めて短時間で GaN を高温まで加熱することに成功した。また、I-V 特性の評価から PN 接合が形成されていると考えられ、繰り返し照射を行うことで Mg の活性化が促進されていると考えられる結果を得た。

[1] R. Nakashima et al., Jpn. J. Appl. Phys. **56** (2017) 06HE05. [2] H. Hanafusa et al., Jpn. J. Appl. Phys. **56**, (2017) 040304.

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。

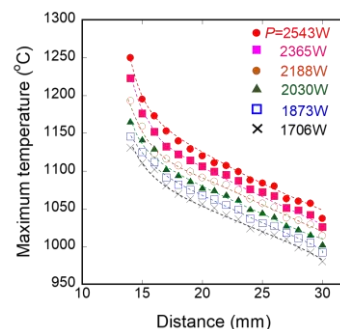


Fig. 1 Maximum wafer temperature under different P and d.

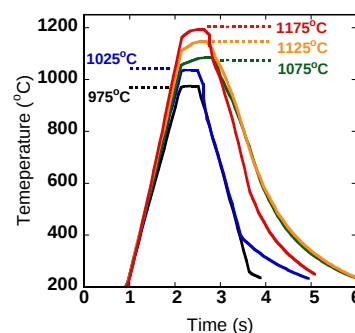


Fig. 2 Wafer temperature during TPJ irradiation.

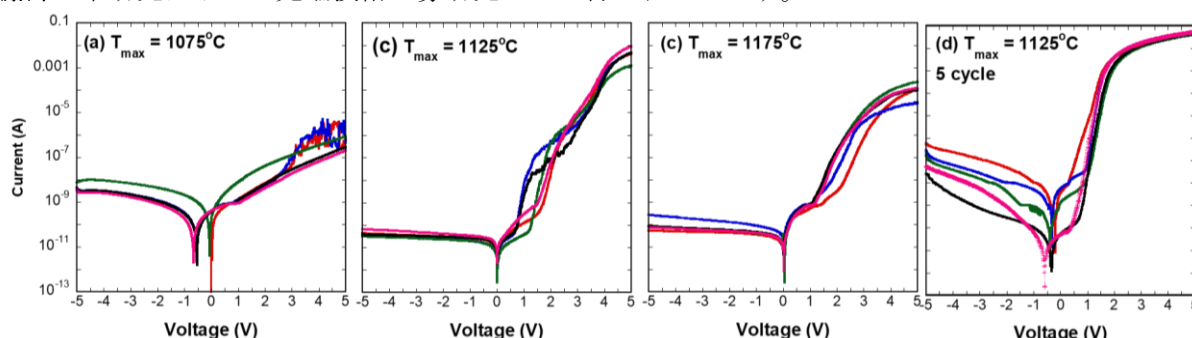


Fig. 3 I-V curves obtained from (a) $T_{\text{max}}=1075^\circ\text{C}$, (b) $T_{\text{max}}=1025^\circ\text{C}$, (c) $T_{\text{max}}=1175^\circ\text{C}$ and (d) $T_{\text{max}}=1125^\circ\text{C}$ (5 cycle).