

## ダイヤモンド-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>界面のバンドアライメント分析

### Band-alignment analysis of diamond-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> interface

東芝研究開発センター<sup>1</sup>, 金沢大<sup>2</sup>, 産総研<sup>3</sup> ○宮崎久生<sup>1</sup>, 酒井忠司<sup>1</sup>, 木村重哉<sup>1</sup>, 松本翼<sup>2,3</sup>,  
長井雅嗣<sup>2</sup>, 徳田規夫<sup>2,3</sup>, 加藤宙光<sup>3</sup>, 加藤有香子<sup>3</sup>, 小倉政彦<sup>3</sup>, 牧野俊晴<sup>3</sup>, 山崎聡<sup>3</sup>

Toshiba R&D Center, Kanazawa Univ., AIST °H. Miyazaki<sup>1</sup>, T. Sakai<sup>1</sup>, S. Kimura<sup>1</sup>, T. Matsumoto<sup>2,3</sup>,  
M. Nagai<sup>2</sup>, N. Tokuda<sup>2,3</sup>, H. Kato<sup>3</sup>, Y. Kato<sup>3</sup>, T. Makino<sup>3</sup>, M. Ogura<sup>3</sup>, S. Yamasaki<sup>3</sup>

E-mail: hisao2.miyazaki@toshiba.co.jp

ダイヤモンドは、移動度、絶縁破壊電界、熱伝導率が高いことにより、高耐圧・低損失の大電力パワーデバイス用半導体として期待される。パワーデバイスの主役の一つである MOSFET については、松本ら[1,2]によって OH 終端ダイヤモンドの表面にゲート絶縁膜 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を成膜することにより反転動作が報告されたが、移動度向上、界面トラップ密度の低減が課題であり、界面の物理的理解が必要である。また、ダイヤモンドのバンドギャップは酸化物に近いいため、信頼性確保のためにはバンドアライメントの制御が重要である。そこで我々は、ダイヤモンドと Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 界面の制御を目指し、その第一段階としてバンドアライメントの評価を行った。

試料は、高温高压 Ib(111)基板上に化学気相成長(CVD)によりダイヤモンド層を 6 μm、原子層堆積(ALD)により Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を 1.5 nm したものである。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 成膜前に、酸洗浄により O(酸素)終端したもの、及び、酸洗浄後に水蒸気アニールにより OH 終端したものの両方を準備した。X 線光電子分光(XPS)によって内殻準位(ダイヤモンド: C1s, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Al2p)を測定し、その値に別途 XPS により測定した内殻準位と価電子帯端の差を加えて、価電子帯端  $E_v$  を推定した。今回の測定結果に、文献値も加えて比較すると、価電子帯側のバンドオフセット  $\Delta E_v$  は H 終端[3]、OH 終端、O 終端[4]の順に大きい(図 1)。この傾向は、これらの終端表面を持つダイヤモンドの電子親和力の計算結果[5]の傾向と一致しており、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 成膜後も成膜前の終端がある程度残存している可能性がある。一方で、理想的なダイヤモンドと Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 界面は C-O-Al 結合から成ることが期待され、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 成膜前の終端が残存していることは望ましくない。OH 終端表面を用いることに加え、表面の平滑化や最適な成膜技術の開発が必要と考えている。

[1] T. Matsumoto et al., Sci. Rep. 6, 31585 (2016).

[2] T. Matsumoto et al., Jpn. J. Appl. Phys. 57, 04FR01 (2018).

[3] J. W. Liu et al., Appl. Phys. Lett. 101, 252108 (2012).

[4] A. Maréchal et al., Appl. Phys. Lett. 107, 141601 (2015).

[5] S. J. Sque et al., Phys. Rev. B 73, 08513 (2006).

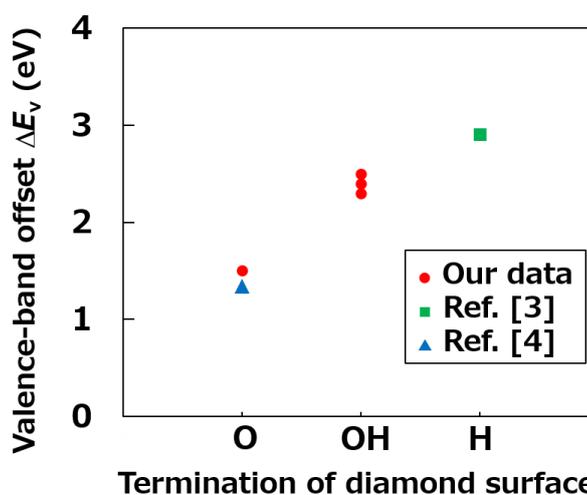


Figure 1. Trend of the valence band offset ( $E_v$ ) depending on termination of diamond surface in comparison with Refs. [3] and [4].