

量子ドットを用いた太陽電池と様々な環境下での発電特性

Quantum dot-based solar cells working under various environmental conditions

東大先端研¹, 東大総合文化² ○久保貴哉¹, 王海濱¹, 瀬川浩司^{1,2}

1) Research Center for Advanced Science and Technology, UTokyo,

2) Graduate School Arts & Sciences, UTokyo

E-mail: ukubo@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

はじめに

あらゆる「モノ」がインターネットに繋がる IoT 社会において、センサモジュールの需要は加速的に増大すると考えられる。2040 年には 50 兆個の需要が予測されており¹、全てのモジュールへの電力供給を既存の系統電源に依存する仕組みや、定期的な交換が必要な二次電池に依存する使い方には、限界がくる。さらに、モジュールの保守点検が容易でない場所への設置も多くなると考えられる。よって、センサモジュールの導入が拡大するにつれ、自立型電源モジュールに組み込むことのできる環境発電技術の需要が益々高まると期待される。環境発電には、振動や熱、光エネルギーの活用が考えられる。とりわけ、光エネルギーを利用して発電する光電変換素子は、高い出力電圧が得られるため、センサモジュールの集積回路などの駆動にも適している。色素増感太陽電池や有機薄膜太陽電池、ペロブスカイト太陽電池など、プリンタブル技術により作製可能なハイブリッド太陽電池は、モジュール電源としての応用も進んでいる²。

コロイド量子ドットを用いた太陽電池

化合物半導体のコロイド量子ドットは、組成やサイズを制御すると幅広い光環境で光吸収が可能であり、溶液プロセスとの相性も良く、フレキシブル太陽電池の素材として有用である。特に、ZnO 層上に量子ドット層を積層したヘテロ接合量子ドットセル(平坦型セル、図 1(a))において、コロイド量子ドット合成技術や太陽電池構築技術の進展により、エネルギー変換効率や大気中での 150 日程度の安定性も報告されるようになってきた³。一方、われわれは、可視から 2 μm 程度の短波長赤外領域での高効率光電変換を目指し、PbS コロイド量子ドット(CQD)と ZnO ナノワイヤ(NW)で構築する太陽電池(ナノワイヤ型セル、図 1(b))の高性能化を行ってきた⁴⁻⁶。

本講演では、IoT センサモジュールの利用が想定される多様な光、温湿度環境における、ナノワイヤ型セルの太陽電池特性を議論する。耐久性評価についても、4 年以上の大気放置や 1-sun 連続照射など様々な環境下での長期評価を実施し、良好な結果を得ている(図 2)^{7,8}。これらについても、議論を行う。

参考文献

1) SoftBank World 2015 レポート, 2) Nanotech2017(2017/02/15-17, 東京), 3) G. H. Carey. *et.al. Chem. Rev.*, **115**, 12732 (2015), 4) H. Wang, V. Gonzalez-Pedro, T. Kubo, F. Fabregat-Santiago, J. Bisquert, Y. Sanehira, J. Nakazaki, and H. Segawa, *J. Phys. Chem. C*, **119**, 27265 (2015), 5) T. Kawawaki, H. Wang, T. Kubo, K. Saito, J. Nakazaki, H. Segawa, and T. Tatsuma, *ACS Nano*, **9**, 4165 (2015), 6) H. Wang, T. Kubo, J. Nakazaki, T. Kinoshita, and H. Segawa, *J. Phys. Chem. Lett.*, **4**, 2455 (2013), 7) H. Wang, T. Kubo, J. Nakazaki, and H. Segawa, *Phys. Stat. Solidi - RRL*, **8**, 961 (2014), 8) L. Tan, P. Li, B. Sun, M. Chaker, and D. Ma, *ACS Energy Lett.*, **2**, 1573 (2017).

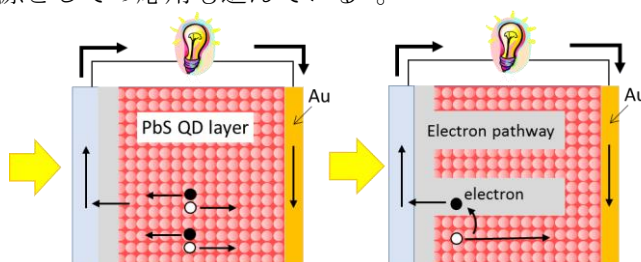


図 1. PbS CQD と ZnO で作製した、2 種類の太陽電池、(a)平坦型セル、(b)ナノワイヤ型セル

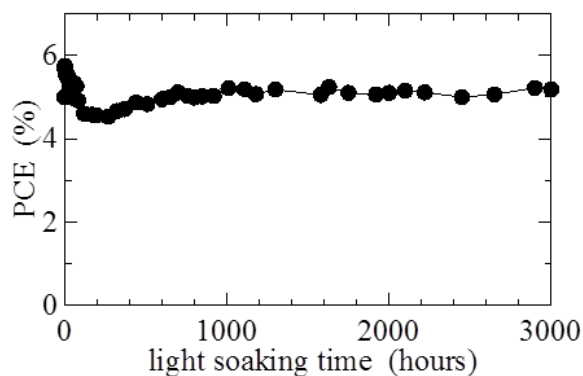


図 2. 1-SUN 連続照射下でのナノワイヤ型セルのエネルギー変換効率の経時変化