

界面パッシベーションによる Sb_2S_3 太陽電池の光励起 キャリアダイナミクスと光電変換特性の変化

Effect of interface passivation on photoexcited carrier dynamics and photovoltaic
properties of Sb_2S_3 sensitized solid solar cells

電通大先進理工¹, 中大理工², 九工大生命体工³, JST CREST⁴

○山崎 康平¹, 佐藤 光希^{1,2}, 豊田 太郎^{1,4}, 片山 建二², 尾込 裕平^{3,4}, 早瀬 修二^{3,4}, 沈 青^{1,4}

Univ. of Electro-commun.,¹ Chuo Univ.,² Kyushu Inst. Tech.,³ JST CREST⁴

○K. Yamazaki,¹ K.Sato,² T. Toyoda^{1,4}, K.Katayama,² Y.Ogomi,^{3,4} S.Hayase,^{3,4} Q. Shen^{1,4}

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

【背景】増感半導体として Sb_2S_3 を用いた固体型太陽電池は光吸収特性に優れ、よく用いられる増感半導体(CdSe, PbS, CdS)と比較して毒性が無い事等が利点として挙げられ注目されている。近年、その変換効率は 7.5%¹⁾に達したが依然として低い値である。光電変換効率を向上させるには、光励起電荷の分離と再結合過程の解明に関する基礎研究が重要かつ不可欠である。近年、 $\text{TiO}_2/\text{Sb}_2\text{S}_3$ の界面にパッシベーション処理を施すと効率が向上したという報告が多く^{2),3)}、パッシベーションによるキャリアダイナミクスへの影響を探ることで効率向上のメカニズムに関する知見を得ることが期待される。そこで我々は過渡吸収(TA)法を用いてパッシベーションが及ぼすキャリアダイナミクスへの影響を探った。

【試料作製】FTO 基板上に TiO_2 緻密膜を作製し、 Y_2O_3 によるパッシベーションを行った試料と行っていない試料を作製した。その後、CBD 法を用いて Sb_2S_3 を TiO_2 緻密膜上に吸着させた。また、比較のために、 SiO_2 基板に同条件で Sb_2S_3 を吸着させた。作製した試料に対し、TA 測定でキャリアダイナミクスの情報を得た。(励起光波長 470 nm、検出光波長 690 nm)

また、電流-電圧特性の測定のため、この試料に P3HT を P 型半導体として、金を対極として用いた。

【結果と考察】電圧-電流特性を図 1 に示す。パッシベーションを施した試料は短絡電流密度が上昇し、それによって変換効率が 1.0% から 1.7% へと上昇した。図 2 に得られた TA 応答を示す。電荷の移動が起こらない $\text{SiO}_2/\text{Sb}_2\text{S}_3$ の試料と、 Sb_2S_3 から電荷の移動が起こる $\text{TiO}_2/\text{Sb}_2\text{S}_3$ の試料では異なる減衰の信号が得られた。従って、この信号は電荷注入を反映していると言える。パッシベーションを施した試料とそうでない試料に TA 応答の差がほとんど見られないことから、効率向上の原因は電子注入ではなく、光励起キャリアの再結合ダイナミクスの違いによってもたらされると考えられる。今後、パッシベーションが及ぼす光励起キャリアの再結合への影響について検討する。

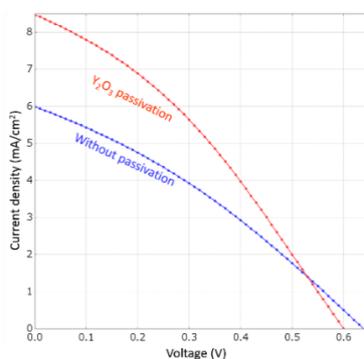


図 1 試料の電流-電圧特性

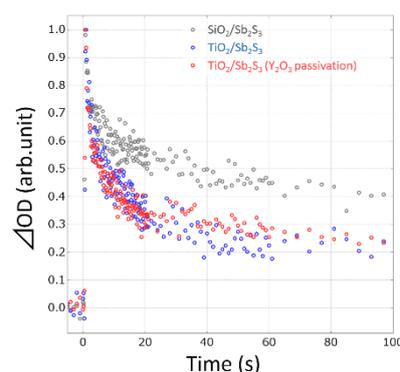


図 2 TA 応答
(励起光 470 nm, 検出光 690 nm)

[1] Choi, Y. C., Lee, D. U., Noh, J. H., Kim, E. K. & Seok, S. H. *Adv. Funct.*

Mater. **24**, 3587–3592 (2014).

[2] Tsujimoto, K. et al. *J. Phys. Chem. C* **116**, 13465–13471(2012)

[3] O'Mahony, F et al. *Energy Environ. Sci.* **116**, 9760–9764 (2012).