

太陽電池の光吸収層に向けた静電噴霧堆積法による SnS 薄膜の堆積

Electrostatic spray deposition of SnS thin films for light absorbing layer of solar cells

東京理科大学 理工¹/総研²,

○庄司 拓真¹, 友野 恵介¹, 大久保 慶人¹, 杉山 睦^{1,2}

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

○T. Shoji¹, K. Tomono¹, K. Okubo¹, and M. Sugiyama^{1,2} E-mail: optoelec@rs.tus.ac.jp

【はじめに】 硫化スズ(SnS)は 10^4 cm^{-1} 以上の高い光吸収係数と、約 1.3 eV という光学バンドギャップを有する[1]ため、次世代太陽電池の光吸収層材料等の機能性材料として期待されている。現在、SnS 太陽電池の最高変換効率は 4.8%であり、その太陽電池に用いられている SnS 薄膜は、組成比制御が容易で簡便な溶液法により成膜されている[2]。溶液法の1つである静電噴霧堆積法(Electrostatic Spray Deposition: ESD)はノズル-基板間に数 kV の高電圧を印加しながら噴霧を行う堆積法であり、簡便かつ安価に成膜できる。帯電した溶液が静電気力により微細化され、分裂した液滴が電界に誘導されて堆積するため、印加電圧等の制御により薄膜の形態を変化させることが可能である[3]。しかし、ESD を用いて SnS 太陽電池の光吸収層を作製した報告はほぼ無い。ESD を用いることで、緻密で均一な薄膜の成膜が可能となれば、安価な SnS 太陽電池の作製に繋がると考えられる。そこで、本研究では、ESD を用いて SnS 薄膜の成膜を行い、成膜条件が SnS 薄膜に与える影響の検討を行った。

【実験方法】 Mo/SLG 基板の上に、ESD 法で SnS 薄膜を成膜した。前駆体に塩化スズ(Ⅱ)水和物($\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)とチオ尿素($\text{CH}_4\text{N}_2\text{S}$)を用いて、2-メトキシエタノール($(\text{CH}_3\text{O})\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$)、エタノール($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)、メタノール(CH_3OH)にそれぞれ溶解させて、前駆体濃度を 0.1 M とした。ESD の成膜条件は、印加電圧を 8 kV、ノズル-基板間距離を 3.5 cm、溶液流速を 0.4 mL/h、噴霧時間を 5 min、基板温度を 400 °C とした。得られた薄膜に対して、硫化温度を 540 °C、硫化時間を 5 min として硫化処理を行った。硫化処理前後の SnS 薄膜に対して XRD、SEM、XPS 測定等を行った。

【結果及び考察】 図 1(a-c)に異なる溶媒を用いた際の、SnS 薄膜の断面 SEM 像を示す。溶媒を変えて静電噴霧を行った場合に、SnS 薄膜の断面形態が異なることが確認された。その一因として、溶液がノズルから噴霧されて基板に到達する過程で、溶媒の沸点や粘度の違いにより、液滴のサイズが変化したと考えられる。詳細は当日報告する。

【謝辞】 ESDについてご指導頂いた、東京理科大学 片山昇 准教授に感謝致します。また本研究の一部は、科研費(基盤 C)21K04696、JST 共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)、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] M. Parenteau, *et al.*, Phys. Rev. B **41** (1990) 5227.
[2] H. Yun, *et al.*, Adv. Energy Mater. **9** (2019) 1901343.
[3] C.H. Chen, *et al.*, J. Mater. Chem. **6** (1996) 765.

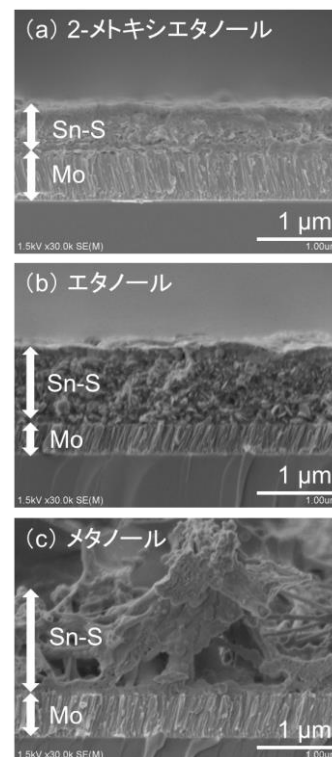


図 1. 異なる溶媒を用いた際の SnS 薄膜の断面 SEM 像