

# 分子線エピタキシー法による ZnTeO 薄膜の成長と光電極への応用

## MBE Growth of ZnTeO thin films for photoelectrode application

佐賀大院理工<sup>1</sup>, 甲南大<sup>2</sup> ◯(M1)園山 天暉<sup>1</sup>, 齊藤 勝彦<sup>1</sup>, 郭 其新<sup>1</sup>, 池田 茂<sup>2</sup>, 田中 徹<sup>1</sup>  
 Saga Univ<sup>1</sup>, Konan Univ.<sup>2</sup>, ◯T. Sonoyama<sup>1</sup>, K. Saito<sup>1</sup>, Q. Guo<sup>1</sup>, S. Ikeda<sup>2</sup>, T. Tanaka<sup>1</sup>  
 E-mail: 22730016@edu.cc.saga-u.ac.jp

### 1. はじめに

太陽光と水から水素を生成する人工光合成は次世代のエネルギー創成技術として期待されている[1]。水素を効率的に製造するためには、太陽光に含まれる広い波長範囲の光子を効率良く吸収し利用することが重要である。ホスト材料のごく一部を電気陰性度の異なる元素で置換した高不整合材料は、エネルギーバンド構造が大きく変化することが知られており、ZnTe にわずかに O を添加すると、ZnTe の伝導帯と O に起因する局在準位との間で生じるバンド反交差作用により、中間バンド( $E_c$ )と上部バンド( $E_v$ )が形成される。価電子帯とこれらのエネルギーバンド間での3つの光吸収過程を利用することが出来れば、高効率な水素発生光電極として応用が期待できる。しかし、ZnTe<sub>1-x</sub>O<sub>x</sub>(ZnTeO)を光電極として応用した報告例はない。我々はこれまで、ZnTeO を中間バンド型太陽電池に応用するための研究を行ってきた[2]。本研究では、ZnTeO を光電極として応用することを目的として、分子線エピタキシー(MBE)法により ZnTeO 薄膜の成長を行い、その光電気化学(PEC)特性等の評価を行った。

### 2. 実験方法

試料構造は、*n*-ZnS/ZnTe/Cl-doped ZnTeO/*p*-ZnTe であり、分子線エピタキシー(MBE)法を用いて *p*-ZnTe(100) 基板の上に作製し、基板裏面にオーミック電極として Pd を堆積した。酸素はラジカル銃を用い、流量 0.3 sccm 一定の下、酸素濃度を変化させるために、RF 電力を 31~106 W の間で変化させた。基板温度は 400 °C とした。また比較のため、Cl ドープ ZnTeO 上の ZnTe ブロック層を有しない試料も作製した。成長した薄膜は、X 線回折(XRD)、光電気化学測定、外部量子効率(EQE)等により評価を行った。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は 1SUN として測定した。また、中間バンドを介した二段階光吸収電流は、赤外(IR)光照射時の EQE を測定し、IR 光の有無による EQE の変化量( $\Delta EQE = EQE_{\text{IRON}} - EQE_{\text{IROFF}}$ )により評価を行った。

### 3. 結果と考察

Fig. 1 に RF 電力を変化させて成長した ZnTeO 光電極の XRD  $2\theta/\omega$  スキャンの測定結果を示す。ZnTe 基板からの回折ピークと共に、ZnTeO(004)面の回折ピークが確認できる。RF 電力の増加に伴い、ZnTeO(004)面からの回折ピークが高角度側にシフトしていることから、Te がより小さな原子半径を有する O に置換されていることが分かる。Fig. 2 に同光電極の二段階光吸収電流に対応する  $\Delta EQE$  特性を示す。価電子帯から中間バンドへの励起が生じる 1.6~2.2eV において、酸素濃度が大きい場合に高い  $\Delta EQE$  が得られた。これは酸素濃度の増加により、中間バンドの状態密度が増え、中間バンドでの光励起キャリアが増加したため、二段階光吸収電流が増加したものと考えられる。

参考論文

[1]S. Ikeda et al. Chem. Lett., 47, 1424(2018).

[2]T. Tanaka et al. Sol. Energy Mater. Sol. Cells, 235, 111456(2022).

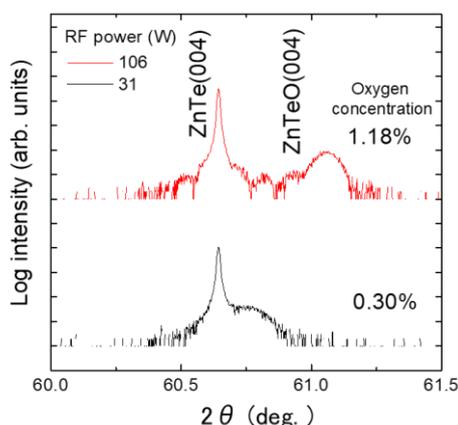


Fig. 1 XRD patterns of ZnTeO grown under various RF power of Oxygen radical gun.

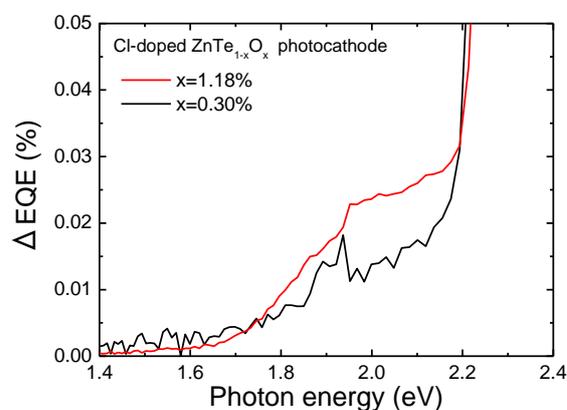


Fig. 2 Oxygen concentration dependence of  $\Delta EQE$  for Cl-doped ZnTeO photocathode.