

配向を制御した $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の半導体光電極特性Semiconductor-photoelectrode properties of orientation-controlled  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> films東工大院理工<sup>1</sup>, 元素戦略<sup>2</sup> ◦増子尚徳<sup>1</sup>, 吉松公平<sup>1</sup>, 大島孝仁<sup>1</sup>, 大友明<sup>1,2</sup>Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Tech.<sup>1</sup>, TIES and MCES<sup>2</sup>◦Hisanori Mashiko<sup>1</sup>, Kohei Yoshimatsu<sup>1</sup>, Takayoshi Oshima<sup>1</sup>, Akira Ohtomo<sup>1,2</sup>

E-mail: mashiko.h.aa@m.titech.ac.jp

【はじめに】近年、太陽光利用を目的とした半導体電極による水分解ソーラー水素製造の研究が盛んに行われている。 $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、安価で豊富な資源を利用でき、可視光吸収することから有望な光電極材料として注目されている。コランダム型構造の $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>は、*c*面内で光キャリアの拡散が大きいことから、これを利用した樹状ナノ結晶光電極が提案されている[1]。一般にナノ結晶で異方性の効果を定量的に評価することは難しい。そこで、我々は配向制御された $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の薄膜を作製し、半導体光電極特性の結晶面依存性を調べたので報告する。

【実験】*c*, *a*, *m*面 sapphire 基板の上に、パルスレーザー堆積法により成長温度 600–740°C, 酸素分圧 1.0 mTorr 下で Ta (3 at.%) ドープ SnO<sub>2</sub> 薄膜を約 80 nm, その上に $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜を成長温度 500 または 740°C で約 45 nm 成長させた。X 線回折 (XRD) により結晶構造を評価した。半導体光電極特性については、Xe ランプ照射下 0.1 M NaOH (pH = 13) 水溶液中で、 $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜を作用極, Pt 線を対極, Ag/AgCl を参照極としてサイクリックボルタンメトリー (CV) により評価した。

【結果】Fig. 1 に作製した薄膜の XRD パターンを示す。*c*, *a*, *m*面 sapphire 基板の上に下部電極 Ta:SnO<sub>2</sub> を中間層として、*c*, *a*, *m*軸配向した $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が得られていることがわかる。今回作製した半導体電極、及び以前報告した Pt 上に *c* 軸配向した $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 電極 (成長温度 500°C [2]) の CV 曲線を Fig. 2 に示す。また、CV 曲線の傾き  $dI/dV$  から見積もったコンダクタンスの極大値を挿入図に示す。*c* 軸配向の $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 電極について、Pt 上よりも Ta:SnO<sub>2</sub> 上の方が大きな  $dI/dV$  値を示した。これは Ta:SnO<sub>2</sub> を用いることで高温成長が可能となり、結果として結晶性が向上したためと考えられる。さらに、*a* および *m* 軸配向膜ではより大きな  $dI/dV$  値が得られた。このことは、*c* 面に平行な配向軸方向で光キャリアの取出しが容易になったためと考えられる。

[1] A. Kay et al., J. Am. Chem. Soc. **128**, 15714 (2006).

[2] 増子尚徳 他, 2013 春応物 30a-F2-6

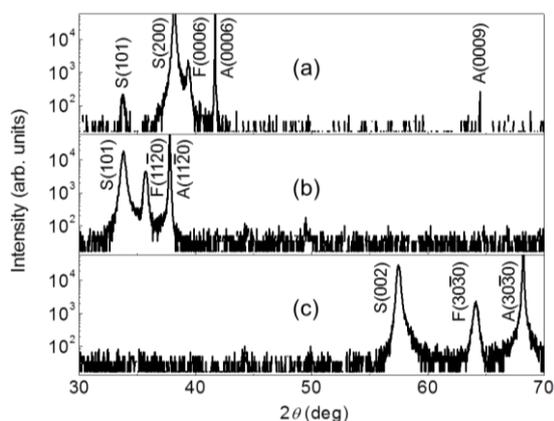


Fig. 1. XRD patterns of  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Ta:SnO<sub>2</sub> on (a)*c*-, (b)*a*-, and (c)*m*-face sapphire substrates, respectively. (F:  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, S: Ta:SnO<sub>2</sub>, A: sapphire)

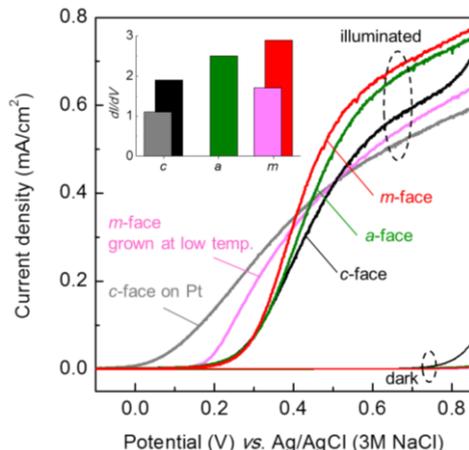


Fig. 2. Cyclic voltammograms of  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> semiconductor electrodes in the dark and under Xe lamp light illumination. Inset is histogram of  $dI/dV$ .