

4H-SiC m 面上に形成された熱酸化膜の界面近傍における 微視的構造の特徴の赤外分光法による解析

Nearinterface microscopic structures of thermal oxide on 4H-SiC m-face characterized by FTIR

¹東京大学大学院工学系研究科 マテリアル工学専攻, ²(株)デンソー

○黒山 滉平¹, 平井 悠久¹, 山本建策², 金村高司², 喜多 浩之¹

¹The Univ. of Tokyo, ²DENSO CORP. *K. Kuroyama¹, H. Hirai¹, K. Yamamoto², T. Kanemura², and ¹K. Kita

E-mail: kuroyama@scio.t.u-tokyo.ac.jp

[背景および目的] SiC の熱酸化により形成される MOS 界面の電気特性は SiC 基板の面方位に強く依存している。当研究グループではこれまでに全反射減衰法(ATR)を用いたフーリエ変換赤外分光法(FTIR)による解析に基づき、4H-SiC の(0001) Si 面と(000 $\bar{1}$) C 面上の熱酸化膜には、界面近傍(<~3nm)において微視的構造の違いが見られること[1]を報告したが、(1 $\bar{1}$ 00) m 面に関しては明らかではない。無極性面である m 面上には Si と C の原子が交互に並び、Si 面や C 面とは異なる特徴を持つ界面構造となる可能性も考えられる。そこで本研究では m 面上の熱酸化膜の界面近傍における微視的構造について ATR-FTIR 法による解析を行った。

[実験手順] RCA 洗浄および HF 洗浄した n 型エピ層(ドープ濃度 ~10¹⁶cm⁻³)を有する 4H-SiC Si 面, C 面および m 面基板に、ランプ加熱炉中 1300°Cにおいてドライ O₂ 雰囲気中で膜厚~10nm の熱酸化膜を形成した後、HF 溶液中での化学エッチングと ATR-FTIR 測定を繰り返す行い、膜厚 10nm 以下の領域について膜厚の減少に伴うスペクトルの変化を評価した。なお、酸化膜厚は XPS Si2p 内殻スペクトルにおける基板と酸化膜のシグナル強度比から推定した[1]。

[結果および考察] Fig.1 に 4H-SiC m 面上の熱酸化 SiO₂による赤外吸収スペクトルを示す。Si-O-Si 結合非対称伸縮振動由来の TO および LO ピークが観測され、そのピーク位置は界面近傍(>~3nm)にて低波数側に大きくシフトすることがわかった。この結果は、m 面上においても界面近傍において SiO₂の化学状態の変化あるいは高密度化によって説明される微視的構造変化[2]が起きていることを示している。LO モードのピーク位置の膜厚減少に伴う変化を、Si 面, C 面の熱酸化膜の結果と比較した結果を Fig.2 に示す。C 面では界面近傍における構造歪みが Si 面よりも大きく、膜厚減少に伴う大きな LO ピークシフトが観察されている[1]が、m 面におけるピークシフトは C 面のものに良く似ている。界面において C 原子を取り除いて Si 原子を O で終端しようとしたときに Si-O 結合の密度が C 面同様に高くなると考えられる m 面上では、構造歪みの観点で界面構造が C 面と類似している可能性がある。ところが、Fig.3 に示す LO ピーク付近の拡大図からわかるように、<2nm の領域で 1175cm⁻¹付近に通常の LO ピークとは異なる吸収が顕在化する点が m 面上の酸化膜のみに見られる特徴であることがわかった。これは例えば、界面近傍における Si-O 結合の粗密が面内に分布していることを反映している、などと考えられる。なお、本研究の一部は、日本学術振興会科研費補助金の助成により実施された。

[参考文献] [1] H.Hirai and K.Kita, *APL* **103**,132106(2013).

[2] F.Giustino and A.Pasquarello, *PRL* **95**,187402(2005).

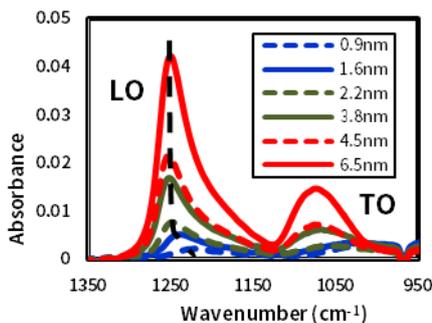


Fig.1. FTIR spectra of thermal SiO₂ on m-face.

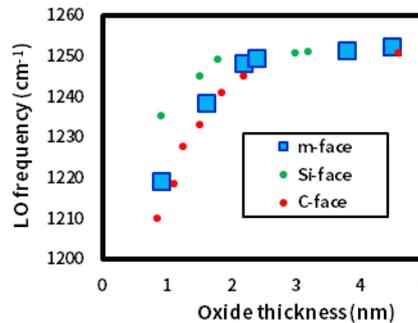


Fig.2. LO frequency shift with decreasing oxide thickness on m, Si and C-face.

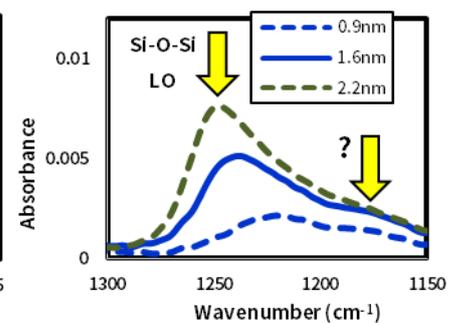


Fig.3. Magnification of FTIR spectra near LO peak in Fig.1..