

# 硫化法を用いた SnS 薄膜のキャリア密度制御

Controlling the carrier density with a sulfur fraction

for sulfurization growth of SnS thin films

東京理科大学 総合研究機構/理工学部

久富一真, 永易京, 森賢志, 平松昂, 杉山睦

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

Research Institute for Science and Technology /

Faculty of Science and Technology, Tokyo University of Science

## 1. はじめに

Cu(In,Ga)(S,Se)<sub>2</sub>、Cu<sub>2</sub>ZnSn(S,Se)<sub>4</sub>、SnS 等のカルコゲナイド系半導体は、太陽電池材料として適切な光吸収係数やバンドギャップを有している。また、工業的に有利なセレン化法、硫化法を用いることができるため、簡便かつ低コストに大面積の薄膜を成長することができる。しかし、CIGSSe は構成元素 In、Ga が高価であり、CZTSSe は 5 元化合物であるため組成制御が難しい。一方、SnS は比較的安価で安全な Sn、S を用いており、2 元化合物であるため組成の制御も容易である。我々は S 源として硫黄粉末をそのまま用いた硫化法[1]による成長を行ってきた。しかし、硫化法による SnS 薄膜の成長メカニズムは未解明な点が多く、特にキャリア密度、移動度については報告例が少ない。今回は、硫化法による SnS 薄膜のキャリア密度を制御するために、硫化温度、硫化時間、S ガス流量を検討し成長を行った。

## 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上に Sn を 400nm 程度堆積させ Sn プレカーサとした。その後、硫黄粉末を加熱し気化させ、SnS を成長させた。硫化条件は、成長温度 330~540°C、硫化時間 40~90 分、硫黄流量 15~60 μmol/min と変化させた。得られた試料についてホール測定、XRD 測定、SEM 観察及び EDX 測定を行った。

## 3. 実験結果及び考察

Fig.1 に硫化温度 350°C 及び 540°C におけるホール密度の硫黄流量依存性を示す。ホール密度の硫黄流量変化に対しては傾向が見られなかった。硫化温度に対しては、350°C の試料と比べ、540°C の試料は総じてホール密度が低くなる傾向が得られた。540°C では硫黄の脱離が起こり 350°C に比べて S-poor の状態になる[2]。このため SnS の主なキャリア源となる Sn 空孔が減少したと考えられる。

### 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] M.Sugiyama *et al.*, JJAP **47**,8723(2008).

[2] Our group, JSAP-12 spring 18a-C1-4.

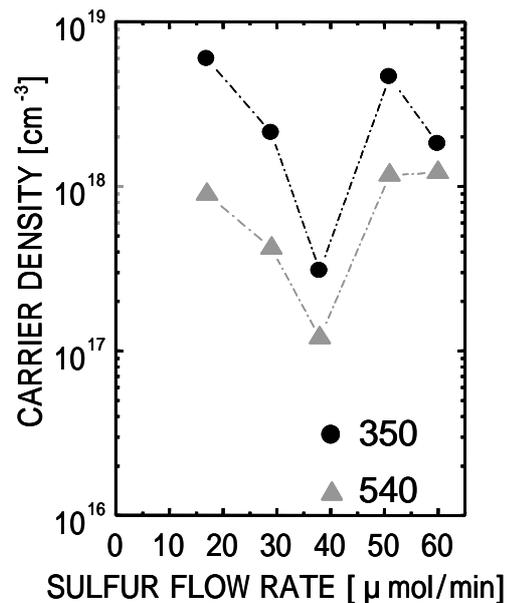


Fig.1 SnS 薄膜のキャリア密度の硫化時における硫黄供給量依存性