

両極性をもつ新しいワイドギャップ半導体 $\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ New wide gap oxide semiconductor $\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ with bipolarity in conduction産総研¹, 東京理科大² ○菊地 直人¹, 池田 紳太郎², 三溝 朱音², 相浦 義弘¹, 西尾 圭史²AIST¹, Tokyo Univ. Sci.², °N Kikuchi¹, S. Ikeda², A. Samizo², Y. Aiura¹, K. Nishio²

E-mail: naoto-kikuchi@aist.go.jp

p型を示す透明酸化物半導体(TOS)は、酸素2p軌道由来の価電子帯上端(VBM)の強い局在性のため実現が難しかった。これまでに報告された CuAlO_2 に代表されるデラフォサイト系酸化物は Cu 3d 軌道と O 2p 軌道の混成により VBM に重金属の d 成分を導入し、 LnCuOCh (Ch=S, Se) に代表されるオキシカルコゲナイドは VBM 近傍に O 2p よりも遍歴的な S 3p や Se 4p 成分を導入し、その局在性を弱めている。ここで n 型 TOS である In_2O_3 や ZnO は、その伝導帯が相対的に軌道半径の大きく等方的な金属の s 軌道 (In 5s, Zn 4s) から構成されており、報告されている p 型 TOS よりも高い移動度が実現できている。つまり、価電子帯にも金属の s 軌道を導入することが出来れば従来の p 型 TOS よりも構造の乱れに鈍感であるとともに高い移動度を実現できる可能性があり、川副らは電子配置が $d^{10}s^2$ となるような In^+ , Sn^{2+} , Sb^{3+} を含む化合物の p 型化にすでに言及している¹⁾。近年、我々は $d^{10}s^2$ の電子配置をもつ Sn^{2+} を含む新しいワイドギャップ半導体 $\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ に注目し、p 型および n 型の両極性のキャリアタイプの制御に成功した。

図1は $\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ 粉末の拡散反射スペクトル(a)とそこから直接許容遷移を仮定して求めた Tauc プロット(b)を示す。Tauc プロットから見積もられたバンドギャップ E_g は 3.0 eV であった。表1に p 型と n 型を示した試料の電気物性をまとめたものを示す。試料は圧粉体(相対密度~60%)であるため、移動度は高くないと考えられる。キャリア生成は、p 型については主に Sn^{4+} が Ta サイトを置換した構造欠陥(Sn'_{Nb})が、n 型については酸素欠損(V_O)が重要であると考えている。本講演では新材料の探索の背景を含めワイドバンドギャップ半導体 $\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ の特徴を発表する予定である。

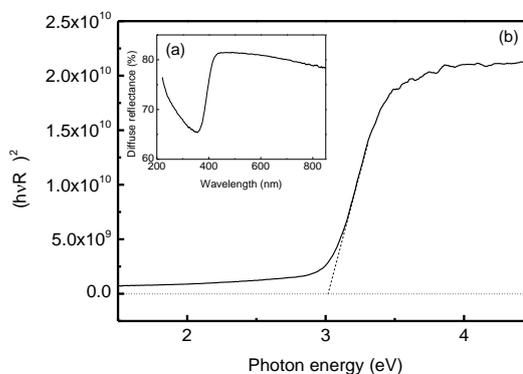


図1 p 型 $\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ 粉末の拡散反射スペクトル(a)と Tauc プロット(b)

表1 p 型または n 型を示す $\text{Sn}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ の電気物性

Sample	Resistivity (Ωcm)	Carrier density ($/\text{cm}^3$)	Mobility (cm^2/Vs)	Seebeck coefficient ($\mu\text{V}/\text{K}$)
p-type	2.1×10^2	1.4×10^{18}	0.028	+9.0
n-type	1.9×10^3	5.7×10^{15}	0.61	-47

1) H. Kawazoe *et. al*, *MRS Bulletin* 25(8), 28 (2000)