

硫黄蒸気輸送アニールを用いた SnS 薄膜の作製と評価

Fabrication and characterization of SnS thin-films by sulfur vapor transport annealing

工学院大 °(B)渡邊 大輝, 渡辺 幸太郎, 川口 拓真, 相川 慎也

Kogakuin Univ., °Daiki Watanabe, Kotaro Watanabe, Takuma Kawaguchi, and Shinya Aikawa

E-mail: aikawa@cc.kogakuin.ac.jp

SnS は、価電子帯上端が S 3p 軌道と混成した球状の Sn 5s 軌道で構成されるため、 $90 \text{ cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$ 以上の高い正孔移動度を示す[1]。そのため、高性能な p 型半導体材料として注目され、pn 接合デバイスや CMOS への応用が期待されている。SnS 薄膜の作製法として溶液浸漬法が知られているが[2,3]、溶液由来の O や H 等の不純物の混入により期待された電気特性が得られていない。一方、出発材料として SnS 粉末を用いた真空蒸着法や[4]、SnS/S 混合粉末による蒸気輸送法[5]による今純度 SnS 生成が報告されているが、SnS 原料を硫化させるため、劇物である SnS 蒸気の発生が避けられない。そのため、作製方法の改善が求められている。そこで本研究では、SnS 蒸気に対して安全性の高い硫黄蒸気を低濃度で用いる蒸気輸送法により、中間不純物を含まない高純度な SnS 薄膜の作製を目的とする。硫化条件を変え、得られた薄膜の結晶構造と表面形態を評価する。

テンパックスガラス基板上に、金属 Sn 薄膜 100 nm を RF マグネトロンスパッタリング法により成膜した。成膜後、硫化アニール装置を用いて 15~60 分、 210°C で硫化処理を施した。薄膜表面は SEM で観察し、結晶構造は XRD で評価した。

Fig.1 に成膜後の金属 Sn 薄膜および硫化処理 60 分後の薄膜の表面 SEM 像を示す。処理後の表面形態は、as-deposited Sn と比べ粗くなったことから Sn の硫化が生じたと考えられる。これを確認するため XRD 評価を行った。Fig.2 に Sn 薄膜および硫化プロセスを 15~60 分施した SnS 薄膜の XRD パターンを示す。15~60 分硫化処理を施した薄膜において SnS に由来するピークが確認された。Sn₂S₃ の(311)面に一致するピークが検出された。中間不純物 Sn₂S₃ の存在は、低温処理によるものと考えられる[6]。このため、Sn₂S₃ 低減の試みとして、プロセス温度を変更した条件探索を進めている。それらの結果については、当日議論する。

[1] H.-C. Chu, *et al.*, ACS Appl. Mater. Interfaces. Vol. 7, pp.15129-15137 (2015).

[2] A.Tanusevski, Semicond. Sci. Technol. Vol. 18, p.501 (2003).

[3] N. R. Mathews, *et al.*, J. Electrochem. Soc. Vol. 157, p.H337 (2010).

[4] V. Steinmann, *et al.*, Adv. Mater. Vol. 26, pp.7488-7492 (2014).

[5] C. Kim, *et al.*, Micro Nano Lett. Vol. 15, pp.693-696 (2020).

[6] S. S. Hegde, *et al.*, Surf. Interfaces. Vol. 10, pp.78-84 (2018).

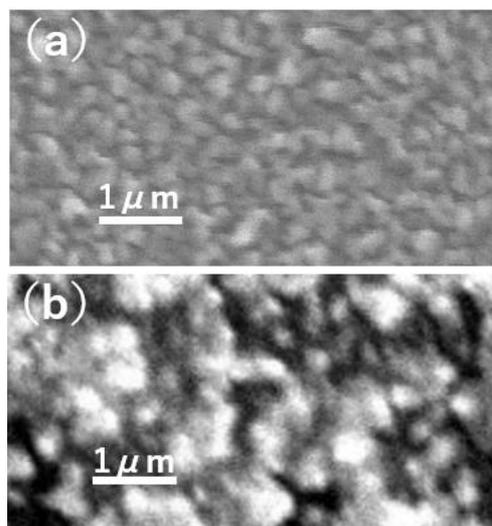


Fig.1 SEM image of as-deposited Sn (a) and SnS thin films after sulfurization (b).

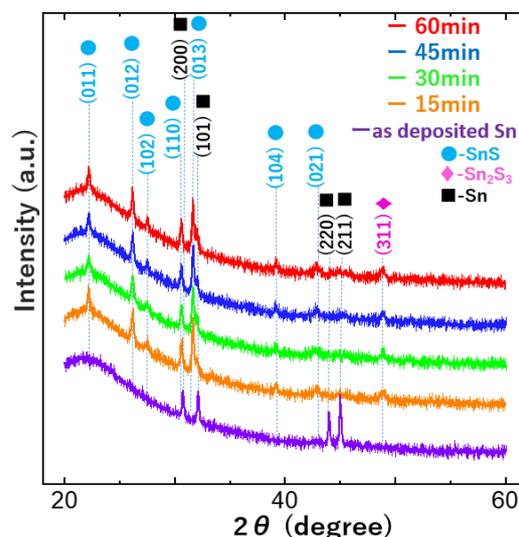


Fig. 2 XRD patterns of as-deposited Sn and SnS thin films after sulfurization.