

TiO₂上に吸着された Sb₂S₃の光励起キャリアダイナミクス

Photoexcited carrier dynamics of Sb₂S₃ adsorbed on TiO₂ film

電通大,¹ 日産自動車(株),² 中大理工,³ 九工大院生命体工,⁴ JST さきがけ,⁵ JST CREST,⁶
 宮本 真伍,¹ 福本 貴文,² 丹羽 勇介,² 前田 直孝,³ 片山 建二,³ 尾込 祐平,⁴ 早瀬 修二,⁴
 沈 青,^{1,5,6} ○豊田 太郎^{1,6}

Univ. of Electro-commun.,¹ NISSAN MOTOR CO., LTD,² Chuo Univ.,³ Kyusyu Inst. Tech.,⁴
 JST PRESTO,⁵ JST CREST,⁶ Shingo Miyamoto,¹ Takafumi Fukumoto,² Yusuke Niwa,²
 Naotaka Maeda,³ Kenji Katayama,³ Yuhei Ogomi,⁴ Shuzi Hayase,⁴ Qing Shen,^{1,5,6} ○Taro Toyoda^{1,6}
 E-mail: shen@jupiter.pc.uec.ac.jp

【序論】近年、次世代太陽電池の1つである半導体増感太陽電池のホール輸送体を、従来の液体電解質から p 型半導体や有機化合物に置き換えた固体型半導体増感太陽電池の研究が注目を集めている。その分野で優れた特性を示しているのが、固体型 Sb₂S₃ 増感太陽電池である。固体型半導体増感太陽電池の分野における変換効率が一般的に 2% 前後であるのに対し、Sb₂S₃ を増感剤としたものは最高変換効率 6% という優れた性能を示している。¹しかし、電解液を用いた色素増感太陽電池の最高変換効率 12% と比較すると、まだまだ低い値であることは否定できない。さらなる変換効率の向上のためには、キャリア移動過程のメカニズムの解明が重要となるが、現在まで Sb₂S₃ 系では報告は皆無である。本研究では、固体型 Sb₂S₃ 増感太陽電池のキャリア移動過程のメカニズム解明を目的とし、過渡回折格子法 (TG 法)^{2,3}を用いて Sb₂S₃ から TiO₂ 基板への電子注入過程の評価を行った。

【実験】膜厚 3 μm の TiO₂ ナノ構造酸化物薄膜を透明導電性ガラス上に作製した。作製した TiO₂ 基板と共に、電子注入が起こらない系の SiO₂ ガラスを用意し、化学堆積 (CBD) 法によりそれぞれの基板に Sb₂S₃ の吸着を行った。作製試料に対し TG 法を用いて、光励起キャリアダイナミクスの測定を行った。

【結果と考察】図 1 に Sb₂S₃ を吸着した TiO₂ と SiO₂ ガラスの TG 応答を示す。100ps 以下の時間スケールでの TG 応答は光励起キャリアダイナミクスを反映する。SiO₂ ガラスに吸着した Sb₂S₃ の TG 応答が緩やかに減衰していくのに対して、TiO₂ に吸着した Sb₂S₃ の TG 応答では速い減衰が見られた。これらの応答の違いは、SiO₂ ガラスの伝導帯の下端が Sb₂S₃ の伝導帯の下端より高いため電子注入が難しいことと、TiO₂ の伝導帯の下端が Sb₂S₃ の伝導帯の下端より低いため電子注入が可能であることに起因していると考えられる。SiO₂ ガラスに吸着した Sb₂S₃ の光励起キャリアの遅い緩和は、主に表面欠陥によるキャリアのトラップと再結合によるものであると考察できる。これに対して、TiO₂ に吸着した Sb₂S₃ の光励起キャリアの速い緩和は、Sb₂S₃ から TiO₂ への電子注入に対応すると考察できる。今回、電子注入に関係する TG 応答の減衰の時定数は 3 ps であることがわかった。電子注入効率などについて現在検討中である。

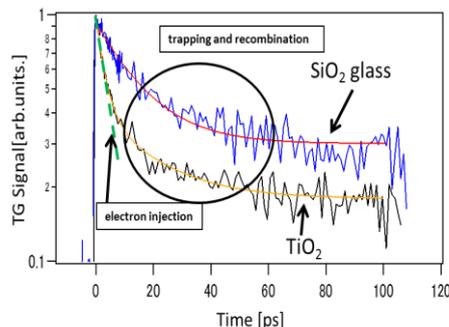


図 1 Sb₂S₃ を吸着した各基板の TG 応答

¹ J. A Chang., *Nano Lett.* **12** (2012) 1863.

² Q. Shen et al., *Appl. Phys. Lett.* **97** (2010) 263113.

³ K. Katayama., *Appl. Phys. Lett.* **82** (2003) 2775.