Sn-SnS 二相試料を蒸発源に用いた SnS 単相薄膜作製

Growth of SnS thin films by vacuum evaporation using Sn-SnS sources

京大院工, ○(M1)武村 友輝, (P)勝部 涼司, 野瀬 嘉太郎

Kyoto Univ., °Tomoki Takemura, Ryoji Katsube, Yoshitaro Nose

E-mail: takemura.tomoki.58e@st.kyoto-u.ac.jp

<u>はじめに</u> p型化合物半導体 SnS は 1.3 eV 程度^[1]のバンドギャップを有し,可視光領域における光 吸収係数が 10⁵ cm^{-1[2]} 程度であることから高効率の薄膜太陽電池材料として期待できる. SnS 太陽 電池は, Sinsermsuksakul らによって 4.36 % の最高変換効率が報告されている.^[3] デバイス化に必 要な単相薄膜を作製するうえで, SnS を蒸発源とした真空蒸着法は簡便なプロセスである.しかし, 市販の SnS 試薬には Sn₂S₃や SnO₂ といった第二相が混在していることが多く,単相薄膜を得ることは困難である.ここで, S-Sn 系においては種々の硫化物が存在するために,硫黄と錫から直接 SnS 単相を合成することは難しいが, Sn と SnS の混在した試料の作製は容易である.さらに,全圧 1 atm, 温度 900 °C における蒸気圧は SnS が 10⁻² atm 程度, Sn が 10⁻⁸ atm 程度である.^[4] そこで我々 は, Sn と SnS の蒸気圧差を利用して, Sn-SnS 二相試料を蒸発源とした真空蒸着法により SnS 単相 薄膜を作製することを着想した.

実験方法 純錫粒と純硫黄粉末を所定の組成となるよう石英アンプル中に真空封入 (~ 10⁻² Pa) し, 900 ℃ で等温保持したのち炉冷することで Sn-SnS 二相試料を作製した.これを抵抗加熱 (~ 900 ℃) することで SnS を蒸発させ, SLG 基板上に真空 (~ 10⁻⁵ Pa) 下で成膜を行った.基板温度 は室温~300 ℃とした.作製した試料に対しては,X線回折法 (XRD) とラマン分光による相同定, および van der Pauw 法による電気特性評価を行った.

実験結果・考察図1(a)にXRD 測定結果を示すとおり, 異相の存在しないSn-SnS 二相試料の作製に成功した.これを蒸発源とすることで,図1(b)に示すとおりSnS単相薄膜作製に成功した.図2にSEM像を示すように表面の組織は均一で,緻密な膜が得られた.図3にはSn-SnS 二相試料および市販のSnS 試薬をそれぞれ蒸着源として作製した薄膜のラマンスペクトル測定結果を示す.Sn-SnS 二相試料を用いて作製した薄膜のほうがピークの半値幅が狭く,結晶性が高いことが分かる.講演では物性評価についても詳細に議論する.



2 µm glass 2 µm

Figure 2. Surface and cross-sectional SEM images of SnS film.



Figure 1. XRD profiles of (a) Sn-SnS sample and (b) SnS film deposited using Sn-SnS sample.

Figure 3. Raman spectra of SnS films.

K. T. Ramakrishna Reddy *et al.*, Sol. Energy Mater. Sol. Cells **90**, 3041 (2006) [2] R. E. Banai *et al.*, IEEE J. Photovoltaics **3**, 1084 (2013) [3] P. Sinsermsuksakul *et al.*, Adv. Energy Mater. **4**, 1400496 (2014) [4] I. Barin, Thermochemical Data of Pure Substances (1995).