

α - $\text{Ir}_2\text{O}_3/\alpha$ - Ga_2O_3 ヘテロ pn 接合のバンドアライメント評価

Study on band alignment at α - $\text{Ir}_2\text{O}_3/\alpha$ - Ga_2O_3 hetero-pn-junction

韓 欣一¹, 竹本 柊¹, 金子 健太郎^{1,2}, 四戸 孝², 藤田 静雄¹

(1. 京大院工、2. 株式会社 FLOSFIA)

°Shin-ichi Kan¹, Syu Takemoto¹, Kentaro Kaneko¹, Takashi Shinohe², Shizuo Fujita¹

(1. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. FLOSFIA INC.)

E-mail: han.xinyi.62r@st.kyoto-u.ac.jp

近年、次世代パワーデバイス材料としてワイドバンドギャップ半導体が期待されている。その中でも、炭化シリコン(SiC)や窒化ガリウム(GaN)に比べて大きなバンドギャップ値を持つコランダム構造酸化ガリウム(α - Ga_2O_3)が注目されている。酸化ガリウムはショットキーバリアダイオードでは良好な特性を示しているが、p型半導体の作製が可能となればJBS (Junction Barrier Schottky) 構造や MOSFET の p 型ウェル層、PiN ダイオード、IGBT 等、より高性能なパワーデバイスの実現が見込まれる。我々は、 α - Ga_2O_3 と良好なヘテロ接合を形成可能な p 型半導体としてコランダム構造酸化イリジウム(α - Ir_2O_3)に注目した研究を進めている。 α - Ir_2O_3 はホール効果測定で明瞭な p 型伝導を示し^[1]、 α - Ga_2O_3 と同じコランダム構造を持つ^[2]。 α - $\text{Ir}_2\text{O}_3/\alpha$ - Ga_2O_3 間の格子ミスマッチは 0.3%であるため、良質なヘテロ接合が形成可能であり、実際に α - $\text{Ir}_2\text{O}_3/\alpha$ - Ga_2O_3 ヘテロ pn 接合を作製し、電流電圧特性において整流性が確認された^[3]。また、 α - Ga_2O_3 との混晶である α -($\text{Ir}_{1-x}\text{Ga}_x$) $_2\text{O}_3$ を作製することによりキャリア密度の低減が可能である^[4]。

しかし、 α - Ir_2O_3 の物性は未知の部分が多く、 α - Ir_2O_3 を用いたパワーデバイスや α - $\text{Ir}_2\text{O}_3/\alpha$ - Ga_2O_3 ヘテロ pn 接合ダイオードへの応用を実現するためには、 α - Ir_2O_3 のバンド構造や接合界面の電子状態を決める重要な因子であるバンドオフセットを明らかにすることが重要となる。

本研究では、 α - Ir_2O_3 薄膜の電気特性解明のため、ミスト CVD 法によりサファイア基板上に 3 つのサンプル(1) α - Ga_2O_3 (>300 nm), (2) α - Ir_2O_3 (>20 nm)/ α - Ga_2O_3 (300 nm), (3) α - Ir_2O_3 ($\approx$ 5 nm)/ α - Ga_2O_3 (300 nm)をそれぞれの条件で作製し、X 線光電子分光法(XPS)測定を用いて α - $\text{Ir}_2\text{O}_3/\alpha$ - Ga_2O_3 ヘテロ構造における、伝導帯バンドオフセット ΔE_C および価電子帯バンドオフセット ΔE_V を導出した。この際に、O 1s 軌道のスペクトル形状およびピーク位置からバンドギャップを算出するのは困難であったため、分光透過率測定による τ_{auc} プロットでの光学バンドギャップ値算出を採用した。算出された、 α - $\text{Ir}_2\text{O}_3/\alpha$ - Ga_2O_3 ヘテロ構造のバンドアライメントを図 1 に示す。各オフセット ΔE_C , および ΔE_V はそれぞれ、1.0 eV, 3.3 eV と算出された。この結果より、 α - $\text{Ir}_2\text{O}_3/\alpha$ - Ga_2O_3 はタイプ II 型のヘテロ構造を示すことが判明した。

当日は、 α -($\text{Ir}_{1-x}\text{Ga}_x$) $_2\text{O}_3/\alpha$ - Ga_2O_3 界面のバンドアライメント解析を含めた詳細および本実験で得られた知見である α - Ir_2O_3 の p 型伝導の起源について発表予定である。

本研究の一部は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の助成事業の結果得られたものである。

[1]金子健太郎, *et al.*, 第 64 回応用物理学会春季学術講演, (2017) 16p-P8-19.

[2]R. K. Kwar, *et al.*, Appl. Surf. Sci. **206**, (2003) 90.

[3]金子健太郎, *et al.*, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演, (2018)

[4]S. Kan, *et al.*, MRS Fall Meeting & Exhibit, (2017) EM04.09.14

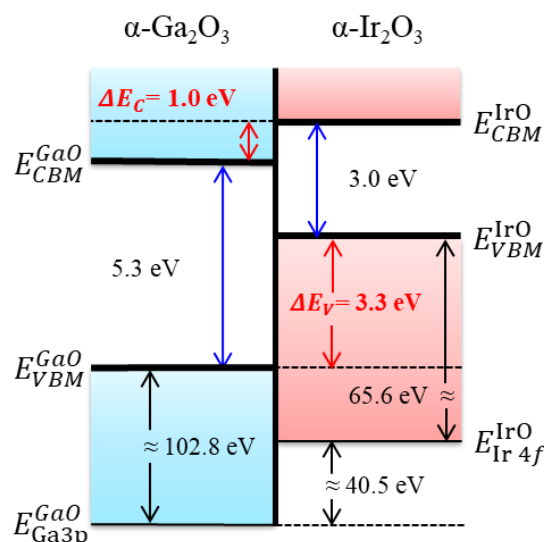


Fig.1 Band alignment of α - $\text{Ir}_2\text{O}_3/\alpha$ - Ga_2O_3 determined by X-ray photoelectron Spectroscopy