

ドレスト光子利用波長変換フィルムによる 結晶シリコン太陽電池の高効率化

High-effectiveness of crystalline silicon solar cell
by a wavelength conversion film using a dressed photon

東大工, [○]川添 忠, 雨海千秋, 大津 元一

Univ. of Tokyo, [○]Tadashi Kawazoe, Chiaki Amagai, and Motoichi Ohtsu

E-mail: kawazoe@ee.t.u-tokyo.ac.jp

これまで我々は太陽電池の光電変換効率の悪い紫外光を波長 550-650nm に変換し、太陽電池を高効率化するための波長変換フィルムを開発した[1-3]。このフィルムは安価で資源の豊富な酸化亜鉛量子ドット(ZnO-QD)とDCM色素分子を含有し、ドレスト光子(DP)を介したエネルギー移動[4]によって高効率な波長変換素子として機能する(Fig.1(a))。これにより、公称効率 16%の結晶シリコン太陽電池の効率を+1%以上(効率 17%)に向上させることに成功している。一方、最近の結晶系シリコンを用いた太陽電池は高効率化を目的とした分光感度の広帯域化が進んでおり、公称効率 18%以上の太陽電池の量子効率波長 400nm~950nm の範囲でほぼ一定になっている。すなわち、高効率結晶シリコン太陽電池に対しては 550-650nm を目標波長とした波長変換は必要なく、紫外光を波長 400nm 以上へ変換できれば十分である。

今回、我々は紫外光を波長 450nm 程度の青色へ変換する波長変換フィルムを作製し、公称効率 18.1%の結晶シリコン太陽電池の効率を 2.0%向上することに成功したので報告する。

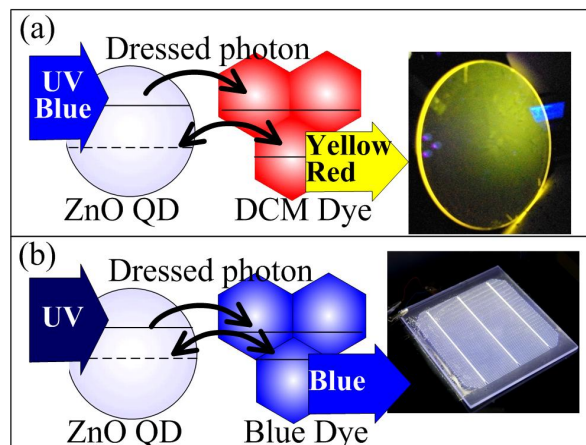


Fig.1. Principle of the wavelength conversion using energy transfers via dressed photons between ZnO-QD and DCM dye (a) and a blue dye (b).

Fig.1(b)に今回作製したドレスト光子で結合した ZnO-QD と色素による波長変換の原理の説明図と波長変換フィルムを太陽電池基板に設置した状態でソーラーシミュレーターの光を照射した時の写真を示す。

波長変換薄膜中には ZnO-QD が 10^{17-18} 個/cm³ の密度で、色素が 3~5mg/cm³ の濃度で分散されている。目標波長 450nm に対しては①ZnO-QD 中の ZnO-Zn の欠陥準位を排除する、②青系色素を利用する、の2

つの変更を行った。特に①に関しては従来のシリコン樹脂中での ZnO-QD 成長法[3]を用いたが、欠陥準位が性能劣化をもたらすため、新しい反応触媒を発見し、欠陥準位の駆逐に成功した。Fig.2 に作製した3種類の波長変換フィルムと発電時の電流電圧特性を示す。試料1、2には異なる色素を用いている。また、シリコン樹脂ではなく EVA(エチレン・酢酸ビニル共重合樹脂)をフィルム母材に用いることにも成功した(試料3)。

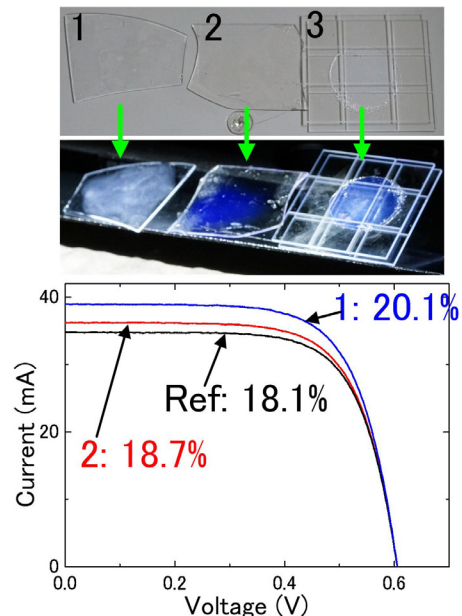


Fig.2. IV characteristics of Si-solar-cell using wavelength converters by a dressed photon.

Fig.2 に示すように作製されたフィルムは高効率で発光し、18.1%の太陽電池を 20.1%に高効率化させた。波長変換 EVA フィルムは最適化中であり計測結果は発表にて報告するが、大幅なコスト削減が期待される。

本研究は独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の資金を基に、平成 24 年度に受託した開発課題「ドレスト光子利用太陽電池技術の研究開発」に関するものである。また、本研究にご協力頂いた東京応化工業(株)の館俊聡氏、高木利哉氏、藤本隆史氏、岩井武氏、松本理恵氏に感謝致します。

- [1] 川添他、2013 年春 応物講演会, 28p-A1-11.
- [2] 川添他、2013 年秋 応物講演会, 18p-C14-16.
- [3] 川添他、2014 年春 応物講演会, 18a-F12-6.
- [4] T. Kawazoe et al., Phys. Rev. Lett., **80**, 2257 (2002).