

CZTSe 太陽電池の表面処理効果

Surface treatment effect on CZTSe solar cells

産総研, °反保 衆志, 金 信浩, 金 江政, 柴田 肇, 仁木 栄

AIST, Hitoshi Tampo, Shinho Kim, Kang Min Kim, Hajime Shibata, Shigeru Niki

E-mail: tampo-21@aist.go.jp

【はじめに】 $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$ および $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ などからなる CZTS 系太陽電池において、変換効率を制限している最大の因子は大きな開放電圧ロスである。この大きな開放電圧ロスは、大きく分けて CZTS 系材料のバルク由来、および CZTS との界面由来の欠陥に起因している。バルクの欠陥については、アルカリ金属のドーピングや Ge を含む混晶により制御され高効率化が達成されている[1]。その一方で、界面由来の欠陥制御に関する報告は、重要であるにも関わらず特に高効率化に関する報告例は非常に少ない。そこで、本研究では CZTSe 太陽電池の、表面処理に及ぼす諸特性について報告する。

【実験方法】 $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$ (CZTSe) 薄膜は、多元同時蒸着法 (MBE 装置) により、基板温度 340°C にて製膜した。製膜後には、Se および SnSe 雰囲気下で熱処理を行った。熱処理後に大気開放し、いくつかの表面処理の後、通常の CBD プロセスを経て、太陽電池 ($\text{ZnO}:\text{Al} / \text{i-ZnO} / \text{CdS} / \text{CZTSe} / \text{Mo} / \text{SLG}$) を作製した。表面処理としては、窒素フロー中での加熱処理、硫黄プラズマ、酸素プラズマ処理等を行った。

【結果】 表面再結合の影響は、時間分解フォトルミネセンス (TRPL) 法の時定数の解析より評価を行った。CZTSe の TPPL の時定数としては表面再結合に起因する早い成分に着目した。図 1 の TRPL カーブに示す通り、酸素プラズマ処理時間を増加させることにより単調に時定数 (早い成分) が増大することが分かった。無処理の場合には 1.1 ns であった時定数が、 2.1 ns に増大した。また、太陽電池の開放電圧も酸素プラズマ処理時間により、 0.416 V (無処理) から 0.460 V まで単調に増大し変換効率も向上することが分かった (図 2)。

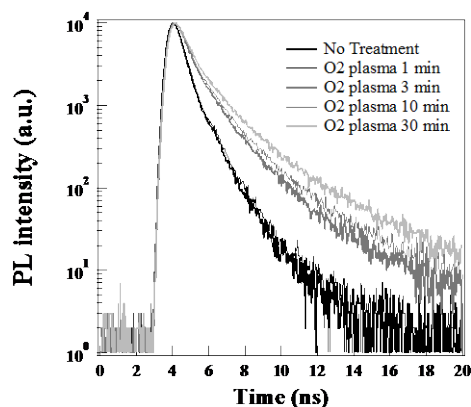


図 1、 O_2 プラズマ処理時間と TRPL の関係

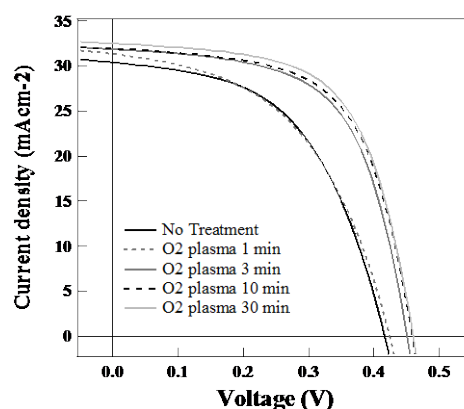


図 2、 O_2 プラズマ処理時間と J-V 特性の関係

[1] S. Kim, K. M. Kim, H. Tampo, H. Shibata, and S. Niki, APEX 9 (2016) 102301