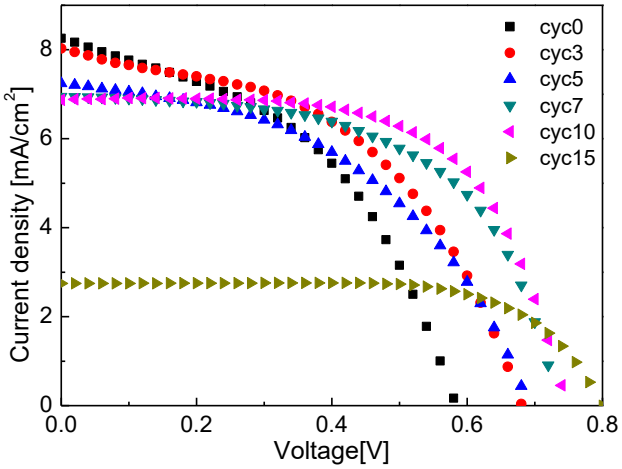
量子ドット増感太陽電池の界面パッシベーション効果

Surface Passivation Effect on the Photovoltaic Properties of Quantum Dot Solar Cell

○堀 奏江 [1], 藤野 秀一朗 [1],豊田 太郎 [1,3], 早瀬 修二 [2,3], 沈 青 [1,3]
(電通大基盤理工 [1], 九工大生命体工 [2], JST-CREST[3])
Kanae Hori[1], Shuichiro Fujino[1], Taro Toyoda[1,3], Shuzi Hayase[2,3], Qing Shen[1,3]
(Univ. of Electro-Commun. [1], Univ. of Kyushu-institute[2], JST-CREST[3])
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 TiO_2 電極の構造はきわめて重要である。一般的な TiO_2 ナノ粒子(Nano Particle : NP)を用いた電極は増感剤の吸着量を増やせる一方、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。前回までの発表で TiO_2 逆オパール構造を用いた太陽電池に TiO_2 と量子ドットの間の界面において ZnS パッシベーションを適用した。その結果、界面欠陥を介した電荷再結合を抑制でき光電変換効率を向上できた[1]。今回は、増感太陽電池に一般的に用いられている TiO_2 NP 電極と量子ドットの間の界面に ZnS パッシベーションを行い、その ZnS パッシベーションの厚みを変えることでの光電変換特性への影響を評価した。

本研究では TiO_2 NP(粒径 20 nm)電極を連続イオン層吸着反応法(SILAR 法)で Zn 源と S 源に交互に 0～15 回浸漬させて ZnS を表面に吸着した後[2]、CdSe 量子ドットの吸着を行った[3]。各 TiO_2 NP/ZnS/CdSe 試料を太陽電池の光電極として適用し、Cu_2S 対極との間をポリサルファイド電解質溶液で満たして太陽電池を作製した。図 1 に ZnS パッシベーション回数を変化させた時の J-V 特性を、図 2 に J-V 特性から求めた直列抵抗 R_S と並列抵抗 R_{Sh} の関係を示す。図 1 よりパッシベーション回数を増やすことで FF と V_{OC} の著しい増加が確認された。そして、パッシベーション回数 15 回の試料については V_{OC} が 0.8 V に達成した。これは図 2 より ZnS パッシベーション層が厚くなることで TiO_2 から量子ドット、または電解質溶液への逆電子移動を抑制した結果、R_{Sh} が増加したためと思われる。しかし、それに伴い R_S も増加したことで量子ドットから TiO_2 への電子注入もしづらくなり J_{SC} が減少したと考えられる。また、V_{OC} の入射光強度依存性の結果からパッシベーションによる効率向上理由の 1 つが界面欠陥を介した再結合を著しく抑制できたことによるものと示唆された。さらなる効率増加、つまり J_{SC} の増加のために膜厚の最適化や散乱層の導入が必要であり、今後検討を行う予定である。



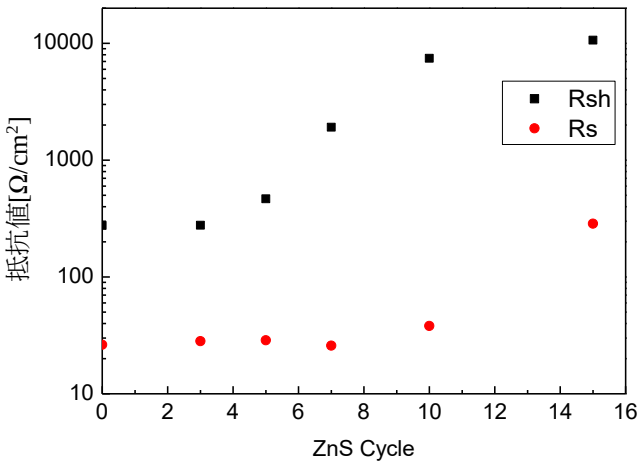


図 1 TiO_2 NP/ZnS/CdSe の ZnS 回数と J-V 特性の関係　図 2　ZnS 回数と R_S, R_{Sh} の関係

[1] 堀　et al. 第 63 回応物 19a-P5-31
[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).