

# XAFS によるイオン照射 SiC の原子構造評価

## XAFS study of the atomic structure of ion-irradiated silicon carbide

圓谷志郎<sup>1,\*</sup>, 田口富嗣<sup>1</sup>, 好田誠<sup>1,2</sup>, 山本春也<sup>1</sup>

<sup>1</sup>量子科学技術研究開発機構高崎量子技術基盤研究所,  
〒370-1292 群馬県高崎市綿貫町 1233

<sup>2</sup>東北大学大学院工学研究科, 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻青葉 6-6-02

Shiro Entani<sup>1,\*</sup>, Tomitsugu TAGUCHI<sup>1</sup>, Makoto KOHDA<sup>1,2</sup> and Shunya YAMAMOTO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Institutes for Quantum Science and Technology (QST),  
Takasaki Institute for Advanced Quantum Science,  
1233 Watanukimachi, Takasaki 370-1292, Japan

<sup>2</sup>Tohoku University, School of Engineering, 6-6-02 Aramaki Aoba, Sendai 980-8579, Japan

### 1 はじめに

量子制御技術はIoT, AI, ビッグデータを活用し多様な社会問題を解決する切り札として期待されている。特に室温での量子情報処理に向けて、ワイドバンドギャップ半導体中のスピン操作可能な点・複合欠陥（スピン欠陥）を電気・光学的にスピン操作することで高スピン偏極を実現する量子制御技術が注目されている。SiC は室温でのスピン制御が報告されているスピン欠陥の存在が見出されている[1]。SiC は大口径・高品質な基板成長技術が確立されており、既存のシリコンテクノロジーとの親和性も高いことから、母材としての魅力がある。一方で SiC は、パワーエレクトロニクス分野においては研究が活発に行われているが、欠陥に着目した研究は活発化して間もなく、欠陥を高度に制御した高品質な材料作製や評価等の基盤技術は確立されていない。本研究はイオンビーム照射により SiC に欠陥を形成し、同 SiC の構造変化を XAFS により明らかにした。

### 2 実験

CVD 法により作製した 3C-SiC 基板に真空、室温にてイオンを照射 (200 keV, Si<sup>+</sup>) することで欠陥を形成した[2]。イオン照射は量子科学技術研究開発機構高崎量子技術基盤研究所のイオン照射施設 (TIARA) において行った。欠陥を形成した SiC は、BL27A ステーションにおいて Si K 吸収端の XAFS を Si<sub>LMM</sub> のオージェ電子収量法により測定した。これにより、欠陥が形成される SiC 表面近傍の原子構造や電子状態の変化を評価した。

### 3 結果および考察

図 1 に SiC の Si K 端 XANES スペクトルを示す。イオン照射量の増大に伴い吸収端近傍の構造が顕著に変化することが分かった。37.8 dpa 照射後のスペクトルでは SiC と SiO<sub>2</sub> のスペクトルの和として表される。

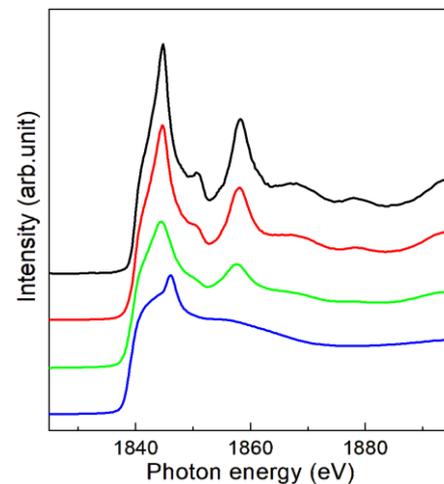


図 1 : イオン照射した SiC の Si K 吸収端 XAFS スペクトル。照射量 : 0 dpa (黒), 0.3 dpa (赤), 1.5 dpa (緑), 37.8 dpa (青)

同様の変化は XPS スペクトルにおいても観察された。Si 2p スペクトルでは (図 2(a)), イオン照射量の増大に伴い SiC 由来の構造が減少し, SiO<sub>2</sub> に起因する構造が増大した。C 1s スペクトルでは SiC 由来の構造が減少し 283.6 eV にブロードな構造が現れた。

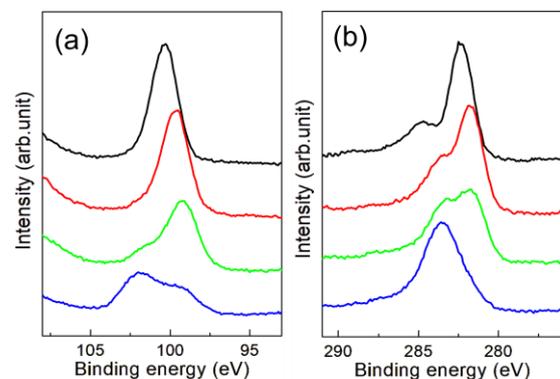


図 2 : イオン照射した SiC の(a) Si 2p, (b) C 1s XPS スペクトル。照射量 : 0 dpa (黒), 0.3 dpa (赤), 1.5 dpa (緑), 37.8 dpa (青)

#### 4 まとめ

イオン照射に伴う SiC の原子構造・電子状態の変化を XAFS により評価した。イオン照射量の増大に伴い SiC から SiO<sub>2</sub> へと構造変化することが明らかになった。

#### 参考文献

- [1] A. Gruber *et al.*, *Science* **276**, 2012 (1997).
- [2] T. Taguchi *et al.*, *Acta Mater.* **154**, 90 (2018).

\* entani.shiro@qst.go.jp