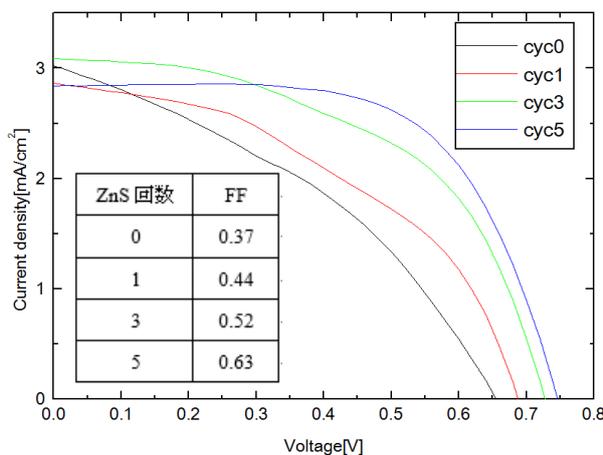


逆オパール構造 TiO₂ 電極を用いた量子ドット増感太陽電池の界面修飾効果Surface Passivation Effect of Quantum Dot Solar Cell
with Inverse Opal TiO₂ Electrode○堀 奏江¹, 廣中 基記¹, 豊田 太郎^{1,3}, 早瀬 修二^{2,3}, 沈 青^{1,3}(電通大先進理工¹, 九工大生命体工², JST-CREST³)Kanae Hori¹, Motoki Hironaka¹, Taro Toyoda^{1,3}, Shuji Hayase^{2,3}, Qing Shen^{1,3}(Univ. of Electro-Commun.¹, Univ. of Kyushu-institute², JST-CREST³)

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

量子ドット増感太陽電池は次世代型太陽電池として注目を集め、盛んに研究が行われている。特に量子ドットの吸着基板であり、電子輸送層である TiO₂ 電極の構造はきわめて重要である。一般的な TiO₂ ナノ粒子を用いた電極は界面が多く、円滑な電子輸送が妨げられているという欠点がある。一方、逆オパール(Inverse Opal: IO)構造は 3 次元規則的な構造を有しているため、電解液が浸透しやすいや電子輸送が円滑にできるという利点がある。我々は TiO₂ IO 電極を用いた太陽電池がナノ粒子電極を用いた太陽電池より高い開放端電圧 V_{OC}を示すことを明らかにしてきたが[1]、低い短絡電流密度とフィルファクター(FF)の改善が課題である。そのため、今回は TiO₂ と増感剤となる量子ドット間の界面に ZnS による修飾し、ZnS の厚みを変えることで逆電子移動や電荷再結合及び FF にどのような影響を与えるかについて検討を行った。

本研究では連続イオン層吸着反応法(SILAR 法)で Zn 源と S 源に交互に 0,1,3,5 回と TiO₂ IO を浸漬させることで ZnS を表面修飾した後、CdSe 量子ドットの吸着を行った[2]。図 1 に ZnS 修飾を 0~5 回と変化させた時の J-V 特性を示す。ZnS 回数を増やすことで FF の著しい増加が確認された。これは ZnS 修飾により TiO₂ IO の表面欠陥が減少し、電荷再結合を防げたことや ZnS 層があることで逆電子移動が抑制されたと考えられる。表 1 に過渡開放電圧測定[3]より求めた TiO₂ IO/ZnS/CdSe の光電極における TiO₂ IO に注入された電子の寿命を示す。この手法は、入射光を遮った後の、開放電圧の過渡的な減衰を観測し、TiO₂ 内の電子寿命を算出する方法である[3]。表 1 に示すように ZnS の厚さが増えると、電子寿命が長くなり、修飾しない場合のより 20 倍長くなった。これは逆電子移動を抑制する効果が顕著に現れることを示しており、図 1 の結果と一致する。

図 1 TiO₂ IO/ZnS/CdSe の ZnS 回数と J-V 特性の関係表 1 TiO₂ IO/ZnS /CdSe の TiO₂ IO 内の電子寿命(0.2V)

| ZnS 回数 | 電子寿命[s] |
|--------|---------|
| 0 | 1.2 |
| 1 | 7.4 |
| 3 | 12.2 |
| 5 | 22.6 |

[1] L. J. Diguna et al., *Appl. Phys. Lett.* **91**, 023116 (2007).[2] S. Gorer and G. Hodes, *J. Phys. Chem.* **98**, 5338 (1994).[3] A. Zaban, M. Greenshtein and J. Bisqert, *Chem. Phys.**Chem.* **4**, 859 (2003).