

固体型 Sb_2S_3 増感太陽電池の各界面における電荷再結合ダイナミクス

Carrier recombination dynamics at each interfaces in Sb_2S_3 sensitized 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, 尾込陽平^{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: shen@pc.uec.ac.jp

【緒言】近年、半導体増感太陽電池の安定性向上のために、液体であるホール輸送体を固体のホール輸送材に置き換えた固体型半導体増感太陽電池が注目を集めている。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などが利点として挙げられ、研究が盛んに行われている。しかし、その光電変換効率はまだ低い(7%以下)ため、電荷分離と再結合過程の解明などに関する基礎研究が光電変換特性向上のために重要かつ不可欠である。そこで我々は $\text{TiO}_2/\text{Sb}_2\text{S}_3/\text{Spiro-MeOTAD}$ 固体型増感太陽電池を作製し、過渡吸収法(TA 法)を用いて $\text{TiO}_2/\text{Sb}_2\text{S}_3$ 界面と $\text{Sb}_2\text{S}_3/\text{Spiro-MeOTAD}$ 界面及び $\text{TiO}_2/\text{Spiro-MeOTAD}$ 界面における電荷再結合について検討し、各界面における再結合ダイナミクスの解明を行ってきた。¹⁾ 今回は、その進展について報告する。

【実験】試料は、 TiO_2 基板の上に Sb_2S_3 を化学浴析出法で吸着し、窒素雰囲気下で 300°C 、30 分間熱処理したものと、さらに正孔輸送材として Spiro-MeOTAD を充填させたものの2種類の試料を用いた。TA 法では、 Sb_2S_3 のみを励起するため波長 570nm のパルス光を励起光として、波長が 785nm と 1310nm の連続光を検出光として用いた。 785nm の検出光は TiO_2 中の電子を、 1310nm の検出光は Spiro-MeOTAD 中の正孔を測定できることが判明している。²⁾³⁾

【結果と考察】作製した試料の光電変換効率を測定した所、変換効率は 2.1%となった。得られた TA 応答に対して、式(1)を用いてフィッティングし解析した。ここで、 $f(t)$ は信号強度、 n は再結合経路の数、 C_n は経路毎の信号強度の係数、 τ_n は経路毎の時定数である。

$$f(t) = \sum_n C_n \exp\left(-\frac{t}{\tau_n}\right) \quad (1)$$

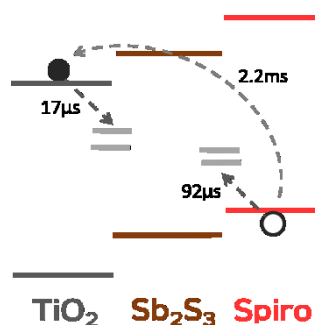


図 1 TA 応答の解析結果

TA 応答の解析結果を図 1 に示す。 TiO_2 に注入された電子と Spiro-MeOTAD に注入された正孔には主に図 1 のような失活経路があると考えられる。早い減衰の成分は界面準位への失活であり、遅い減衰成分は主に界面間での電子-正孔間の直接再結合ではないかと推測される。この結果により、キャリア再結合はあらゆる箇所で起こるが、 $\text{TiO}_2/\text{Sb}_2\text{S}_3$ 界面での再結合が支配的である事がわかった。 $\text{TiO}_2/\text{Sb}_2\text{S}_3$ と $\text{Sb}_2\text{S}_3/\text{Spiro-MeOTAD}$ 界面にパッシベーションを施す事により、キャリア再結合が抑制できれば、光電変換効率の向上が期待できる。今後は各界面へのパッシベーションの効果について検討していく。

¹ 山崎康平ら、2014 秋応用物理学会予稿(12-335)

² G. Rothenberger, et al., *J Phys. Chem.*, **96** (2002) 5983

³ R. Plass, et al., *J Phys. Chem. B.*, **106** (2002) 7578