

液相リガンド交換法を用いた PbS コロイド量子ドットのキャリア拡散長の増加

Elongation of Carrier Diffusion Length in PbS Colloidal Quantum Dot Solar Cell

埼玉大院理工¹, 東大先端研², [○]高橋 晃宏¹, 福田 武司¹, 王海濱², 久保 貴哉², 瀬川 浩司²

Saitama Univ.¹, RCAST Univ. of Tokyo², [○]Akihiro Takahashi¹, Takeshi Fukuda¹, Hai-bin Wang²,

Takaya Kubo², Hiroshi Segawa²

E-mail: a.takahashi.990@ms.saitama-u.ac.jp

【はじめに】低コスト・高効率な次世代の太陽電池として期待されるコロイド量子ドット(CQD)太陽電池は、高性能化に向けてキャリア拡散長の伸長などが課題である。十分な光吸収が可能な活性層を CQD 溶液から成膜するとき、従来の固相リガンド交換では数十層の積層が必要であった。そのため、量子ドット層界面が大きくなり、キャリア拡散の障害となる。本研究では、単層の厚膜化が可能な液相リガンド交換¹⁾でセルを作製し、キャリア拡散長への影響を検討した。

【実験方法】

A. 酸化亜鉛シード層: $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ と Amino ethanol を Methanol に溶した。その後、FTO 付洗浄ガラス基板に、スピコートを行い、350 °C で 30 分間の熱処理を行った。

B. PbS QD のリガンド交換+スピコート成膜: PbI_2 , PbBr_2 , NH_4Ac を DMF に溶かし PbS CQD の octane 溶液に当量加え、攪拌してオレイン酸リガンドを交換した。量子ドットを遠心分離し、Butylamine に再溶解し、酸化亜鉛シード層上にスピコート法で成膜した。その後、Ethanedithiol (EDT) でリガンド処理を行った PbS QD 層に EDT 層を導入した活性層と、未導入のものを作製した。最後に金を蒸着して、太陽電池を製作した。

【結果】図 1 に EDT 層有無の J-V 特性を示す。EDT 層は主に電子ブロック層として機能し、効率改善に大きく寄与した。図 2 にセル特性の PbS QD 層の膜厚依存性を示す。膜厚が厚くなると共に全てのパラメータは増加した。太陽電池特性は 300 nm 程度の厚膜でも短絡電流密度が単調増加しており、キャリア拡散長が従来の固相リガンド交換法(200 nm)²⁾より、増加していると考えられる。この結果の主な原因として、液相中で均一なリガンド交換ができていたため、活性層中の有機物の残留を抑制できたことがあげられる。また、最も高い変換効率は 9.41% を実現した。

【参考文献】 1) M. Liu et al., *Nat. Mater.*, **16**, 258 (2017); 2) H. Wang et al., *J. Phys. Chem. C*, **119**, 27265 (2015).

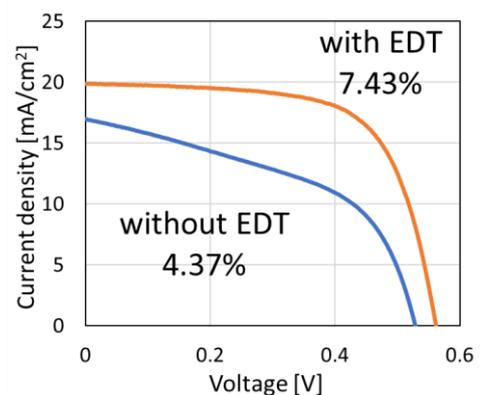


Fig. 1 J-V characteristics of solar cells.

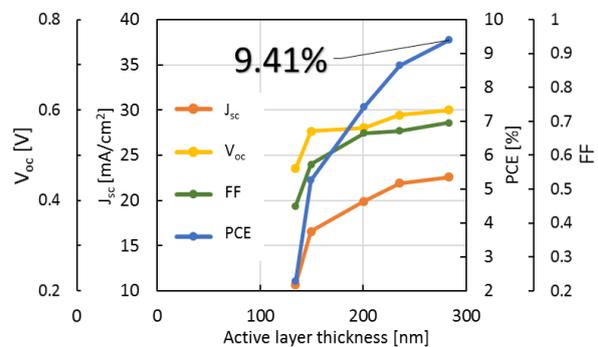


Fig. 2 Dependence of PbS QD layer thickness on solar cell performances.