

電子エネルギー損失分光法による 4H-SiC/SiO₂ 界面近傍の余剰炭素評価Excess carbon characterization near the 4H-SiC/SiO₂ interface by electron energy loss spectroscopy

富士電機 ○寺尾 豊, 広瀬 隆之, 寺西 秀明, 佐藤 英智, 瀧川 亜樹

Fuji Electric, °Yutaka Terao, Takayuki Hirose, Hideaki Teranishi, Hidenori Sato, Aki Takigawa

E-mail: terao-yutaka@fujielectric.com

【はじめに】 SiC を用いた MOSFET は次世代パワーデバイスとして期待されているが、SiC/SiO₂ 界面近傍のトラップ電荷密度が高く、チャネル移動度低下といった性能低下の問題を抱えている。界面近傍のトラップ電荷密度が高い理由の一つに、SiC/SiO₂ 界面近傍の余剰炭素が指摘されており[1]、最近、そのような存在について観測されている[1]、[2]。本研究では、電子エネルギー損失分光法 (EELS) により、SiO₂/SiC 界面近傍の余剰炭素の検出、評価を試みた。

【実験および結果】 4H-SiC 基板の (0001) Si 面、(000-1) C 面のエピ層を O₂ ドライ酸化し、それぞれ 50nm の酸化膜を形成した。収束イオンビーム (FIB) 加工により、Si 面、C 面の SiO₂/SiC 界面近傍の断面透過電子顕微鏡 (TEM) 試料を作製、SiC から SiO₂ へ SiC/SiO₂ 界面を横切るように分析点をサンプリングし、各分析点の電子エネルギー損失微細構造 (ELNES) スペクトルを抽出した。Fig. 1 に C 面 SiC の SiC と SiO₂/SiC 界面における炭素 (C-K 損失端) の ELNES スペクトルを示す。SiC 中の炭素結合は σ 結合のみであるため、炭素の K 殻 (1s) 電子が σ^* 軌道へ励起されて見える σ^* ピークのみが見られた。これに対し SiC/SiO₂ 界面では、 π^* 軌道への遷移ピーク (π^* ピーク) が見られた。これは界面にグラファイトのような π 結合をもつ炭素が存在することを示している。各分析点における ELNES スペクトルから π^* ピーク成分を分離、エネルギーで積分した値を π^* 結合成分の強度とし、SiC/SiO₂ 界面近傍での空間分布を調べた結果を Fig. 2 に示す。 π 結合をもつ炭素原子が SiC/SiO₂ 界面近傍に集中していることが分かった。当日は、Si 面での SiO₂/SiC 界面近傍の π^* 結合 C の分布も報告し、Si 面と C 面の相違について考察する。

[1] K. C. Chang et al., Appl. Phys. Lett., 77, 2186 (2000)

[2] T. Kobayashi and T. Kimoto, Appl. Phys. Lett. 111, 062101 (2017)

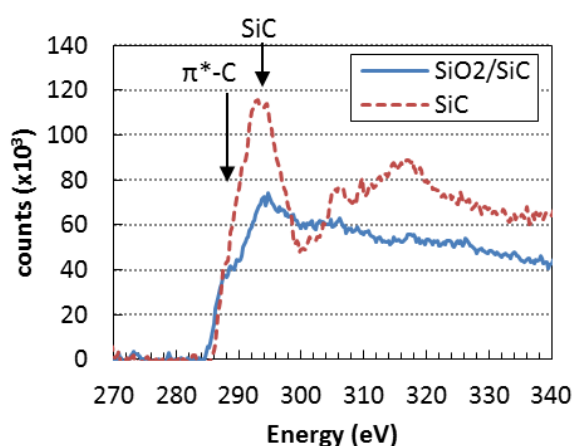


Fig. 1. The C-K edge ELNES spectra of SiC region and SiO₂/SiC interface region for (000-1)C-face SiC

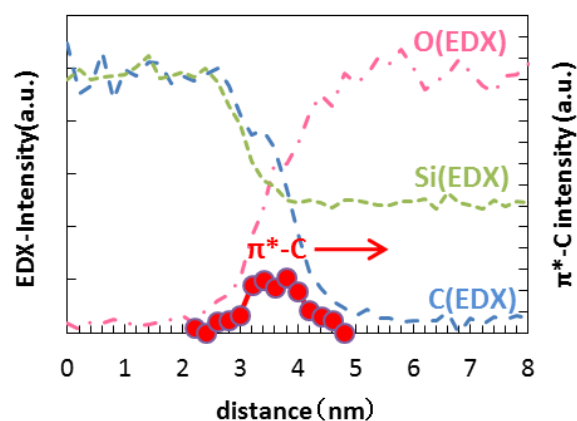


Fig. 2. The π^* -C intensity profile with Si, O and C intensity profile by EDX near the SiO₂/SiC interface for (000-1)C-face SiC