

β -Ga₂O₃ 単結晶光電極の特性評価Characterization on β -Ga₂O₃ Single Crystal Photoelectrodes東工大院理工¹, 東大院理², タムラ製作所³, 光波⁴, 元素戦略⁵○大島 孝仁¹, 神永 健一², 増子 尚徳¹, 向井 章¹, 佐々木 公平³, 増井 建和⁴, 倉又 朗人³, 山腰 茂伸³, 大友 明^{1,5}Tokyo Tech¹, Univ. of Tokyo², Tamura Corp.³, KOHA Co., Ltd⁴, MCES⁵○T. Oshima¹, K. Kaminaga¹, H. Mashiko, A. Mukai¹, K. Sasaki², T. Masui³, A. Kuramata², S. Yamakoshi², A. Ohtomo^{1,5}

E-mail: t-oshima@apc.titech.ac.jp

【はじめに】近年, 人工光合成を目指した光触媒の研究が盛んに行われている. 特に, 単結晶や薄膜を利用した光電極は, 補助電圧により反応を促進できるなど, 粉末触媒には無い機能性を有している. その中でもワイドギャップ半導体は, 高い酸化または還元能を有しており多種の物質を合成, 分解できる. β -Ga₂O₃ はバンドギャップ(4.8 eV)を持ち化学的に安定であることから, その光電極としての機能に興味を持たれるが, 粉末触媒に関する報告が数件あるのみであった. そこで我々は, β -Ga₂O₃ 単結晶光電極を作製し, 水溶液中で詳細に評価した.

【実験】(010) β -Ga₂O₃ 単結晶の裏面にオーミック電極を形成し光電極とした. 対極には Pt, 参照電極には Ag/AgCl を用いて三電極式の光電気化学セルにて各種評価を行った.

【結果】Fig. 1(a)に光電極に対する Mott-Schottky プロットを示す. 電位 E の減少とともに空乏層厚が減少し容量 C_s が増大する一般的な n 型半導体の特性を示した. プロット傾きから求めたキャリア濃度は $4.0 \pm 0.1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ であった. 容量無限大に対応する電位を外挿してフラットバンド電位 E_{fb} を求めたところ, Fig. 1(b)に示すように pH に対して線形に推移した. その傾きは $-57 \pm 2 \text{ mV/pH}$ であり, 表面における平衡($\text{Ga-OH} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{Ga-O}^-$)の pH 依存性から導かれる -59 mV/pH とよい一致を示した. 伝導帯端(E_c)と価電子帯端(E_v)は, H^+/H_2 , $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ の酸化還元電位を包含し, ポテンシャル差はそれぞれ 1.1, 2.5 V であった. 他のワイドギャップ半導体と比較して, β -Ga₂O₃ は大きな触媒活性を持つと期待される(Fig. 2). 発表では, 深紫外線照射による水分解についても報告する.

【謝辞】電気化学セル作製について助言いただいた東大リップマーミック准教授, 測定にご協力いただいた東工大 和田雄二教授, 山中一郎教授, 米谷真人助教, イドゥアン氏に感謝致します.

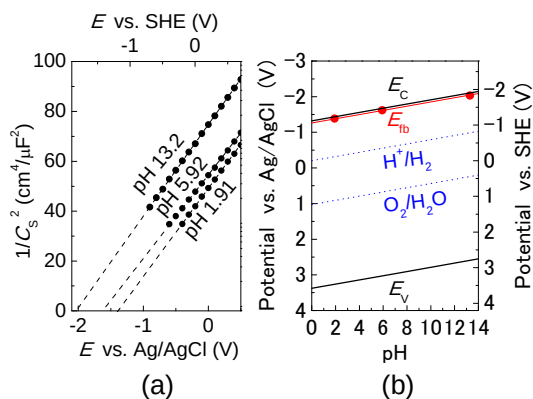


Fig. 1 (a) Mott-Schottky plots for the β -Ga₂O₃ photoelectrode. (b) Band-edge potentials of the photoelectrode.

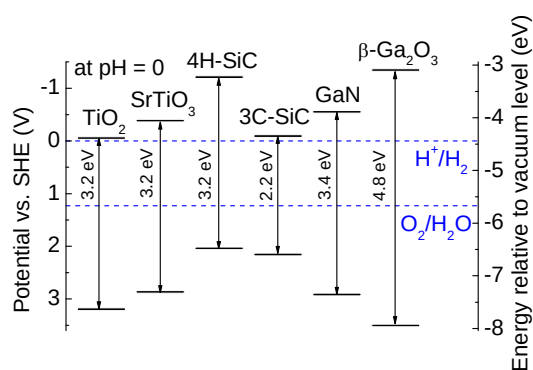


Fig. 2 Band lineup of wide-band-gap semiconductors.