SiC 基板表面の熱酸化速度：酸素圧力依存性

Thermal Oxidation Rate of SiC Surface: O_2 Pressure Dependence

弘前大院理工　°室野 優太，佐藤　聖能，郡山 春人，遠田 義晴

Hirosaki Univ. °Yuta Murono, Masayoshi Sato, Haruto Koriyama, Yoshiharu Enta

E-mail: h20ms125@hirosaki-u.ac.jp

はじめに　SiC 表面の熱酸化は、MOSFET 集積回路の絶縁体薄膜高品質化において重要であり、精力的に研究されている。前回我々は、1000℃以下の比較的低温での熱酸化反応の振る舞いについて報告し、4H-SiC(0001)Si 面と(000-1)C 面それぞれにおける酸化反応の活性化エネルギーについて議論した[1]。今回は、初期酸化の振る舞いを詳しく調べるため、酸化剤である酸素圧力を減圧し、酸化速度の変化を、Si 面、C 面それぞれで X 線光電子分光（XPS）により測定した。両面での酸化速度の圧力依存性に顕著な特徴があったので、その結果を報告する。

実験方法　化学機械研磨した 4H-SiC 基板の Si 面と C 面を電気炉中の石英管内に設置し、純度 99.9%の酸素ガスを①大気圧下 1 気圧、1L/min および②減圧下～300 Pa、0.1L/min で導入し熱酸化した。温度の昇温冷却中は窒素パージし、設定温度以外での酸化を抑えた。酸化温度は前回同様 400～1000℃の低温である。その後 XPS 装置に導入し、Si 2p、C 1s、O 1s 内殻準位を測定した。XPS 励起源は単色化された Al K α 線（1486.6 eV）、装置の全エネルギー分解能は約 0.4eV である。スペクトルを、スピン軌道分裂を含む Voigt 関数でピークフィッティングし、化学シフト成分を分離した後、SiO_2/Si 強度比から SiO_2 膜厚を導出した。

結果　前回、酸化初期における急速酸化領域の存在について報告したが、今回の減圧した酸化条件でも、同様の急速酸化領域が観測された。当然ながら酸化速度は、すべての酸化温度で減圧すると減少した。その変化の割合を Fig.1 にまとめる。同酸化条件での減圧下に対する大気圧下での酸化膜厚比をプロットしたもので、●印が C 面、■印が Si 面の酸化結果で、酸化時間ごとに 1 つの曲線でプロットしている。C 面は Si 面に比べ減圧による減少が大きく、さらに C 面では酸化温度が低いほどその変化は大きい一方、Si 面ではほとんど温度依存していないことが明確である。また両面で酸化時間による差はほとんどない。Si 面に比べ C 面のほうが酸化速度が大きいので酸化温度を低くしており、より低温で界面反応に律速されていると考えられるが、逆に圧力依存性が大きい結果は興味深い。当日は実験結果に基づいた酸化反応機構について議論する。

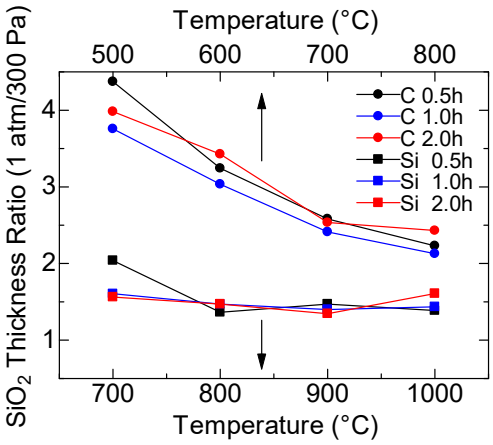

Fig. 1 SiO_2 thickness ratios at O_2 pressure of 1 atm to 300 Pa.

[1] 室野ら、2020 年 第 81 回 応用物理学会 秋季学術講演会。