

課題番号 : F-15-RO-0044
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 炭化ケイ素基板への高温リンイオン注入と短時間高温活性化アニールの研究
Program Title (English) : Study on high-temperature phosphorus implantation and short-time activation annealing for silicon carbide.
利用者名(日本語) : 花房宏明
Username (English) : H. Hanafusa
所属名(日本語) : 広島大学大学院先端物質科学研究科
Affiliation (English) : AdSM, Hiroshima University

1. 概要(Summary)

本研究では 4H-SiC 基板にリン(P) イオンを基板温度 300°C においてイオン注入し、大気圧熱プラズマジェット (TPJ: Thermal-Plasma-Jet) を用いて冷却速度を制御した熱処理を施すことで不純物活性化を行い、不純物活性化と結晶性に関して調査を行った。結果、4H-SiC の結晶性を維持したまま、結晶性回復して切ることを明らかにした。また、急速に冷却することで高効率に不純物が活性化することを実証した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

イオン注入装置

【実験方法】

p 型エピタキシャル層付 4H-SiC ウェハに P+ を基板温度 300°C にて総ドーズ量 $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ の条件で 200 nm のボックスプロファイルを形成するようイオン注入を行った。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°C で形成した。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 アーク放電を用いて TPJ を発生させ、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($\sigma=0.94$)によりウェハ表面の温度を測定した。その後、SiO₂ 膜をエッチングし、NiSi 電極を形成した。ホール効果測定と電子線後方散乱法 (EBSD) により結晶方位評価を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig.1 に EBSD によって得られた 4H-SiC 基板および、300°C 注入と室温注入サンプルに対して約 1630 °C の TPJ 熱処理をそれぞれ行った場合の結晶方位解析図をそれぞれ示す。熱処理後、室温注入サンプルでは 3C タイプに結晶性が変化しているのに対し、300 °C 注入サンプルにおいては 4H タイプを維持したまま結晶性回復して

いることが明らかとなった。また、TPJ 照射により約 1600 °C まで加熱し、冷却速度を変化させた実験においては冷却速度の高速化に伴う明瞭なキャリア濃度の増加が示され、最も高い冷却速度において 40% の高い活性化率が得られた。

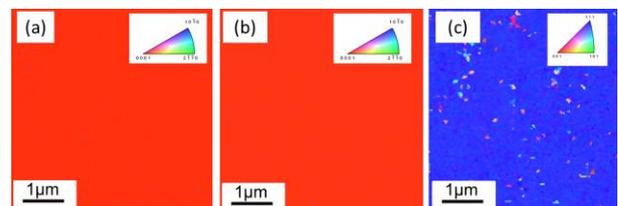


Fig. 1 Crystallographic orientation maps observed from (a) 4H-SiC (0001) epitaxial layer (pristine), (b) 300°C implanted layer with 1630°C TPJ annealing, and (c) R. T. implanted layer with 1622°C TPJ annealing.

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) H. Hanafusa, et al, "High Efficiency Activation of Phosphorus Atoms in 4H - SiC by Atmospheric Pressure Thermal Plasma Jet Annealing," Mat. Sci. Forum. (印刷中).
- (2) 花房 宏明、石丸 凌輔、東 清一郎、"大気圧熱プラズマジェット照射による高温イオン注入した 4H-SiC 中 P イオンの高効率活性化"、第 76 回応用物理学会学術講演会 15p-1A-7 (2015.9.13-16、名古屋国際会議場)。
- (3) 花房 宏明、東 清一郎、"大気圧熱プラズマジェット照射を用いた SiC 中 P 不純物高効率活性化層の結晶性評価"、先進パワー半導体分科会 第2回講演会、P-48(2015.11.9-11.10、大阪国際交流センター)。

6. 関連特許(Patent)

なし。