

SiC 表面酸化反応の相図

Phase Diagram for the Oxidation Reaction of the SiC Surface

弘大院理工 片山遼耶、伊東翔太、[○]遠田義晴Hirosaki Univ. Ryoya Katayama, Shota Ito, [○]Yoshiharu Enta

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

はじめに SiC 基板表面の熱酸化は、Si 基板表面と同様に、SiO₂ 膜が形成される passive 領域と SiO₂ 膜が形成されず Si のエッチングが生ずる active 領域に分かれることが知られている。さらに SiC 表面は、C 原子の振る舞いの違いにより、active 領域において Si の脱離と C の表面堆積が生ずる領域 1、Si と C がともに脱離する領域 2、passive 領域において SiO₂ 膜が形成され C は脱離する領域 3、SiO₂ 膜が形成され C も基板に残る領域 4 が存在することが理論的に予想されている[1]。そこで本研究は、これら領域の存在の実験的検証を行った。その結果、SiC(0001)Si 面では領域 2 が見られないが、SiC(000 $\bar{1}$)C 面では狭い酸化条件ではあるが領域 2 が存在することがわかった。

実験方法 用いた SiC 基板は化学研磨処理した 4H-SiC(0001)Si 面と(000 $\bar{1}$)C 面である。Si 面では真空加熱により、 $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ 、 $6\sqrt{3} \times 6\sqrt{3}$ 、およびグラフェン層表面を作製、C 面ではグラフェン層が形成される前後の温度で真空加熱を行い、試料表面を準備した。X 線光電子分光(XPS)により O₂ による熱酸化中にリアルタイムで Si 2p, C 1s, O 1s 各内殻準位を測定、酸化前後室温でも測定した。XPS 励起源は単色化された Al K α 線(1486.6 eV)で、全エネルギー分解能は約 0.4 eV である。

実験結果 図 1 は SiC (000 $\bar{1}$)C 面の酸化中の、Si 2p 内殻準位化学シフトから求めた SiO₂ 膜厚、および C 1s 内殻準位化学シフトのバルク(B)とグラフェン(G)成分強度の時間発展である。酸化温度 1000°C では G 成分が消失し、SiO₂ 膜が形成されることがわかり、これは領域 3 に対応する。反対に酸化温度 1050°C では G 成分が支配的となり、表面には数層のグラフェンが形成され SiO₂ 膜はほとんどなく、これは領域 1 に対応する。一方その中間(1020, 1040°C)では、若干の SiO₂ 膜が見られるが G 成分は消失し、表面では Si と C がともにエッチング脱離する、(0001)Si 面では見られなかった領域 2 が観測されたと考えられる。

[1] Y. Song and F. W. Smith, Appl. Phys. Lett., **81** 3061 (2002); J. Am. Ceram. Soc., **88** 1864 (2005).

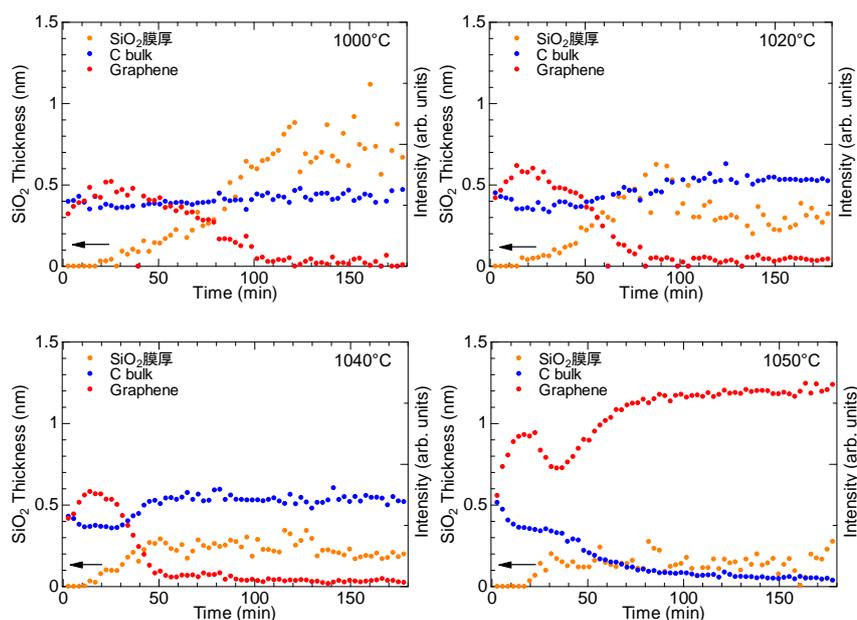


Fig. 1 Time evolutions of SiO₂ thickness and intensities of bulk and graphene components for C 1s core-level spectra during thermal oxidation with O₂ gas at 10⁻² Pa.