

スパッタ堆積時の N₂-Ar 混合ガスが SnS 薄膜へ与える影響

Effects of N₂-Ar mixed gas during RF sputtering deposition of SnS thin films

東京理科大学 理工¹/総研²,

○伊能 駿豪¹, 道岡 黎史¹, 滝沢 康太¹, 草津 圭那¹, 中村 駿介¹, 杉山 睦^{1,2}

1. Faculty of Science and Technology / 2. RIST, Tokyo Univ. of Science

°S. Ino¹, R. Michioka¹, K. Takisawa¹, K. Kusatsu¹, S. Nakamura¹ and M. Sugiyama^{1,2}

E-mail: optoelec@rs.tus.ac.jp

【はじめに】 硫化スズ(SnS)は、安全・安価な元素から構成されており、高い光吸収係数と 1.3 eV 程度のバンドギャップを有する[1]ことから次世代太陽電池などの機能性材料として注目されている。しかし、現在の SnS 太陽電池の最高変換効率[2]は理論変換効率と比較して低い。その一因として、SnS 堆積時におけるキャリア濃度の制御方法が確立されていないことが挙げられる。このため、SnS 薄膜における様々なドーピング方法が検討されている。近年では、第一原理計算から窒素(N)を SnS にドーピングすることで生じる、N_s 欠陥がアクセプタ準位として振る舞うことが理論的に示された[3]ものの、実際に N ドーピングを行った報告はほとんどなく、N が SnS 薄膜へ与える影響は未解明な点が多い。本研究では、スパッタ堆積時に N₂-Ar 混合ガスを用い、分圧比を制御することで N が SnS 薄膜へ与える影響について検討した。

【実験方法】 Mo/ソーダライムガラス(SLG)上に RF マグネトロンスパッタ法を用いて、SnS 薄膜を N₂-Ar 混合ガス雰囲気中で堆積した。その際に、N₂-Ar の分圧比を $p(N_2) = [N_2/(N_2+Ar)] = 0 \sim 10 \%$ の範囲で変化させた。堆積した試料に対して XPS 及び XRD 測定をそれぞれ行った。また、Al/Ni/ZnO:Al/ZnO/CdS/SnS/Mo/SLG 構造の SnS 太陽電池を作製し EQE、J-V 測定を行った。

【結果および考察】 図 1 に $p(N_2) = 0, 5 \%$ の条件で Mo/SLG 上に堆積した SnS 薄膜内の、N 1s 軌道付近の XPS スペクトルを示す。リアクティブスパッタ堆積時に N₂-Ar 混合ガスを使用することで、SnS 薄膜内に N が導入されることが確認された。また、未結合時の N の束縛エネルギー[4]より 14.1 eV シフトしていることから N の SnS 薄膜内での結合が示唆された。図 2 に $p(N_2) = 0 \sim 10 \%$ で変化させた際の EQE 測定の一部の結果を示す。 $p(N_2)$ の変化による E_g の変化が確認され、混晶の形成が示唆された。詳細は当日報告する。

【謝辞】 本研究の一部は、東京理科大学総合研究院再生可能エネルギー技術研究部門、スペース・コロニー研究センター、及び東京理科大学 国際共同研究支援を受けた。

【参考文献】 [1]M. Parenteau *et al.*, Phys. Rev. B **41** (1990) 5227. [2]H. Yun *et al.*, Adv. Energy Mater. **9** (2019) 1901343. [3]B. Malone *et al.*, Phys. Chem. **16** (2014) 26176. [4]M. Cardona *et al.*, Top. Appl. Phys. **26** (1978) 1.

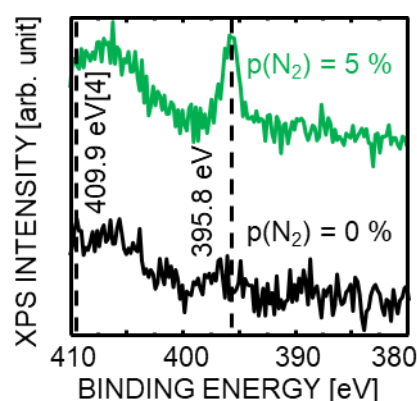


図 1. N₂ガス使用による SnS 薄膜内の N 1s 軌道の XPS スペクトルの変化

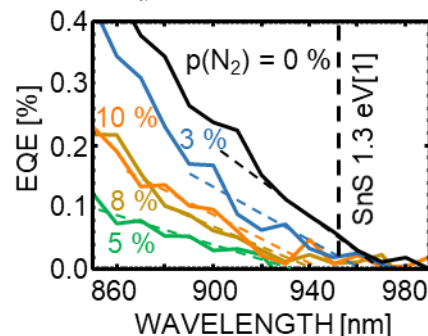


図 2. $p(N_2)$ 変化による EQE の変化