

分子線エピタキシー成長による ZnTe 光電極を用いた 水の還元反応の評価

Characterization of water reduction reaction using ZnTe thin films grown by molecular beam epitaxy

佐賀大学大学院¹, 甲南大学² ○(M1)堤 龍介¹, 齊藤 勝彦¹, 郭 其新¹, 池田 茂², 田中 徹¹

Saga Univ.¹, Konan Univ.² ○R. Tsutsumi¹, K. Saito¹, Q. Guo¹, S. Ikeda², T. Tanaka¹

E-mail: 21730016@edu.cc.saga-u.ac.jp

1. はじめに

太陽光と水を利用して水素を生成する人工光合成は、次世代のエネルギー創製技術として大きな期待が寄せられている[1]。しかしながら、TiO₂などの酸化物半導体の多くはバンドギャップが大きいことから、太陽光に 5%程度しか含まれない紫外線によってのみ水素生成が可能となっており、効率が上がらないことが問題点として挙げられる。バンドギャップ 2.26eV の直接遷移型半導体である ZnTe は、本質的に p 型の伝導性を示し、伝導帯下端が水の還元電位よりも高エネルギー側に位置するため、水素発生に適した光電極材料として有望と考えられる[2]が、これまでに試料構造を検討した研究例は少ない。本研究では、種々の構造を有する ZnTe 薄膜を光電極として用い、水の還元反応の評価を行った。

2. 実験方法

試料は分子線エピタキシー (MBE) 法により p-ZnTe(100)基板上に作製し、基板裏面にオーミック電極として Pd を堆積した。試料構造としては、p-ZnTe 基板上に ZnTe 薄膜を堆積した構造である ZnTe/p-ZnTe/Pd (以下, bare ZnTe)に加えて、この ZnTe 薄膜上に n 型層として ZnO および ZnS を堆積した試料である n-ZnS/ZnTe/p-ZnTe/Pd (以下, n-ZnS/ZnTe), n-ZnO/ZnTe/p-ZnTe/Pd(以下, n-ZnO/ZnTe)を作製した。また、n-ZnS/ZnTe については ZnTe 層厚を 150nm, 500nm と変化させた。光電気化学測定は電解液として硝酸ユウロピウム水溶液を用い、ソーラーシミュレータの光強度を 5SUN または 1SUN として測定した。水素発生測定は電解液としてリン酸緩衝液を用い、光強度を 1SUN, V_{RHE} = 0 として光を継続的に照射し、約 2 時間の水素発生を行った。

3. 結果と考察

Fig.1 に bare ZnTe, n-ZnS/ZnTe, n-ZnO/ZnTe の光電気化学測定結果を示す。bare ZnTe では光電流は非常に小さいが、n-ZnS/ZnTe および n-ZnO/ZnTe の場合、大きな光電流が得られている。したがって、表面に n 型層が存在することで光生成キャリアの取り出し効率が向上することが分かる。また、n-ZnS/ZnTe と n-ZnO/ZnTe を比較すると、n-ZnS/ZnTe の方が低電圧領域において大きな光電流が得られていることから、より適していると考えられる。Fig. 2 に n-ZnS/ZnTe 試料に光を約 2 時間連続的に照射し水素発生させた場合の電流の変化を示す。n-ZnS/ZnTe の構造では、ZnTe 層を 500nm と厚くすることで定常的な水素の発生が可能であることが確認できた。

[1]S. Ikeda et al. Chem. Lett., 47, 1424(2018). [2] T. Minegishi et al. APL Mater. 8 (2020) 041101.

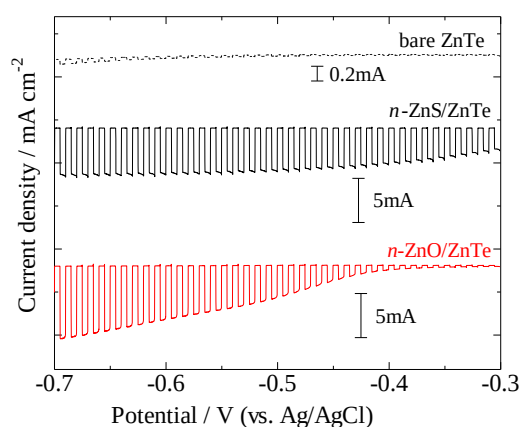


Fig. 1. Photoelectrochemical properties for bare ZnTe, n-ZnS/ZnTe, n-ZnO/ZnTe samples under AM1.5G × 5 SUN illumination.

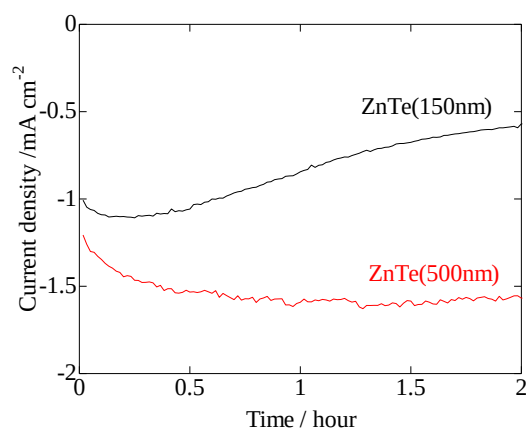


Fig. 2. Time course curve of H₂ current flow over the electrode during photoirradiation for n-ZnS/ZnTe samples with ZnTe thickness of 150nm or 500 nm under AM1.5G × 1 SUN illumination.