

量子ドット太陽電池のキャリア輸送特性の温度依存性

Temperature Dependence of Carrier Transport in Quantum Dot Solar Cell

埼玉大¹, 東大先端研², [○]高比良 和也¹, 福田 武司¹, 高橋 晃宏¹, 王 海濱², 久保 貴哉²,
瀬川 浩司²

Saitama Univ.¹, RCAST Univ. of Tokyo², [○]Kazuya Takahira¹, Takeshi Fukuda¹, Akihiro Takahashi¹,
Hai-bin Wang², Takaya Kubo², Hiroshi Segawa²
E-mail: k.takahira.188@ms.saitama-u.ac.jp

【はじめに】コロイド量子ドット(CQD)太陽電池は低コスト・高効率な次世代の太陽電池として期待されている。しかし、量子ドット薄膜中のキャリア輸送特性の温度依存性については知見が少ない。本研究では単層での厚膜化が可能な液相リガンド交換で PbS 量子ドットを用いた太陽電池を作製し¹⁾、インピーダンス測定から緩和時間や抵抗の温度依存性を評価した。

【実験方法】酸化亜鉛シード層の成膜のために、 $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ と Amino ethanol を Methanol に溶した。その後、洗浄した FTO 膜付きガラス基板に、スピコートを行い、350 °C で 30 分間の熱処理を行った。次に 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 PbS QD(約 150nm)を成膜した。その後、PbS QD 層上に、Ethanedithiol (EDT)でリガンド処理を行った PbS QD 層(約 70nm)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。その後、温度を変化させてインピーダンス測定を行った。

【結果】図 1 に EDT 層有無での緩和時間の温度依存性を示す。EDT 層なしでは温度と共に緩和時間が減少したのに対して、金電極と PbS CQD 界面のエネルギー障壁が小さくなる EDT 層ありの素子では温度依存性は観測されなかった。また、図 2 にインピーダンススペクトルの抵抗の温度依存性から見積もった活性化エネルギーの印加電圧依存性を示す。EDT 層を導入することで活性化エネルギーが低減しており、この結果が太陽電池特性、特に V_{oc} と FF の向上 (EDT 層あり : 7.4%、EDT 層なし : 4.4%) に関連があると推測される。

【参考文献】 1) M. Liu et al., *Nat. Mater.*, **16**, 258 (2017).

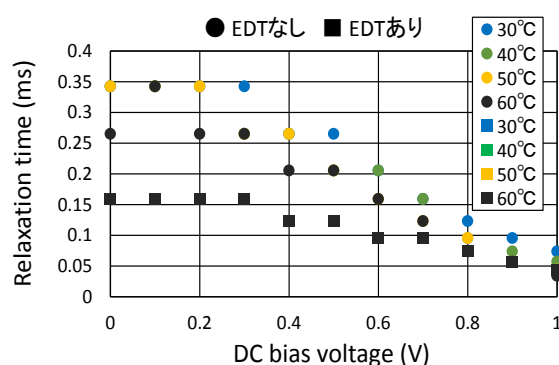


Fig. 1 Dependence of DC bias voltage on relaxation time.

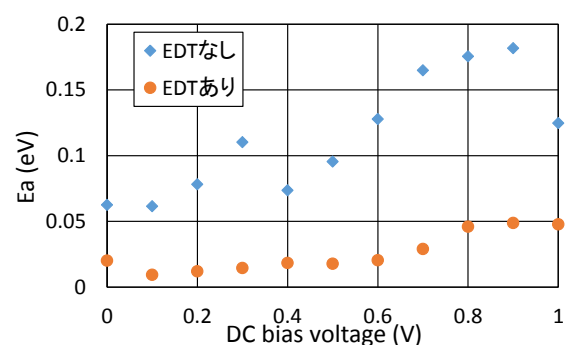


Fig. 2 Dependence of voltage on activation energy.