

硫化法が Cu_2SnS_3 薄膜のグレインに及ぼす影響

The effect of grain properties during sulfurization process for Cu_2SnS_3 thin films

東京理科大学 理工/総研

○水野史章、三上俊太郎、カトリイゾール、杉山睦

Faculty of Science and Technology/RIST, Tokyo Univ. of Science

○F. Mizuno, S. Mikami, I. Khatri and M. Sugiyama

E-mail: optoelec@rs.noda.tus.ac.jp

【はじめに】 近年、 $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ (CIGS) に代わる太陽電池の光吸収層材料として Cu_2SnS_3 (CTS), SnS , $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (CZTS) などの材料が注目されている。その中でも CTS は CIGS と同様の、 10^4cm^{-1} 以上という高い光吸収係数を持つため薄膜化が可能であり[1]、バンドギャップの値は $0.90\sim 1.02\text{eV}$ と報告されているため[2]、太陽電池の光吸収層として期待されている。しかし、CTS 太陽電池の最高変換効率は 4.63% にとどまり[1]、CIGS、CZTS 太陽電池に比べると未だに低い。その原因の1つとして、硫化法を用いて成長させた CTS 薄膜は、 Cu/Sn 比が不均一になり、グレインが小さくなることが挙げられる[4]。一般にグレインが小さい場合、バルク内での欠陥が増加し再結合中心として働くことが知られている。本研究では、均一で大きなグレインの CTS 薄膜を得ることを目的とし、硫化が CTS 薄膜に及ぼす影響を検討した。

【実験方法】 RF スパッタ法を用いて $\text{Mo}/\text{ソーダライムガラス}$ (SLG) 上に、 Cu-Sn プレカーサを 500nm 程度堆積させた。 Cu-Sn プレカーサの Cu/Sn 比は 1.8 程度とした。その後硫化法を用いて CTS 薄膜を成長させた。硫化条件は温度: 570°C 、時間: $30\sim 240$ 分とし、 S 分圧: 10^4Pa とした。得られた CTS 薄膜に対し、XRD 測定、EDX 測定、GD-OES 測定及び SEM 観察を行った。

【実験結果及び考察】 硫化法により成長させた CTS 薄膜の断面 SEM 像を図 1(a) に示す。硫化法により成長させた CTS 薄膜は、硫化時間によらず表面側の大きなグレイン層と裏面側の細かなグレイン層により 2 層化していることが確認できる。CTS 薄膜の GD-OES 深さ方向プロファイルを図 1(b) に示す。裏面側の細かなグレイン層では Na が多く検出された。また裏面側は表面側と比べ Sn -rich であることが確認できる。これらから、裏面側では Cu/Sn 比が 1.8 からずれ、異相が形成したと考えられる[5]。その結果、大きなグレインの形成が阻害されたと考えられる。

【謝辞】 本研究の一部は東京理科大学 重点課題特別研究推進、及び総合研究院 太陽光発電技術研究部門の援助を受けた。

【参考文献】 [1] D. Tiwari, *et al.*, *J. Mater. Sci* **25** (2014) 3687. [2] N. Aihara *et al.*, *Phys. Status Solidi C* **10** (2013) 1086. [3] M. Nakashima, *et al.*, *Phys. Status Solidi C* **12** (2015) 761. [4] M. Nakashima, *et al.*, *Appl. Phys. Express* **8** (2015) 042303. [5] S. Fiechter *et al.*, *J Phys Chem Solids* **64** (2003) 1859.

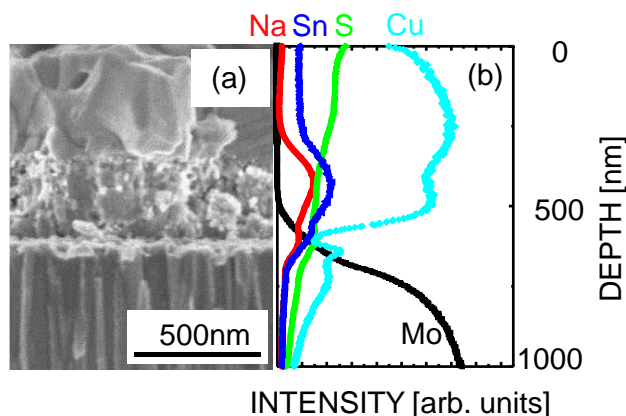


図 1 (a) CTS 薄膜の断面 SEM 像、及び、(b) CTS 薄膜の GD-OES 深さ方向プロファイル