

Al₂O₃/β-Ga₂O₃ ヘテロ接合バンドアライメント**Band alignment of Al₂O₃/β-Ga₂O₃ heterojunctions**情報通信研究機構¹, タムラ製作所²○上村 崇史¹, 佐々木 公平^{2,1}, ワン マン ホイ¹, ダイワシガamani キルシナムルティ¹,倉又 朗人², 山腰 茂伸², 東脇 正高¹NICT¹, Tamura Corp.²○Takafumi Kamimura¹, Kohei Sasaki^{2,1}, Man Hoi Wong¹, Daivasigamani Krishnamurthy¹,Akito Kuramata², Shigenobu Yamakoshi², and Masataka Higashiwaki¹

E-mail: kamimura@nict.go.jp

酸化ガリウム(Ga₂O₃)は、SiC, GaNよりも更に大きなバンドギャップ E_g (4.6~4.9 eV)を持つワイドギャップ半導体である。また、比較的容易かつ安価に単結晶基板の量産が期待できることから、次世代パワーデバイスへの応用が期待される。我々は、前回、Si イオン注入を用いた Ga₂O₃ MOSFET の作製と評価、さらにその電気的特性評価の結果について報告を行った [1-3]。今後、更に開発を進めていくより複雑な素子設計、動作解析においては、実際の絶縁膜/半導体界面におけるバンドアライメントを知る必要がある。今回、X 線光電子分光(XPS)解析と、絶縁膜漏れ電流の Fowler-Nordheim (F-N) トンネルモデル解析の 2 つの異なる方法を用いて、Al₂O₃/Ga₂O₃ ヘテロ接合バンドアライメントを見積もったので報告する[4]。

Si ドープ n 型 β-Ga₂O₃ (010) 基板と、基板上にプラズマ原子層堆積装置(ALD)で Al₂O₃ 薄膜を堆積した試料に対して XPS 測定を行った。得られた Al₂O₃ と Ga₂O₃ の内殻準位 (O 1s, Al 2p, Ga 2p_{3/2})、伝導帯の底 E_c 、価電子帯の頂上 E_v の大小関係から、Al₂O₃ のバンドギャップは 6.8 ± 0.2 eV、伝導帯オフセット ΔE_c 、価電子帯オフセット ΔE_v は、各々 1.5 ± 0.2 eV, 0.74 ± 0.2 eV であることを得た。

Fig. 1 に漏れ電流解析用の試料構造を示す。試料は以下のように作製した。Si ドープ(3×10^{18} cm⁻³) n 型 β-Ga₂O₃ ($\bar{2}01$)基板の裏全面に、Si イオン注入(5×10^{19} cm⁻³)を行い、続いて、N₂ 中 950℃で 30 分間活性化アニールを行った。Ti(20 nm)/Au(230 nm)を蒸着後、N₂ 中 450℃で 1 分間アニールし、オーミック電極(カソード)を作製した。次に、基板表面にプラズマ ALD により Al₂O₃(20 nm)を堆積し、さらに Au(250 nm)を蒸着、リフトオフしアノード電極(ϕ 200 μm)を作製した。Fig. 2 に、ゲート漏れ電流の F-N プロットを示す。図中点線で示した傾きと F-N トンネルモデルから、 ΔE_c は 1.6 ± 0.2 eV と見積もられた。

上述の評価結果から求めた物性値とそれまでの報告値を既知のパラメーターとし、Al₂O₃ の E_c と Au のフェルミ準位 E_F の差のみをフィッティングパラメータとして、ポアソン方程式シミュレータを用いてバンドアライメントを計算した結果を Fig. 3 に示す。

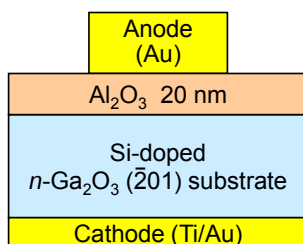
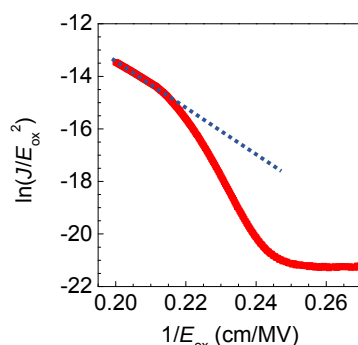
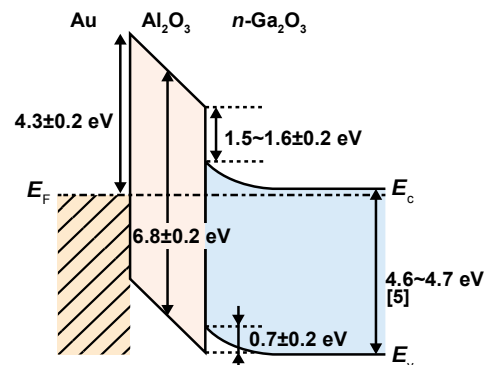
[1] 東脇他、第61回応物春季学術講演会 20a-D8-3.

[2] M. Higashiwaki et al., IEDM Tech. Dig., 707 (2013).

[3] M. H. Wong他、第61回応物春季学術講演会 20a-D8-4.

[4] T. Kamimura et al., Appl. Phys. Lett. 104, 192104 (2014).

[5] T. Onuma et al., Appl. Phys. Lett. 103, 041910 (2013).

Fig. 1 Schematic cross section of Ga₂O₃ MOS diode.Fig. 2 F-N plot of leakage current for Ga₂O₃ MOS diode.Fig. 3 Estimated band alignment of Al₂O₃/n-Ga₂O₃ hetero junction.