

ALD 法 (Zn, Sn)O バッファ層を用いた CZTS 太陽電池の特性

Photovoltaic properties of CZTS cells using ALD-(Zn,Sn)O buffer layer

○田島伸、梅原密太郎、三瀬貴寛、深野達雄、伊藤忠義(豊田中研)

○Shin Tajima, Mitsutaro Umehara, Takahiro Mise, Tatsuo Fukano, Tadayoshi Itoh (Toyota Central R&D Labs., Inc.)

E-mail: e0954@mosk.tytlabs.co.jp

はじめに: $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (CZTS) は、次世代太陽電池材料として期待されているが、実用化のためには変換効率の向上が求められている。特に、CZTS セルの J_{sc} 向上には、短波長域の量子効率を向上できるワイドバンドギャップバッファ層が求められている。しかしながら、現状では、CdS バッファ層並の特性が報告されたものはない。今回、CIGS 系と有効性が報告されている原子層堆積(ALD)法による(Zn,Sn)O ワイドバンドギャップバッファ層[1]を CZTS セルに対して適用することを試みた。

実験方法: CZTS 膜は既報[2]の 1 層型を使用している。バッファ層としては、ALD-(Zn,Sn)O 単独層および ALD-(Zn,Sn)O/CBD-CdS 複合層を検討した。ALD 装置は、Fiji F200、成膜条件:サーマル ALD 法、基板温度:120°C、狙い膜厚:50nm とした。プリカーサーは、ジエチル亜鉛、テトラキス(ジメチルアミド)スズ、酸化剤は、 H_2O である。CBD-CdS は、厚さを約 10nm とし、成膜後、330°C、20min でアニールした。続いて、窓層(ZnO:Ga)、表面くし形電極を成膜し、太陽電池特性を評価した。

結果: バッファ層組成を $\text{Zn}_{1-x}\text{Sn}_x\text{O}_y$ とした場合、CIGS 系では $x \approx 0.2$ がよいことが報告されている[1]。一方、CZTS 系の場合、Sn 量が多い $x=0.2 \sim 0.6$ 組成で良好な太陽電池特性が得られることがわかった。この結果は、バッファ層/CZTS 層の伝導帯オフセットの影響によるものと考え(Sn 量増加により、(Zn,Sn)O の電子親和力が向上するため)。Fig.1に代表的な ALD- $\text{Zn}_{0.4}\text{Sn}_{0.6}\text{O}_y$ バッファ層 CZTS セルの J-V 曲線と分光感度特性を示す。 $\eta=5.2\%$ のセルが得られているが、結果として、ALD-(Zn,Sn)O 単独バッファ層では CdS 同等の特性は得られなかった。 J_{sc} が低く、かつ漏れ電流が大きい(低 FF)ためであり、(Zn,Sn)O 層/CZTS 層界面の欠陥による再結合電流が多いことが考えられる。なお 10nm 程度の極薄 CdS 層を挿入することにより、FF が改善され、 $\eta=8\%$ 程度のセルが得られたが、詳細は当日報告する。[1] J. Lindahl et al., Prog. Photovolt: Res. Appl. 2013; 21:1588, [2] T. Fukano et al., Appl. Phys. Express 6 (2013) 062301

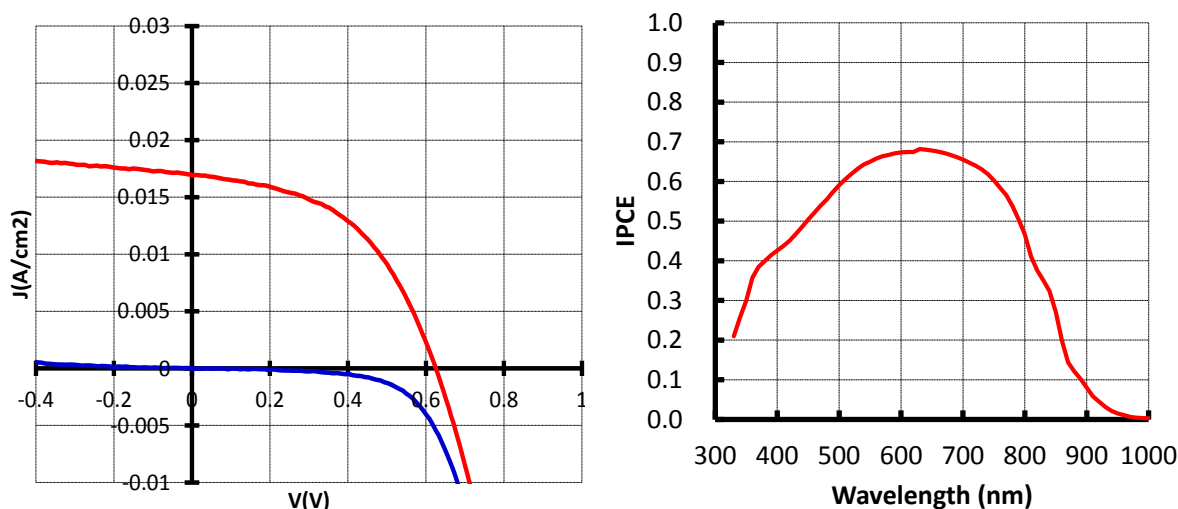


Fig. 1 J-V curves and E.Q.E. spectrum of CZTS photovoltaic cells using ALD-(Zn,Sn)O buffer layers.