

化学溶液析出法で作製した Sb_2S_3 の光吸収特性と増感太陽電池への応用 - Sb_2S_3 の吸着時間依存性と熱処理効果 -

Optical properties of Sb_2S_3 prepared with chemical bath deposition method and application to solar cells
- Dependence of adsorption time of Sb_2S_3 and annealing effects -

電通大先進理工¹, 中大理工², 九工大生命体工³, JST CREST⁴,

○藤野 秀一朗,¹ 山崎 康平¹, 佐藤 光希^{1,2}, 小野敬太,¹ 豊田 太郎^{1,4}, 早瀬修二^{3,4}, 沈 青^{1,4}

Univ. of Electro-Commun.¹, Chuo Univ.², Univ. of Kyushu-institute.³, JST CREST⁴

○Shuichiro Fujino¹, Kohei Yamazaki², Koki Sato^{1,2}, Keita Ono¹, Taro Toyoda^{1,4}, Shuzi Hayase^{3,4}, Qing Shen^{1,4}

E-mail: fujino@jupiter.pc.uec.ac.jp

[序論] 半導体である Sb_2S_3 は光吸収係数が高いことや化学溶液析出(CBD)法により簡便に作製できることから、増感太陽電池の光吸収材料として、注目されている。CBD 法により作製した Sb_2S_3 を増感剤とし、固体のホール輸送体と組み合わせた固体型 Sb_2S_3 増感太陽電池において、8%の光電変換効率がこれまでに報告されている[1]。しかし、理論効率 33%と比較するとまだまだ低い値であることは現状である[2]。さらなる変換効率の向上のためには、CBD 法により作製した Sb_2S_3 の基礎物性の理解が必要である。特に、光吸収特性を検討することが重要となるが、ほとんど議論されていないのが現状である。本研究では、CBD 法で作製した Sb_2S_3 の吸着時間と熱処理による光吸収特性の変化について検討を行った。

[実験] 太陽電池の電子輸送層として適用される TiO_2 基板上に、CBD 法により Sb_2S_3 を化学吸着した[3]。吸着時間は、40 分～6 時間の間で任意に変化させた。その後、窒素雰囲気下で 300℃、10 分間熱処理を行った。吸着時間を変化させた各試料に対し、熱処理を施した試料と施さない試料を作製した。不透明な試料に対しても測定可能である光音響(PA)法による光吸収特性の評価、XRD による結晶構造の評価を行った。

[結果と考察] 図 1 に XRD の結果を示す。XRD の結果より、熱処理を行う前の Sb_2S_3 の構造はアモルファス構造であるが、熱処理を行うことで stibnite 構造の結晶となったことがわかった。図 2 に PA スペクトルを示す。同じ吸着時間で比較すると熱処理後に結晶化された Sb_2S_3 は熱処理前のアモルファス構造の Sb_2S_3 と比べて、光吸収スペクトルが 150 nm レッドシフトしたことが分かった。その原因は、結晶構造とアモルファス構造のエネルギーバンドの違いによるものだと考えられる[4]。また、熱処理前後ともに Sb_2S_3 の吸着時間が 3 時間まで増加するにつれて、光吸収域が長波長域へシフトしていることを確認できた。これは、量子サイズ効果によるものだと考えられる。一方、吸着時間が 3 時間から 6 時間に増加しても、光吸収波長のシフトが見られないことから、3 時間吸着を行った Sb_2S_3 ではすでに量子サイズ効果が現れないサイズに成長したことが考えられる。今後、吸着時間の違いによる Sb_2S_3 の成長メカニズムと熱処理による構造変化、また、光吸収特性変化との関連についても追求していく。

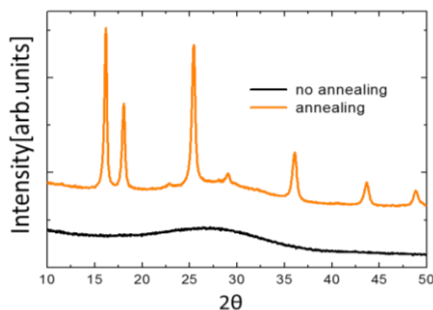


図 1 XRD

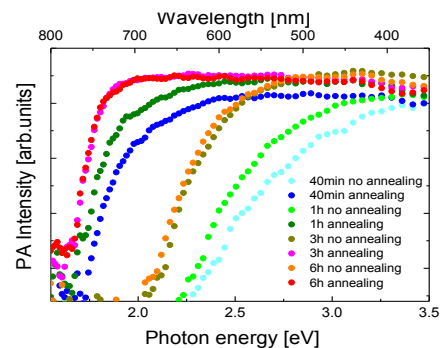


図 2 Sb_2S_3 の PA 信号

[1] Choi, Y.C.; Lee, d. U.; Noh, J. H.; Kim, E. K.; Seok, S. Il. *Adv. Funct. Mater.* **24**, 3587-3592, (2014).

[2] W. Shockley, H.J. Queisser, *J. Appl. Phys.*, **32**, 510, (1961). [3] S. Nezu et al., *J. Phys. Chem. C* **114** 6854, (2010).

[4] 井野 博満 村山 和郎 鯉沼 秀臣 七尾 進 著(1985)『アモルファス材料』東京大学出版会 249pp