## 光電子回折による SiO<sub>2</sub>/SiC 界面の窒素の局所構造解析

Local structural determination of N at SiO<sub>2</sub>/SiC interfaces by photoelectron diffraction

富士電機<sup>1</sup>, 奈良先端大<sup>2</sup> <sup>0</sup>森 大輔<sup>1,2</sup>, 松井 文彦<sup>2</sup> Fuji Electric Co., Ltd.<sup>1</sup>, NAIST<sup>2</sup> <sup>°</sup>Daisuke Mori<sup>1,2</sup>, Fumihiko Matsui<sup>2</sup> E-mail: mori-daisuke@fujielectric.com

SiC は Si の物性的限界を超えた高破壊耐量化、低損失化を実現できる次世代パワー半導体デバイス 材料として注目されている[1]。SiC MOSFET は現在、鉄道、自動車など多くの産業分野で用いられて いる Si-IGBT をカバーし、その置き換えにより大きなメリットが期待されている。SiO<sub>2</sub>/SiC 界面にお ける欠陥は、SiC MOSFET の移動度、及び信頼性の低下を引き起こす。欠陥を低減させる最も一般的 なプロセスは SiC/SiO<sub>2</sub> 界面への窒素(N)導入である[2]。トレンチ構造を用いる低抵抗 MOS においては N 効果の面方位依存性の制御が課題である。しかし、導入した N の原子配置が面方位によってどう異 なるのか未解明であり、面方位依存性について本質的な原子レベルの観点からは理解されていない。 界面の N 局所構造について、SiC(0001)面(Si 面)では詳細な報告がされている[3]。本稿では、未だ解明

されていない SiC(000-1)面(C面)と SiC(1-100)面(m面)にお ける N の局所構造を光電子回折 (X-ray photoelectron diffraction: XPD)を用いて明らかにした結果を述べる。

XPD では着目する原子のまわりの局所原子配列を解析 する[4]。SiC/SiO<sub>2</sub>界面のNに着目すると、Nの結合サイ ト、歪といった光電子分光(XPS)では得ることができな い情報が取得できる。例として、図(a)にSiC/SiO<sub>2</sub>界面(C 面)におけるCls及びNlsのXPDパターンを示す。Nls の極角 60°付近における 6 回対称の輝点パターン(図中 □印)はSiC基板の構造に起因するClsと類似している。 しかし、極角 30°付近のパターン(図中○印)はNlsで は非常に弱い。この結果はN原子が図(b)のようにSiC基 板最上層のC原子サイトを置換していることを示してい



Fig. (a) C 1s and N 1s XPD pattern. (b) Atomic arrangement models around N at the interface. Blue arrows indicate the XPD peaks directions [4]

る。また、輝点パターン位置の詳細な解析により N 原子が元の C サイト位置よりも 5 pm 沈んだ位置 に存在することが示された[4]。この局所構造から窒素は Si 未結合手の終端により欠陥を低減するが、 同時に MOS 移動度を低下させる界面歪みの原因となることが明らかとなった[4]。講演では、m 面の 窒素局所構造についても報告し、各面方位における局所構造の差異についても言及する。

[1] T. Kimoto, Jpn. J. Appl. Phys. 54, 040103 (2015). [2] G. Y. Chung et. al., IEEE Electron Device Lett.
22, 176 (2001). [3] T. Shirasawa, et. al., Phys. Rev. Lett. 98, 136105 (2007). [4] D. Mori, et. al., Appl. Phys. Lett. 111, 201603 (2017).