19a-PB5-6

大気圧熱プラズマジェット照射急速熱処における 4H-SiC 中の 不純物活性化と冷却速度制御 Correlation between Impurity Activation and Cooling Rate during Thermal Plasma Jet Annealing of 4H-SiC 広大院 先端研 ⁰丸山 佳祐, 花房 宏明, 村上 秀樹, 林 将平, 東 清一郎 Graduate School of Advanced Sciences of Matter, Hiroshima University [°]K. Maruyama, H. Hanafusa, H. Murakami, S. Hayashi, and S. Higashi

Email: semicon@hiroshima-u.ac.jp

序>SiC のプロセス技術研究においてハイスループットの高温熱処理技術開発が重要課題の一つとなっている。 我々は急速熱処理手法として、大気圧熱プラズマジェット(Thermal-Plasma-Jet: TPJ)照射技術に着目した[1]。 これまでに TPJ を用いた急速熱処理により、SiC ウェハを 11 秒で 1802 ℃ まで昇温でき、TPJ 照射による SiC 中 の不純物活性化を報告してきた[2]。また、TPJ は昇降温速度を精密に制御でき、特に冷却速度が Si 中の不純物活 性化に大きな影響を及ぼすことを報告した[3]。そこで本研究では Pをイオン注入した SiC ウェハに TPJ を照射し、 冷却速度と不純物活性化の関係を調べた。

実験>室温において、厚さ370 µm(エピタキシャル層: 10.5 µm)のp型4H-SiCウェハにP⁺を加速電圧15~150 keVに て注入深さ 300 nmのBoxプロファイルを、総ドーズ量:1×10¹⁶ cm⁻² の条件で多段イオン注入した。その後、表面 保護層として、100 nmのSiO₂膜をリモートプラズマ化学気相堆積法により基板温度300 ℃で形成した。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 アーク放電を行いTPJ を発生させ、 その前方で800 ℃に予備加熱したSiC ウェハを基板間距離(*d*) を30 mmから、走査ステージの往復運動を行いな がら基板をTPJ方向へ前進させ熱処理を行った。TPJ照射はウェハ裏面より行い、放射温度計によりウェハ表面

の温度を測定した($\sigma = 0.94$)。次に、SiO₂膜をエッチングした後、真空 蒸着法により堆積したNiをN₂雰囲気中で1000°C、5分間の熱処理を施 すことでオーミック電極を形成した。その後、ホール効果測定を行 った。

結果及び考察>Fig.1 に各最高到達温度(T_{max})に対するシート抵抗の 熱処理温度依存性を示す。熱処理温度の上昇と共にシート抵抗が減 少した。室温注入にもかかわらず $T_{max} = 1630 \,^{\circ}$ C において 139.5 Ω /sq の低いシート抵抗が得られた。また、Fig.2 に $T_{max} = 1500 \,^{\circ}$ C におけ るシート抵抗の冷却速度依存性を示す。冷却速度は TPJ から基板を 退避させる速度を変化することで制御し、基板温度が 1500°C か ら 1000°C にまでの速度を冷却速度と定義する。冷却速度の増加 に伴いシート抵抗が低下し、冷却速度 160 °C/s においてシート 抵抗 122 Ω /sq が得られた。各試料において原子間力顕微鏡によ り、基板表面形状を評価したところ表面形状の変化は見られな かった。冷却過程において不純物の固溶限は減少するが、急冷により 不純物の不活性化が抑制されたためと考えられる。このことから最高 到達温度だけではなく冷却速度も不純物の高効率活性化における重 要な要因の1つであることが示唆される。

謝辞>本研究の一部は広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所及び最先端・次世代研究開発支援(NEXT)プログラムの支援の下に行われた。

参考文献>[1] S. Higashi et al., Jpn. J. Appl. Phys. 44 (2005) L 108.

[2] K. Maruyama et al., Proc. 34rd Int. Symp. Dry Process (2013) 109

[3] K. Matsumoto, et. al., Jpn. J. Appl. Phys., 49 (2010) 04DA02.







Fig. 2. Sheet resistance of phosphorus-doped SiC with respect to the cooling rate during TPJ