

逆オパール構造 TiO₂ 電極を用いた 固体型半導体増感太陽電池の作製と光電変換機能の向上

Application of Inverse Opal TiO₂ Electrodes to Solid State Semiconductor-Sensitized Solar Cells and
Improvement of Photovoltaic Properties

○廣中 基記¹, 豊田 太郎^{1,3}, 堀 奏江¹, 尾込 裕平^{2,3}, 早瀬 修二^{2,3}, 沈 青^{1,3}

(電通大先進理工¹, 九工大生命体工², JST CREST³)

○Motoki Hironaka¹, Taro Toyoda^{1,3}, Kanae Hori¹, Yuhei Ogomi^{2,3}, Shuzi Hayase^{2,3}, Qing Shen^{1,3}

(Univ. of Electro-Commun.¹, Kyushu Inst. Tec.², JST CREST³)

E-mail: shen@pc.uec.ac.jp

近年、安価・簡便に作製可能な増感型太陽電池が注目を集めている。その中で増感剤にナノスケールの半導体を用いた半導体量子ドット増感太陽電池は光吸収係数が大きいことや量子サイズ効果の発現があることから高効率な太陽電池の実現が期待されている。特に電子の輸送材である多孔質 TiO₂ 電極のナノ構造は光電変換特性に大きな影響を及ぼすため、最も注目されている要素の一つとなっている。その中でも、逆オパール (IO : Inverse Opal) 構造 TiO₂ 電極は従来のナノ粒子 (NP : Nano Particle) 構造 TiO₂ 電極と比べ、規則的な三次元構造を有しているため、キャリアの輸送が円滑に行われる魅力的な構造である。また、我々のこれまでの湿式太陽電池に関する研究より、IO 構造 TiO₂ 電極を用いた量子ドット増感太陽電池の開放電圧 V_{oc} (約 0.7 V) は NP 電極の V_{oc} (約 0.5 V) と比べ高い値を示すことが分かっている [1]。

今回は、IO 構造 TiO₂ 電極を用いた固体型半導体増感太陽電池の作製及び光電変換機能の向上について検討した。増感剤としては、CdSe 若しくは Sb₂S₃ を適用した。

本研究では、電子輸送層として TiO₂ の IO 電極を作製し、増感剤として CdSe 若しくは Sb₂S₃ を化学溶液堆積 (CBD : Chemical Bath Deposition) 法にて 9 時間吸着した。加えて、正孔輸送層として P3HT 層を充填した後、光電変換特性評価を行った。それぞれの増感剤を吸着した IO 電極表面の SEM 像を図 1 に示す。これより、増感剤の種類の違いによって IO 電極への吸着形態が著しく異なることが判明した。CdSe の吸着では、IO 電極に沿って吸着されている。一方で Sb₂S₃ では、膜状に吸着していることが判明した。作製した増感太陽電池の光電変換特性を図 2 に示す。増感剤の違いによって短絡電流密度に顕著な違いが生じることが分かった。この原因の一つとして、増感剤の吸着形態の違いが P3HT の充填に強く影響を与えていることが考えられる。Sb₂S₃ 増感太陽電池においては、効率的な光吸収と電荷分離が可能となり、短絡電流密度が向上したと考えられる。加えて本研究では、IO 電極を用いた固体型半導体増感太陽電池においても、高い V_{oc} を示すことが判明した。今後、より詳しくそのメカニズムについて検討していく。

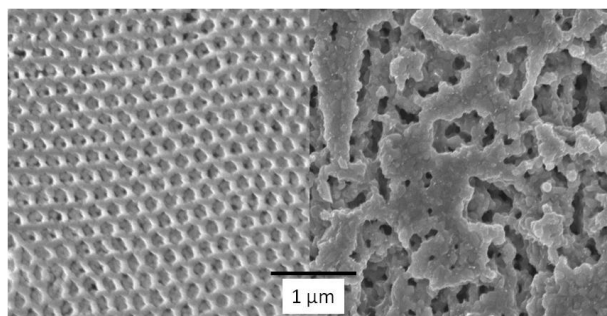


図 1 増感剤を吸着した逆オパール構造表面の SEM 像
(左)CdSe (右)Sb₂S₃

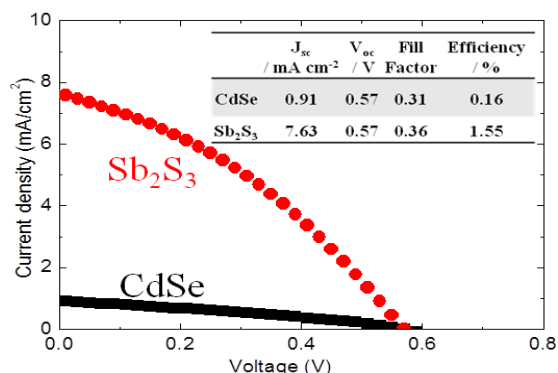


図 2 CdSe 若しくは Sb₂S₃ 増感太陽電池
の光電変換特性

[1] T. Toyoda and Q. Shen, *J. Phys. Chem. Lett.*, **3**, 1885 (2012).