

SiC デバイス作製プロセスに向けた 大気圧熱プラズマジェットによる大面積熱処理

Control of Thermal-Plasma-Jet Ejection Direction by Magnetic Field

for Application to SiC Annealing

広大院先端研 °寺本 憲司, 花房 宏明, 東 清一郎

Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima University

°K. Teramoto, H. Hanafusa, and S. Higashi

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

序＞我々は大気圧熱プラズマジェット(TPJ)による急速熱処理技術を用いて、シリコンカーバイド(SiC)の不純物活性化、熱酸化膜の形成などの研究を行ってきた [1-3]。しかし、TPJ には処理可能な面積が小さいという欠点がある。そこで我々は、TPJ に磁場を印加すると噴出方向が変化することによる偏向制御と回転ステージによる 4inch 基板の回転を組み合わせ、基板全面加熱に取り組んだ。しかし、三角波による一定速度での TPJ 走査では、回転速度の違いにより面内での熱処理時間の差が発生し、全面を均一加熱することが出来ないという課題があった。本研究では、電磁石に流す電流の波形を制御し、回転速度の違いを考慮した TPJ 走査を行うことにより、均熱性の向上を試みた。

実験＞TPJ の噴射口付近に四本の電磁石を交差するように取り付け、 $\pm 1A, 10Hz$ の電流を流し、TPJ の噴出方向に対し左右方向に垂直に横切る磁場を印加することで、TPJ を上下方向に走査した。電流波形は、全波整流および三角波を使用し、また、TPJ の出力(Ar flow rate : 5.0 L / min , Arc current : 152.0 A , Electrodes Spacing : 3.0 mm)及び基板間距離(40 mm)はすべて統一した状態で実験を行った。4 インチ SiC 基板に TPJ を照射しながら基板を回転ステージによって回転させた際の温度分布を、基板の加熱面の裏側からサーモグラフィで測定し、熱分布を調査した。

結果及び考察＞Fig2 に、三角波(a)、Fig1 のプラスマイナスを反転させた全波整流(b)、Fig1 内に示すような全波整流(c)の磁場を印加しつつ基板を回転(角速度 $\omega = 50$ rad/s)させた際の基板温度分布図を示す。また、図中の点線部の温度分布を Fig3 に示す。波形の違いにより、基板の熱分布に大きく差が出ていることが判明した。また、(c)の条件で全波整流を流した際に、最も高い均熱性を得られることが判明した。全波整流による磁場制御により、回転による走査も合わせた TPJ の走査速度が基板全面で一定になるため、高い均熱性を得られたのだと考えられる。しかし、(c)の条件においても基板全面において温度一定ではなく、外端よりも中心部側が高温だという結果になっている、これは、外端の方が基板の回転速度が速いため、空気による熱のロスが大きくなっているためだと考えられる。

結論＞TPJ に印加する磁場を変化させることにより、基板の熱分布に違いが見られた。基板の外端に長く TPJ が照射されるような交番磁場を TPJ に印加した際、最も高い均熱性を得ることが出来た。しかし、それでもなお基板の外端の温度が中心部よりも低くなっているのは、回転による冷却が関係していると考えられる。今後、印加する磁場の周波数や回転速度に熱分布がどのように依存するかを調査し、更なる均熱性の向上を目指す。

参考文献＞ [1] H. Kaku, et. al., Appl. Surf. Sci., 244, (2005) 8. [2] K. Maruyama, et. al., Jpn. J. Appl. Phys., 54, 06GC01-1(2015). [3] R. Ishimaru et. al., ICRP-9/GEC-68/SPP-33 (Honolulu, Hawaii, Oct.12-16, 2015), SF1 5.

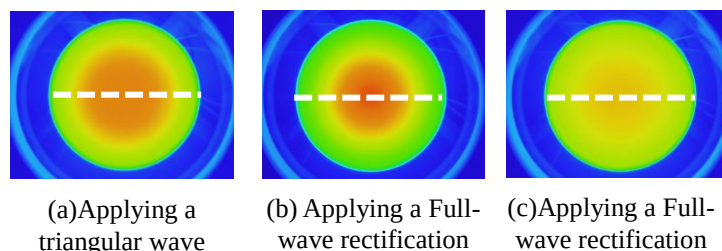


Fig2. Temperature distribution applying alternating magnetic field and rotation scanning.

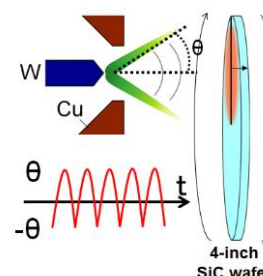


Fig1. Schematic illustration of using scanning stage with magnetic scanning.

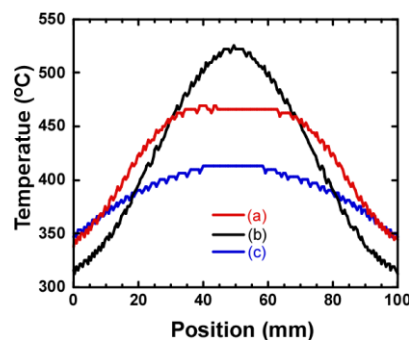


Fig3. Temperature profile