

パルスレーザー堆積法による Al 置換 α - Fe_2O_3 光電極の作製と光電気化学特性

Fabrication of Al-substituted α - Fe_2O_3 photoelectrodes by pulse laser deposition and their photoelectrochemical properties

東大院工, °周 行, 張 博棟, 関 宗俊, 田畑 仁

Univ. of Tokyo, °Hang Zhou, Bodong Zhang, Munetoshi Seki, Hitoshi Tabata

E-mail: zhou@bioxide.t.u-tokyo.ac.jp

太陽光水分解による水素製造の高効率化に向けて、可視光応答型の光触媒・半導体光電極の開発が進められているが、未だ決定的な物質は見出されていない。ヘマタイト(α - Fe_2O_3)は無毒、安定、低価格かつバンドギャップが比較的に小さいため($E_g \sim 2.1\text{eV}$)、有望な候補材料として注目されている。しかしながら、ヘマタイトの伝導帯下端は水の還元電位より下に位置するため、太陽光水分解を引き起こすために外部電圧の印加が必要となってしまう。そこで、本研究ではヘマタイトの Fe の一部を Al に置換することにより、伝導帯下端位置の制御と光電気化学特性の改善を試みた。

薄膜はパルスレーザー蒸着法(PLD)により α - Al_2O_3 (110)基板上に作製した。ターゲットは α - Fe_2O_3 に α - Al_2O_3 を適切なモル比で混合して作製した焼結体を用い、基板温度 700°C 、酸素分圧 0.1 Pa の条件の下で製膜した。薄膜試料の X 線回折パターンを Fig. 1 に示す。ヘマタイトの(110)ピークが Al 濃度の増大とともに高角側にシフトすることを確認した。Fig. 1 の挿入図のように、薄膜の格子定数は Vegard 則に従うことが分かり、Al はコランダム結晶構造の中で Fe を置換していることが示唆された。Fig. 2 は薄膜試料の I-V 曲線を示す。光電気化学測定用の下部電極層には、PLD により蒸着した TTO (Ta-doped SnO_2)薄膜を用いた。また、電解液には 1M の NaOH 水溶液を用い、光源として Xe ランプ (朝日分光、LAX-103)を使用した。純粋なヘマタイト光電極に比べ、Al 置換したサンプル (置換量: 12.5%) における光電流オンセット電圧が約 -0.4V シフトし、かつ $V=0.6\text{ V vs. Ag/AgCl}$ において $\Delta I = 2.4\text{mA}/\text{cm}^2$ の光電流の増加が観察された。

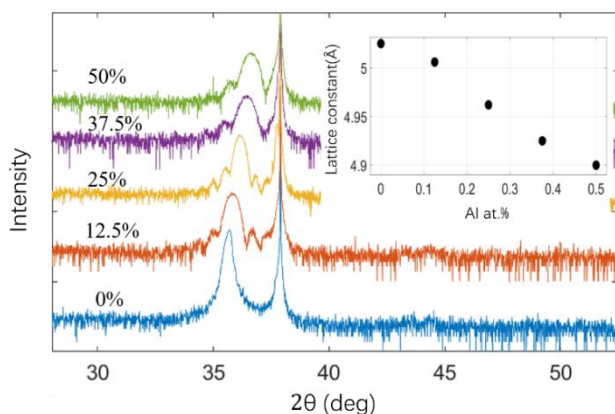


Fig. 1 XRD patterns of Al-substituted hematite films with Al at.% of 0%, 12.5%, 25%, 37.5%, 50%. The inserted image shows the lattice constants calculated from the XRD data.

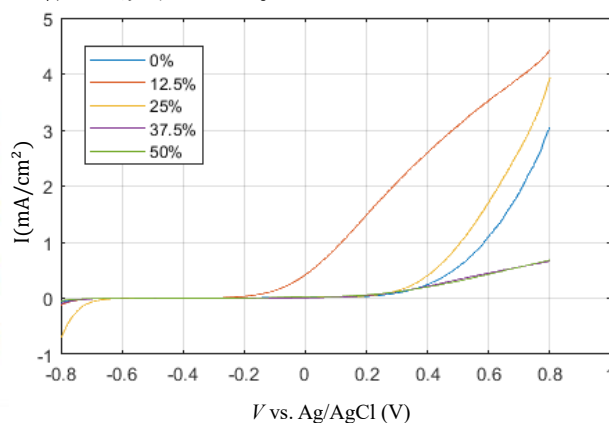


Fig. 2 I-V plot of the photoelectrodes with Al at.% of 0%, 12.5%, 25%, 37.5%, 50%.