

微量軽元素のナノ構造 XAFS 解析

超伝導検出器で明らかにする半導体 SiC のナノ微細構造



大久保 雅隆

おおくぼ まさたか

m.ohkubo@aist.go.jp

計測フロンティア研究部門
研究部門長
(つくばセンター)

計測技術を分析技術に仕上げ、普及させることをミッションとしています。開発した計測装置を公開して、研究開発における計測ニーズに対応します。成功事例を蓄積して、課題解決方法を提示できる分析技術として仕上げます。超伝導検出器を X 線分析や、質量分析に応用し、普及のために、超伝導センサ IEC 国際標準化を進めています。

関連情報：

● 共同研究者

志岐 成友、浮辺 雅宏、松林 信行 (産総研)、北島 義典 (KEK 物質構造科学研究所)、長町 信治 (イオンテックノロジーセンター)

● 参考文献

[1] M. Ohkubo *et al.*: *Sci. Rep.* 2, 831 (2012); doi:10.1038/srep00831.

[2] 志岐 成友: *産総研 TODAY*, 12(3), 14 (2012).

● 用語説明

* ドーパント：デバイスの動作に必要な電気特性を発現させるために導入される微量不純物元素。

** 第一原理計算：計算対象となる物質系を構成する元素の原子番号と系の構造を入力パラメータとし、実験結果を参照しないで系の電子状態を求める計算手法。

● プレス発表

2012年11月15日「半導体炭化ケイ素 (SiC) に微量添加された窒素ドーパントの格子位置を決定」

● この研究開発は、原子力試験研究費の支援を受けて進めてきました。SC-XAFS は、高エネルギー加速器研究機構 放射光科学研究施設 (KEK PF) に設置され、ナノテクノロジープラットフォーム事業でユーザーに公開されています。

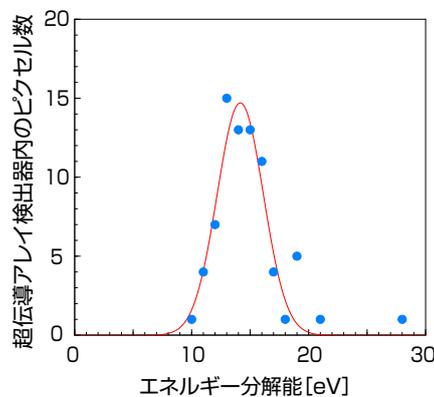
ドーパント計測の課題

炭化ケイ素 (SiC) は、一般的な半導体よりバンドギャップが広く、化学的安定性、硬度、耐熱性などに優れているため、高温動作可能な次世代の省エネルギー半導体として期待されています。しかし、ドーパント*である軽元素が SiC 結晶中のシリコン (Si) サイト、あるいは炭素 (C) サイトをどのように占めているかを計測する手段がありませんでした。ドーパントの格子位置を決定するには、X 線吸収微細構造 (XAFS) 分光法が有用ですが、大量に存在する Si、C と微量軽元素のドーパントの特性 X 線を識別することはできませんでした。

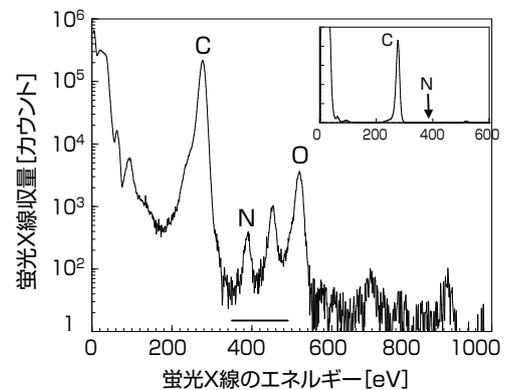
窒素ドーパントの微細構造解析

私たちは、超伝導計測技術を活用した X 線吸収微細構造分光装置 (SC-XAFS) の開発に取り組み、2011年に装置を完成させました。この装置で用いられている超伝導 X 線検出器は、半導体 X 線検出器の理論限界を超える分解能をもち、SiC 中の窒素 (N) ドーパントの XAFS スペクトルを測定できます。今回、SC-XAFS による微量 N ドーパントの XAFS スペクトルと第一原理計算との比較から、N の格子位置を決定しました。

図 (a) は、超伝導アレイ検出器の各素子のエネルギー分解能値をヒストグラムにしたもので



図(a)



図(b)

図 (a) 酸素の特性 X 線に対する超伝導 X 線検出器のエネルギー分解能

図 (b) SiC 中の微量ドーパントである N を検出した例

大量に存在する SiC 中の C のピーク (C) と微量な N のピーク (N) を識別することができる。

図 (b) の挿入図は縦軸がリニアスケールとなっており、N は微量であることがわかる。