

Si 雰囲気アニール法による SiC トレンチ構造形状制御

Shape control of SiC trench structure by Si-vapor ambient annealing

○矢吹 紀人¹、鳥見 聡²、野上 暁¹、金子 忠昭²、北畠 真¹ (1. 東洋炭素、2. 関西学院大理工)

○Norihito Yabuki¹, Satoshi Torimi¹, Satoru Nogami¹, Tadaaki Kaneko², Makoto Kitabatake¹

(1.Toyo Tanso Co., Ltd., 2.Kwansei Gakuin Univ.)

E-mail: n_yabuki@toyotanso.co.jp

1. 概要

プレーナ構造と比較してさらなる低オン抵抗化が可能であるトレンチ構造の SiC デバイス開発が進められている。しかし、トレンチ端の鋭角部分における電界集中による耐圧低下、トレンチ側壁の表面荒れによる電子移動度低下が問題となっている。本報告では Si 雰囲気アニール法を用いた SiC ウェハのトレンチ端部形状制御と側壁・底部の表面粗さ改善効果について報告する。

2. 実験方法及び結果

SiC の活性化アニールでは、注入イオン活性化のため 1600℃以上の高温が必要となる。このような高温環境下では SiC 基板からの Si 脱離により表面荒れが発生する。一般的な表面荒れの抑制法としてはカーボンキャップ法が知られている[1]。しかし、Si 脱離の漏れや 2000℃の高温では SiC 表面とキャップ層との界面反応により表面荒れが発生するため、素子特性の劣化が懸念される[2]。我々は新規 SiC 活性化アニール技術として Si 雰囲気アニール法の開発を行ってきた[3]。本手法は予め Si ソースを付与した TaC/Ta 複合部材中に SiC 基板を設置し金属製高温真空炉にて加熱を行う。このとき、部材内壁より Si 蒸気が発生し、Si 蒸気による SiC 基板のエッチング反応； $\text{SiC(s)} + \text{Si(g)} \rightarrow \text{Si}_2\text{C(g)} \uparrow$ により表面荒れを抑制する。本報告では SiC トレンチ基板に対し、Si 雰囲気アニール法を用いた熱化学エッチングによりトレンチ形状制御と側壁・底部の表面粗さ改善効果を検討した。

実験にはエピタキシャル層付き n 型 4H-SiC (0001) Si-face 4° off 基板を用い、Al 濃度 $1 \times 10^{20}/\text{cm}^3$ 、深さ 300nm の box profile を 500℃の高温インプラにより形成した。トレンチ加工は、SiO₂をマスクとしたドライエッチングにより行った。上記で作製した SiC トレンチ基板に温度 1700℃から 2000℃、Ar 雰囲気 13.3kPa 環境下で Si 雰囲気アニールを実施した。トレンチ形状評価は走査電子顕微鏡を用いた断面観察を行い、トレンチ側壁・底部の平坦性は原子間力顕微鏡および白色干渉顕微鏡測定を用いた。1800℃における Si 雰囲気アニール前後の断面形状評価の結果を図 1 に示す。アニール時間の増加とともにトレンチ端部がラウンド化していることが確認できる。当日は Si 雰囲気アニールの温度と時間がトレンチ形状におよぼす影響とあわせてトレンチ側壁・底部の平坦性改善効果についても報告する。

本研究の一部は（国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構によるイノベーション推進事業「産業技術実用化開発助成事業」の成果である。

[1] O. J. Guy et al. Appl. Surf. Sci., 254, 2008, p.8098

[2] 矢吹 他、第 62 回応用物理学会春季学術講演会予稿集 (2015) pp13-279

[3] S Torimi, et al., Materials Science Forum Vols. 778-780 (2014) pp 673-676

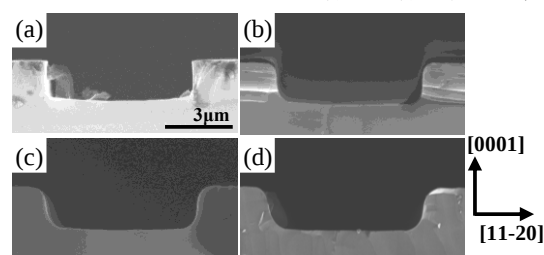


Fig. 1. Annealing time dependence of trench shape