

硫化法による SnS 薄膜成長と SnS 太陽電池の試作

Growth of SnS thin films by sulfurization for SnS solar cells.

東京理科大学 総合研究機構/理工学部

平松 昂、久富一真、永易京、森賢志、平野卓三、清水翼、杉山睦

T. Hiramatsu, K. Hisatomi, H. Nagayasu, S. Mori, T. Hirano, T. Shimizu and M. Sugiyama

Research Institute for Science and Technology /

Faculty of Science and Technology, Tokyo University of Science

1. はじめに

現在、太陽電池材料として Cu(In,Ga)Se₂(CIGS)や Cu₂ZnSnS₄(CZTS)の実用化及び研究開発が進んでいる。これらは太陽電池に適した光吸収係数と禁制帯幅を持つが、CIGS は In, Ga が高価で、有害元素 Se を含み、また CZTS は 4 元化合物であるため組成制御が困難である。一方、SnS は高い光吸収係数(>10⁴ cm⁻¹)と太陽電池に適した禁制帯幅[1]を持ち、安全・安価な原料を用いた 2 元化合物であるために次世代太陽電池材料として期待されている。しかし、SnS 太陽電池における世界最高変換効率は 1.9%[2]に留まっている。その要因の一つには SnS の諸物性に未解明な部分が多い事である。我々はこれまで、S 粉末を用いた低コストで工業的な硫化法[2]における SnS 薄膜の成長過程の解明、SnS 太陽電池のバンドアライメントの検討[3]、PL 測定等を用いた SnS 薄膜の欠陥の調査[4]と 3 つのコンセプトにおいて研究を行ってきた。今回は硫化法における SnS の成長過程の調査及びセルの試作について報告する。

2. 実験方法

RF マグネトロンスパッタ法によりソーダライムガラス基板の上に Sn を 600nm 程度堆積させ Sn プレカーサとした。その後、S 源として S 粉末を加熱、気化させ、N₂ ガスフローに乗せ Sn プレカーサをアニールし SnS を成長させた。硫化条件は、硫化時間 0 ~ 40 分、硫化温度 200 ~ 540°C と変化させた。得られた試料について XRD 測定、SEM 観察及び EDX 測定を、作製したセルに対し I-V 測定を行った。

3. 実験結果及び考察

Fig.1 に硫化法で得られた SnS 系薄膜の XRD パターンを基に作成した、硫化温度に対する SnS 系化合物の成長過程の模式図を示す。Sn の融点以下である 200°C においては固相硫化成長により SnS が形成され、硫化温度の上昇に伴い硫化反応の促進と S の脱離が起こり、400°C にかけて SnS₂、Sn₂S₃ を介し SnS が成長することを表す。

謝辞

本研究の一部は、東京理科大学 総合研究機構先端デバイス研究部門、太陽光発電研究部門、およびグリーン&セーフティー研究センターの援助を受けた。

参考文献

- [1] A. Zunger et al., APL **100** (2012) 032104.
- [2] Y. Kawano et al., 12 JSAP-12 Fall 13a-H8-3.
- [3] Our group, JJAP **50**(2011)05FH03.
- [4] Our group, 12 JSAP-12 Fall 13a-H8-17.

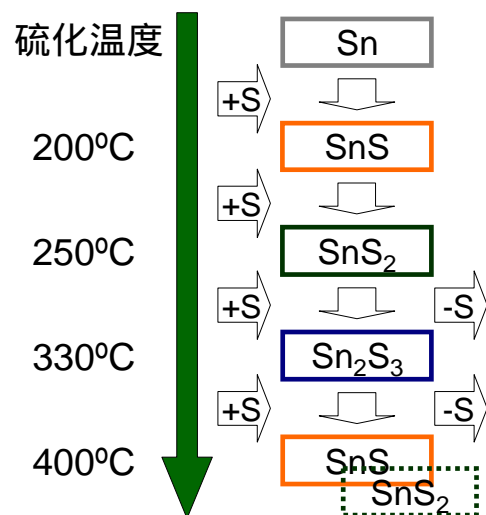


Fig. 1 硫化温度に対する SnS 系薄膜の成長過程