

## 2 段階硫化法が SnS 薄膜の結晶性や組成比に与える影響

The effects of a two-step sulfurization on crystallinity and composition ratio of SnS thin films

東京理科大学 創域理工<sup>1</sup>/総研<sup>2</sup>

○笠 春輝<sup>1</sup>, 土山 岳斗<sup>1</sup>, 杉山 睦<sup>1,2</sup>

1. Faculty of Science and Technology / 2. RIST, Tokyo Univ. of Science

○H. Ryu<sup>1</sup>, T. Tsuchiyama<sup>1</sup>, M. Sugiyama<sup>1,2</sup> E-mail: optoelec@rs.tus.ac.jp

**[はじめに]** 硫化スズ(SnS)は次世代太陽電池の光吸収層材料として期待されているが、現在の SnS 太陽電池の最高変換効率[1]は理論変換効率と比較して極めて低い。そのため我々は SnS 薄膜の結晶品質向上や組成比制御を目的として、簡便・低コストな硫化法を用いて SnS 薄膜の成長を行ってきた[2]。しかし、硫黄の蒸気圧が高い[3]ことによる硫化時の硫黄の再蒸発や、SnS に比べて安定相である異相の形成などが依然として課題となっている。そのため現状の硫化法では困難となっている結晶品質向上と組成比制御の両立を達成するために新たな硫化プロセスの考案が必要となっている。我々は、新たな硫化シーケンスとして、図 1 に示すような短時間の高温硫化とそれに続く長時間の低温硫化を行う 2 段階硫化を考案した。硫黄雰囲気下での高温硫化により SnS 薄膜内へ拡散した硫黄が、後に続く低温硫化により硫黄の再蒸発を防ぎながら SnS 薄膜の結晶成長に寄与すると推測される。この 2 段階硫化法により、SnS 薄膜の結晶品質向上と組成比制御が両立されると期待される。本研究では 2 段階硫化して得られた SnS 薄膜の、各硫化温度や硫化時間が与える影響を検討した。

**[実験方法]** RF スパッタ法で SnS(Sn:S=1:1)ターゲットを用いて Mo/SLG 基板の上に Sn-S プリカーサを堆積させた。その後、得られた Sn-S プリカーサに対して硫黄粉末を用いて 2 段階硫化を行った。図 1 に硫化シーケンスを示す。高温硫化として 5 °C/sec. で 490 °C まで昇温した後、自然放冷により降温を行った。続いて、硫化温度 200 °C に達した後硫化時間を 0~180 分の間で変化させ低温硫化を行った。得られた薄膜に対して SEM・EDX 測定などによる評価を行った。

**[結果及び考察]** 図 2(a) (b)にそれぞれ低温硫化時間が 0, 180 分における SnS 薄膜の断面 SEM 像を示す。0 分から 180 分にかけて SnS の粒径が増大していることが確認された。また EDX 測定より Sn-S プリカーサから低温硫化時間 180 分にかけて Sn/S 組成比が 1.27 から 1.05 に変化することが確認された。2 段階硫化法において、高温硫化では SnS 薄膜内へ硫黄が拡散し、低温硫化では SnS 薄膜が結晶成長したと推察される。詳細は当日報告する。

**[謝辞]** 本研究の一部は、東京理科大学総合研究院再生可能エネルギー技術研究部門、およびスペースシステム創造研究センターの支援を受けた。

**[参考文献]** [1] J. Heo, *et al.*, *J. Mater. Chem. A* **12** (2024) 3265.[2] Our group, *Jpn. J. Appl. Phys.* **52** (2008) 8723.[3] V. Piacente, *et al.*, *J. Alloys and Comp.* **177** (1991) 17.

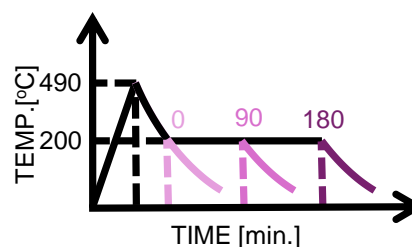


図 1. 2 段階硫化の硫化シーケンス

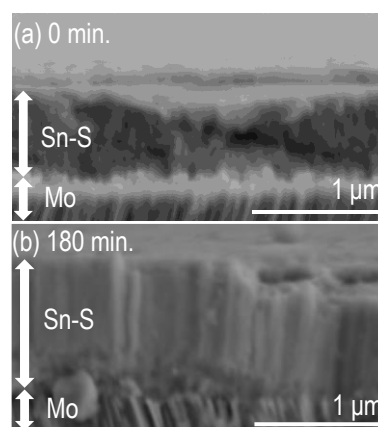


図 2. 低温硫化時間を変化させた SnS 薄膜の断面 SEM 像