

非真空プロセスによる $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S},\text{Se})_4$ 薄膜太陽電池の作製○桑名潤¹、後藤仁憲²、陶山直樹²、張毅聞³、黒川康良²、山田明^{2,4}¹東工大工 ²東工大院理工 ³凸版印刷 ⁴東工大太陽光発電システム研究センター、E-mail: kuwana.j.aa@m.titech.ac.jp

1. はじめに

$\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S},\text{Se})_4$ (CZTSSe)薄膜太陽電池は、光吸収係数が大きく薄膜化が可能であり、地球上に豊富に存在する材料を用いることでコスト低減可能な太陽電池である。

我々はこれまでに、CZTSSe 薄膜太陽電池の作製プロセスの低コスト化を図るため、非真空プロセスであるナノ粒子塗布法による膜の作製を行ってきた^{1,2)}。本発表では、CZTSSe 膜のナノ粒子塗布条件の検討を行い、塗布焼結型 CZTSSe 膜の課題のひとつである膜表面の連続性を改善したので報告する。

2. 実験方法

CZTSSe ナノ粒子は各構成元素のヨウ素化合物とナトリウム化合物から合成する¹⁾。ナノ粒子に粘度調整用低沸点有機溶媒、焼結助剤であるチオール類有機物を添加し、塗布液を作製した。超音波スプレー装置を用いて塗布液を Mo 基板上に複数回塗布する。その後、S,Se 及び Sn の蒸気雰囲気下で焼結し、CZTSSe 膜を作製した。太陽電池特性は、Al/ZnO/CdS/CZTSSe/Mo/SLG 構造で評価を行った²⁾。

3. 結果および考察

今回は塗布膜表面のクラック抑制に焦点を当てた。接合界面となる CZTSSe 膜表面にクラックが発生すると、シャント抵抗の減少、漏れ電流の増加、キャリアの界面再結合増加につながり、光電特性を低下させる。そこで、ナノ粒子を Mo 基板上に塗布をする際の塗布と塗布の間の時間(インターバル時間)を変化させ、クラック発生との相関を検討した。その条件を Table 1 に示す。

Table 1: Interval time

	No.1	No.2
Interval time	less than 1 min	3 min

塗布間隔を 1 分未満及び 3 分として作製した塗布膜表面 SEM 像を Fig.1 に示す。インターバル時間が 1 分未満の場合[Fig.1(a)]、多数のクラックが発生していることがわかる。それに対し、3 分[Fig.1(b)]ではクラックはほとんど見当たらなかった。

以上により、インターバル時間を増加させることによって、クラックの発生を抑制することができることが分かった。塗布液に添加したチオール類有機物は、低沸点有機溶媒の蒸発後固化するが、塗布基板加熱温度以下で液化、分解揮発するため、膜平面方向に収縮をおこしクラックが発生する。塗布間隔をあけることにより、揮発成分を塗布ごとに十分除去しながら、膜を堆積したことがクラックを抑制し、膜の連続性を向上させたものと考えられる。

塗布間隔を変えて作製した CZTSSe 膜を用いた太陽電池のダイオード I-V 特性を Fig.2 に示す。クラックを抑制することにより、順方向、逆方向ともに大幅な改善が見られた。光電特性については他の結果を含めて当日報告する。

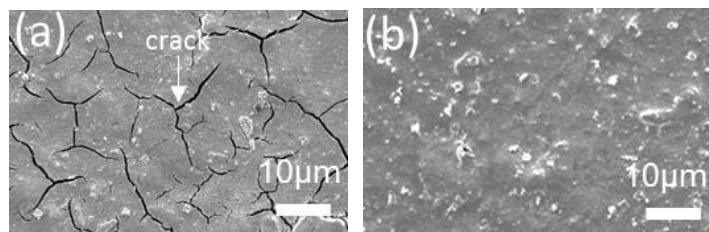


Fig. 1. SEM surface images of CZTSSe films coated at intervals of (a) less than 1 minute (No. 1) and (b) 3 minutes (No. 2).

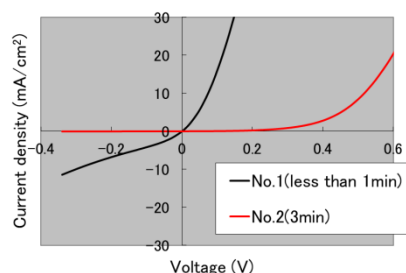


Fig. 2. Dark I-V characteristics of CZTSSe solar cells. No.1: less than 1 min, No.2: 3 min

参考文献

- [1] Y. Zhang *et al.*, Appl. Phys. Express, **5** (2012) 012301.
- [2] Y. Zhang *et al.*, 28th EU PVSEC (2013) 3BV.5.5