

硫化法により作製した硫化スズ薄膜への熱処理効果

Annealing effect on tin sulfide thin films manufactured by sulfide method

○小熊陸斗¹, 佐々木静六¹, 大前洸斗¹

NIT. Kushiro College.¹, °Rikuto Oguma¹, Seiroku Sasaki¹, Hiroto Oomae¹

E-mail: oomae@kushiro-ct.ac.jp

【はじめに】 近年、次世代の太陽電池用材料として硫化スズ(SnS)が注目されている。SnS は安価で毒性もなく、太陽電池としての変換効率の理論値が 25%以上であることから、現在、研究が進められている。しかし、報告されている変換効率は最高でも 4%程度である。SnS 薄膜の作製方法は様々だが、本研究では簡便な方法として、真空蒸着により Sn を蒸着しその後、硫黄粉末を用いて硫化する方法を用いた。この方法で得られる膜の抵抗率は $1 \text{ k}\Omega \text{ cm}$ ほどの高抵抗となるため、低抵抗化が必要である[1]。そこで本研究では、作製後の薄膜の電気抵抗率に対するアニール効果を調べたので報告する。

【実験方法】 ソーダライムガラス(SLG)基板に 0.1 g の Sn を蒸着時間 5 分として真空蒸着法により作製した。その後、硫黄 1 g とともに Sn 薄膜を管状電気炉に入れて 300°C で 60 分熱処理し、SnS 膜を得た。その後、SnS 膜を窒素雰囲気下で 400°C の温度でアニールを行った。膜の結晶構造と組成比はそれぞれ、ラマン散乱分光法とオージェ電子分光法(AES)で評価した。抵抗率は四探針測定法で測定した。

【結果と考察】 Fig.1 に表面 SEM 像を示す。アニール前と 1 時間アニールした後のものを比較すると、アニール後の方が表面が滑らかになっていることが分かった。Fig.2 にラマン散乱分光の結果を示す。各 3 箇所ずつ測定した。硫化直後のものは SnS と SnS_2 の両方が膜中に含まれているが、アニール後の試料では、 SnS_2 のピークが現れない箇所も存在することが確認できた。オージェ電子分光による最表面の組成分析の結果、アニール前では硫黄が 57.66 at.%, スズが 42.34 at.% であるのに対して、アニール後は硫黄が 20.63 at.%, スズが 79.37 at.% となっており、アニールを施すことで表面から硫黄が脱離することが分かった。この硫黄の脱離により部分的に SnS_2 を取り除くことができることが分かった。抵抗率は、アニール前が $950 \Omega \text{ cm}$ であるのに対して、 400°C で 1 時間アニールした試料では $94 \Omega \text{ cm}$, 2 時間のアニールで $46 \Omega \text{ cm}$ まで低下した。

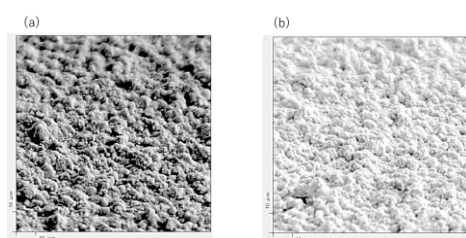


Fig.1 Surface SEM images of sample (a) before and (b) after annealing.

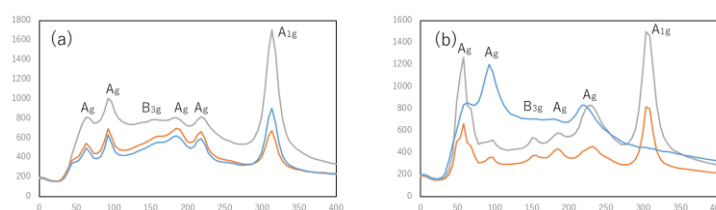


Fig.2 Raman scattering spectroscopy of samples (a) before and (b) after annealing. A_g and B_{3g} are SnS peaks. A_{1g} is SnS_2 peak.

【引用文献】 1.H.Oomae et al., Thin Solid Films Vol. 645, (2018) 409-416