

組成傾斜構造導入による $(\text{ZnSe})_x(\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2)_{1-x}$ 薄膜光カソードの高量子収率化

(東京大学¹) ○嶺岸 耕¹・山口 信義¹・杉山 正和¹

Increased Quantum Yield of $(\text{ZnSe})_x(\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2)_{1-x}$ Thin Film Photocathode by Introduction of Composition Gradient Structure (¹*Research Center for Advanced Science and Technology, The University of Tokyo*) ○Tsutomu Minegishi,¹ Shingi Yamaguchi,¹ Masakazu Sugiyama,¹

$(\text{ZnSe})_x(\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2)_{1-x}$ (ZnSe-CIGS) is one of the promising candidates of photocathode for hydrogen production from water under sunlight because of its long absorption edge wavelength of ~ 900 nm and high onset potential of >1.0 V vs. RHE. However, ZnSe-CIGS based photocathode showed incident photon-to-current conversion efficiency (IPCE) of $<65\%$ due to the relatively small size of grains. Te addition during ZnSe-CIGS film deposition resulted in increased size of grains and allowed us to prepare the film at lower temperature. The Te added ZnSe-CIGS based photocathode prepared under optimized conditions showed compositional gradient in In/Ga compositional ratio, and the photocathode showed The IPCE value of 89% at 540 nm, which makes us expect an almost 100% internal quantum efficiency, considering the existence of surface modifiers.

Keywords : Photoelectrochemistry; Solar Hydrogen; Chalcogenides

$(\text{ZnSe})_x(\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2)_{1-x}$ (ZnSe-CIGS)は吸収端波長が約 900 nm と近赤外域にあり、同時に反応の駆動力を反映するオンセット電位が >1.0 V vs. RHE と高電位であることからソーラー水素製造用光カソードとして有望である。¹⁾ 一方、粒径が 100 nm 程度と比較的小さいことから、その Incident photon-to-current conversion efficiency (IPCE) は 65%以下に留まっていた。

ZnSe-CIGS 薄膜調製中に Te を添加することで粒径が増大すると同時に成膜温度の低温化が可能であることが明らかとなった。²⁾ 薄膜作製条件を最適化した結果、裏面電極と薄膜表面の間に粒界が存在せず、かつ In/Ga 組成比が膜厚方向に変化する組成傾斜構造を有する ZnSe-CIGS 薄膜が得られた。この組成傾斜構造を有する ZnSe-CIGS 薄膜から得た光カソードは図に示す通り、従来のもの(Bilayer)と比較して全体的に IPCE が向上、540 nm において 89%に達した。表面修飾を施していることや光の反射・散乱を考慮すると内部量子効率 は 100%に近いと考えられる。発表では有限要素法によるシミュレーション結果を用いて明らかにした組成傾斜の効果について詳細に述べる。

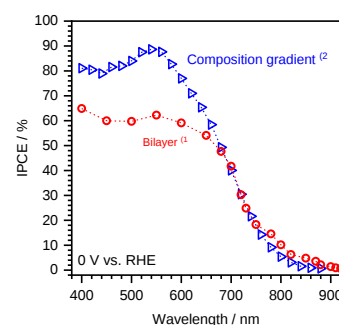


Fig. IPCEs of ZnSe-CIGS thin film photocathodes.

1) H. Kaneko et al. *Adv. Funct. Mater.* **2016**, 26, 4570–4577.; H. Kaneko et. al., *Angew. Chem. Int. Ed.* **2016**, 55, 15329–15333.

2) T. Minegishi et al. *Appl. Phys. Lett.* **2021**, 119, 123905 (5 pages).