

光触媒水分解におけるプラズマ誘起ナノ構造酸化タングステンの応用 Application of plasma-induced nanostructured tungsten oxide in photocatalytic water splitting

馮双園¹, 梶田信², 東正信³, Anja Bieberle-Hütter⁴, 吉田朋子³, 大野哲靖¹
FENG Shuangyuan¹, KAJITA Shin², HIGASHI Masanobu³, Anja Bieberle-Hütter⁴, YOSHIDA Tomoko³, OHNO Noriyasu¹

名大院工¹, 名大未来研², 大阪市立大複合先端研³, DIFFER⁴
Graduate School of Eng., Nagoya Univ.¹, IMASS Nagoya Univ.², OCARINA³, DIFFER⁴

有限の化石燃料と環境汚染の削減を考えると、新しい持続可能なエネルギー源を探求することが急務である。太陽エネルギーは、人間のエネルギー需要を満たす可能性がある。太陽エネルギーを変換するすべての潜在的な方法の中で、半導体光電極を使用した光電気化学 (Photoelectrochemical: PEC) 水分解は非常に魅力的なオプションである。三酸化タングステン (WO_3) は、PECの水分解で大きな注目を集めている。ヘリウム (He) プラズマ照射によってタングステン (W) 表面に形成された繊維状ナノ構造 (FN) は、その大きな表面積と高い光学吸収率により、PEC電極のアプリケーションの方向性と推進力を提供する。Sinhaらの研究でプラズマ照射時間が短いナノ構造化フィルムは、長い照射時間のフィルムよりも高いPEC性能を有することが報告されている^{1,2)}。

本研究では、さまざまな酸化温度とさまざまなHeフルエンスの下でプラズマ照射によって形成されたナノ構造 WO_3 のPEC性能を調査した。

タングステンシート (ニラコ社、厚さ0.2 mm、純度99.95%) を $10 \times 10 \text{ mm}^2$ のサンプルにカットした。直線型プラズマ装置NAGDIS-IIを用いてHeプラズマを照射し、ナノ構造を形成させた。照射後は電気炉 (ヤマト科学製、FO100) を用いて、大気中で加熱酸化させた。

WO_3 光電極は、ヘリウムプラズマ照射とそれに続く焼成処理によって合成され、XRD、XPS、SEM、およびラマン分光法によって特徴付けられた。PECの性能は、3電極PECセルを介して調査されました。コイル状のPtワイヤー (厚さ1 mm)、Ag / AgCl / sat. KCl電極と0.5M H_2SO_4 (pH \sim 0.3) を、それぞれ対極、参照電極、電解質として使用した。ヘリウムフルエンス、焼成温度がPEC性能に及ぼす影響を調査

した。

図1は、印加電位の関数としての、さまざまなナノ構造化 WO_3 光電極上のPEC電流密度のチョップドライト測定を示している。図1から、ナノ構造の形成によりPECの性能が向上していることがわかった。照射されたサンプルの中で、プラズマ照射時間が15分のサンプルが最も高い光電流密度を示し、これは未照射のサンプルの10倍である。15分間の照射サンプルが他の照射サンプルと比較してPEC性能が高かった理由は、ナノ構造層の厚みが薄く、電荷キャリアの移動距離が短いことに関係している可能性がある。プラズマ処理された表面が光電流を大幅に増加させたことを示しており、ヘリウムプラズマ照射が太陽水分解の有望な合成経路であることを示唆している。

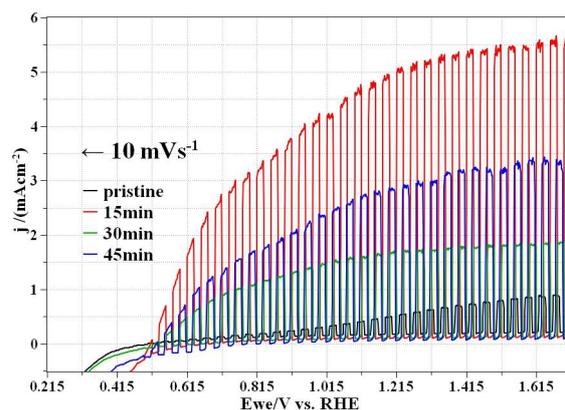


図1 チョップドライト照明下での光電流密度対印加電位曲線

References

- [1] R. Sinha et al., *Electrochim. acta.*258 (2017) 709-717.
- [2] A. Bieberle-Hütter et al., *Thin Sol. Fi.* 631 (2017) 50-56.