

CdSe 量子ドットを吸着した逆オパール構造 TiO₂ 電極の 光電変換特性 -TiCl₄ 後処理効果-

Photovoltaic Properties of Inverse Opal TiO₂ Electrode Adsorbed with
CdSe Quantum Dots: the effect of TiCl₄ post treatment

○廣中 基記¹, 常 進^{1,3}, 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, Jin Chang^{1,3}, 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達成が期待されている。特に電子の輸送材であるTiO₂電極はナノ構造の違いにより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。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、規則的な構造で大きな孔を有することから、電解液が浸透しやすく、増感剤と電解液の間でのキャリアのやり取りが円滑に行われる魅力的な構造である。我々のこれまでの研究より、量子ドット増感 IO 電極の開放電圧 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たので[1]、今回は IO 構造の骨格を太くし、表面積を増やすことを目的として TiCl₄ 後処理を行い、光電変換特性に及ぼす影響について検討した。

本研究では、IO 構造 TiO₂ 電極を作製し、50 mM TiCl₄ 水溶液に 70℃で 1 時間浸漬させ、450℃で 1 時間の加熱を行う後処理の後、CdSe 量子ドットを吸着してその光電変換特性評価を行った。後処理回数の違いが光電変換特性に及ぼす影響について検討するため、後処理回数を 0~3 回と変化させ測定を行った。図 1 に CdSe 量子ドット吸着後の逆オパール構造 TiO₂ 電極表面 (a) TiCl₄ 未処理 (b) TiCl₄ 後処理 3 回の SEM 像を示す。SEM 像より、TiO₂ の骨格に沿った CdSe の吸着及び後処理によって IO 構造の骨格が太くなっていることが確認された。図 2 に後処理回数を変化させた試料の光電変換特性を示す。後処理回数に依らず、IO 電極は NP 電極と比べ高い V_{oc} を示すことが判明した。また、後処理により短絡電流密度の向上が確認された。後処理回数増加による短絡電流密度減少の原因としては、後処理回数を増やす毎に IO 構造の骨格が太くなり、CdSe 量子ドットの内部への吸着や電解質溶液の浸透の妨げになっていると考えられる。今後、そのメカニズムについて検討していく。

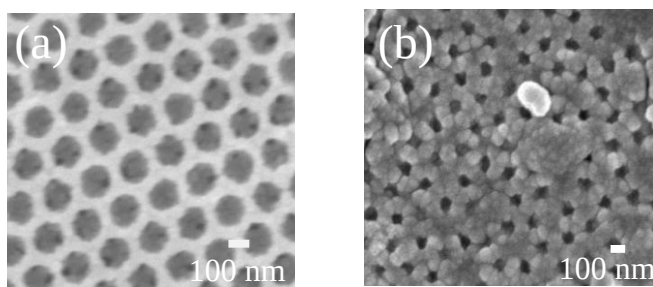


図 1 CdSe 量子ドット吸着後の逆オパール構造 TiO₂ 電極表面
(a) TiCl₄ 未処理 (b) TiCl₄ 後処理 3 回

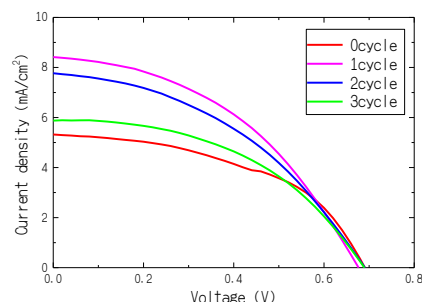


図 2 TiCl₄ 後処理回数変化による CdSe 量子ドット
増感逆オパール (IO) 構造の光電変換特性

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