

In situ XRR 及び HAXPES による 4H-SiC の熱酸化過程の観察

In situ XRR and HAXPES study on thermal oxidation of 4H-SiC

高輝度光科学研究センター¹, 広島大学ナノデバイス²

○安野 聡¹, 小金澤 智之¹, 村岡 幸輔², 黒木 伸一郎²

JASRI¹, Hiroshima univ. Research Institute for Nanodevice and Bio Systems²

°Satoshi Yasuno¹, Tomoyuki Koganezawa¹, Kousuke Muraoka², Shin-Ichiro Kuroki²

E-mail: yasuno@spring8.or.jp

【はじめに】SiC は低損失、高耐圧、高温動作等の優れた特性を持つことから Si に代わる次世代パワー半導体材料の一つとして注目されている。一方で絶縁膜界面に生じる界面準位の低減に向けた課題があり、熱酸化処理を基とした異種元素の添加や雰囲気制御など様々な研究がなされている。そこで本研究では、SiC の絶縁膜形成のベースとなる熱酸化過程を詳細に調べるため、熱処理中の酸化膜厚や密度の測定が可能な in situ X 線反射率法(XRR)と絶縁膜界面の非破壊状態分析が可能な硬 X 線光電子分光法 (HAXPES) による評価を実施した。

【実験方法】評価には 4° オフ エピタキシャル層(n 型 $1.0 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$)4H-SiC 基板を用い、評価直前にフッ酸洗浄を行った。In situ XRR 測定は X 線エネルギーを 12.4 keV とし、Anton Paar 社 DHS1100 を用い、大気雰囲気において室温から 900°Cまでを 100°Cステップで測定した。1 測定に要した時間は約 10 分であった。HAXPES 測定は X 線エネルギー7.94 keV、試料法線に対して光電子の取り出し角 80°、入射角 80°の条件にて C1s, O1s, Si1s 等の内殻スペクトルを測定した。両評価ともに SPring-8 BL46XU にて測定を実施した。

【実験結果】図 1 に in situ XRR 測定の結果を示す。熱処理温度が増加するのに伴って干渉周期が短くなる傾向が認められる。挿入図には解析の結果得られた各温度の酸化膜厚を示しており、800°C近傍から急激に酸化膜の成長が進行することが分かった。図 2 には熱処理前と熱処理後(900°C in situ XRR 評価後)の HAXPES Si1s スペクトルを示している。双方とも SiC 由来のピークの裾(高結合エネルギー側)が若干広がっており、サブオキサイドが存在する事が示唆される。発表当日は基板のオフ角依存性や C 面における酸化過程の結果も併せて報告する予定である。

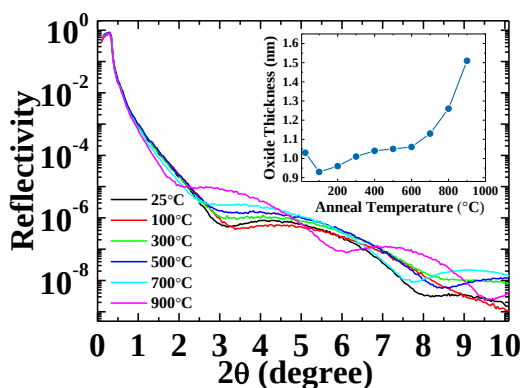


図 1 In situ XRR 測定結果
(挿入図は各温度における酸化膜厚を示す)

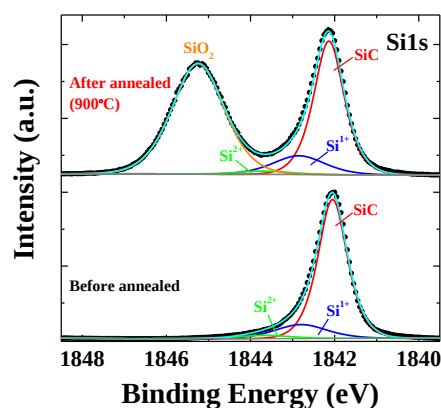


図 2 熱処理前後における Si1s スペクトル