

## MBE 法による Cl ドープ ZnTeO 成長と中間バンド型太陽電池への応用 Growth of Cl-doped ZnTeO by MBE for intermediate band solar cells

佐賀大院工<sup>1</sup>, 産総研<sup>2</sup>, <sup>○</sup>堤修治<sup>1</sup>, 岡野友紀<sup>1</sup>, 田中徹<sup>1</sup>, 齊藤勝彦<sup>1</sup>, 郭其新<sup>1</sup>, 西尾光弘<sup>1</sup>, 太野垣健<sup>2</sup>  
Saga Univ.<sup>1</sup>, AIST.<sup>2</sup> <sup>○</sup>S. Tsutsumi<sup>1</sup>, Y. Okano<sup>1</sup>, T. Tanaka<sup>1</sup>, K. Saito<sup>1</sup>, Q. Guo<sup>1</sup>, M. Nishio<sup>1</sup>, T. Tayagaki<sup>2</sup>

E-mail : 16576014@edu.cc.saga-u.ac.jp

### 1. はじめに

ZnTe<sub>1-x</sub>O<sub>x</sub>(ZnTeO)は酸素に起因する局在準位と ZnTe の伝導帯間のバンド反交差作用により, 低エネルギー( $E_-$ )サブバンドと高エネルギー( $E_+$ )サブバンドが形成され, 計3つの光学遷移過程を創出できる[1]ことから中間バンド型太陽電池(IBSC)への応用が期待される. 我々は分子線エピタキシー(MBE)法により成長した ZnTeO の基礎物性を明らかにすると共に, 本材料を用いた中間バンド型太陽電池を試作し, 動作原理を実証してきた[2]. 中間バンドを介した二段階光吸収を促進するためには, 中間バンドの一部を電子で満たしておく必要がある. 本研究では, ZnTeO への Cl ドナーの添加効果を明らかにするため, Cl ドープ ZnTeO 薄膜を成長し, フォトルミネッセンスの励起光強度依存性など光学特性を評価した. その後, 実際に Cl ドープ ZnTeO を用いて中間バンド型太陽電池を試作した.

### 2. 実験方法

Cl ドーピング実験では, ZnTe(100)基板の上に Cl 源として用いた ZnCl<sub>2</sub> のセル温度を 100~250°C の範囲で変化させて Cl ドープ ZnTeO 薄膜を成長した. 酸素はラジカル銃により一定の条件下で供給した. 成長膜の評価には, フォトルミネッセンス(PL), フォトレフレクタンス(PR), 及び高分解能 X 線回折(XRD)等を用いた. その後, n-ZnS/ZnTe/Cl-doped ZnTeO/ZnTe/p-ZnTe 構造の太陽電池を試作し, 電流電圧特性, 外部量子効率(EQE)等を評価した. 比較のため, アンドープ ZnTeO を用いた太陽電池も作製した.

### 3. 結果と考察

Fig.1 に ZnCl<sub>2</sub> セル温度 160°C で成長した Cl ドープ ZnTeO 薄膜の 6K での PL スペクトルを示す. Cl ドープ ZnTeO 薄膜では, 同図に示した undoped ZnTeO では見られなかった強い発光ピークが 1.78 eV 付近にセプター対発光であると推測された. Cl ドープ ZnTeO を用いた中間バンド型太陽電池における二段階光吸収による電流生成を確認するため, 赤外光照射の有無による EQE の増加量( $\Delta$ EQE)を測定した結果を Fig. 2 示す. 価電子帯から中間バンドへの励起が生じる 1.67~2.2 eV のエネルギー領域で  $\Delta$ EQE が増加していることから, 二段階光吸収による電流生成を確認することができた. 2.3 eV 以上での  $\Delta$ EQE の増加は, 価電子帯から伝導帯に励起された電子のうち, 中間バンドにトラップされた電子が再励起されているものと考えられる. これらの詳細については当日述べる.

[1] K. M. Yu et al. Phys. Rev. Lett. **91** (2003) 246403. [2] T. Tanaka et al. Appl. Phys. Lett. **102** (2013) 052111.

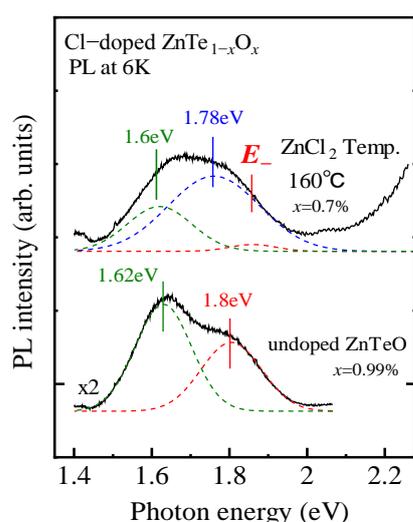


Fig. 1. Photoluminescence spectra at 6 K for Cl-doped and undoped ZnTeO.

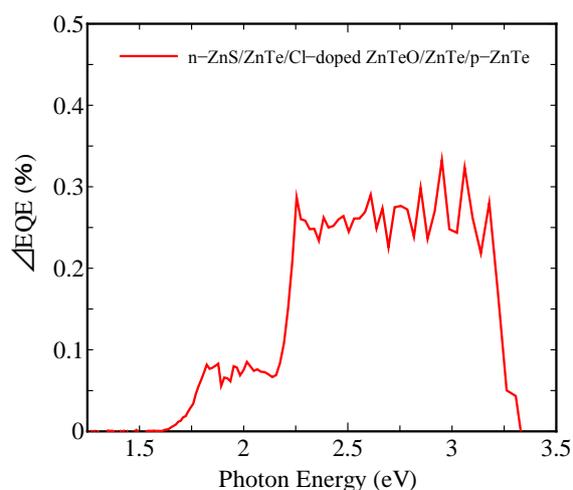


Fig. 2.  $\Delta$ EQE spectrum for Cl-doped ZnTeO-based IBSC at room temperature.