

CuInS₂/ZnS 量子ドット蛍光膜の単結晶シリコン太陽電池への応用

Application of Fluorescent Films of CuInS₂/ZnS Quantum Dots

to Monocrystalline Silicon Solar Modules

慶大理工 °中村 悠人, 磯 由樹, 磯部 徹彦

Keio Univ., °Yuto Nakamura, Yoshiki Iso, Tetsuhiko Isobe

E-mail: isobe@applc.keio.ac.jp

【目的】既存の太陽電池モジュールは、保護材のため近紫外光を効率よく発電に利用できていない。この対策として、蛍光体を用いて紫外光を橙色光に変換する CuInS₂(CIS)/ZnS 量子ドット(QDs)に注目し、吸収端を約 400 nm (3.1 eV)に調節した蛍光量子収率(PLQY) 30%の QDs を報告した[1]。本研究では、QDs の合成条件を見直して PLQY を向上させるとともに、QDs を分散させたエチレン酢酸ビニル共重合体(EVA)膜を作製して単結晶シリコン太陽電池の特性に与える影響を評価した。

【実験方法】1-ドデカンチオール(DDT)、1-オクタデセン(ODE)およびオレイン酸(OA)に CuI と In(Ac)₃を加え、Ar ガス雰囲気下で 150 °C に昇温した。そこに硫黄粉末のオレイルアミン溶液をインジェクションし 5 min 加熱した。その後 DDT、ODE および OA に Zn(Ac)₂·2H₂O を溶解させたシエル剤を滴下して 250 °C で 50 min 熟成し、さらに同様のシエル剤を滴下して 250 °C で 50 min 熟成した。洗浄操作して得た QDs をトルエンに分散させて分散液試料を作製した。また、QDs 1 mg または 5 mg をトルエンと ODE の混合溶媒に分散させ、粒状の EVA を添加した。攪拌して EVA を溶解した後、乾燥して QDs-EVA 膜試料を得た。

【結果および考察】Fig. 1 (a) に QDs 分散液試料の UV-vis 吸収スペクトルを示す。この結果から Tauc プロットを作成し、バンドギャップ(E_g)を算出すると 2.80 eV であった。Fig. 1 (b) に QDs 分散液試料の蛍光スペクトルを示す。蛍光ピーク波長は 586 nm であり、絶対 PLQY は 57% であった。Fig. 2 に 25 mm 角に切断した QDs-EVA 膜試料の外観写真を示す。白色光下では薄い橙色であり、EVA 中の QDs 量を増加させると膜がわずかに白く濁った。365 nm の UV ランプ照射下ではどちらも橙色蛍光を示した。この QDs-EVA 膜を単結晶シリコン(c-Si)太陽電池モジュールの受光面に密着させて分光感度測定を行った。Fig. 3 に QDs(5 mg)-EVA、QDs(1 mg)-EVA および EVA の膜試料を密着させた状態と、ブランクの状態での太陽電池の波長毎の光電変換効率(IPCE)を示す。EVA に分散させる QDs 量を増加させると 370 nm 以下の紫外域において IPCE が向上した。これは QDs が紫外光を橙色光に波長変換して光電流が増大したことに起因すると考えられる。

【参考文献】[1] 中村悠人, 磯由樹, 磯部徹彦, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 20p-235-6 (2018).

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 JP18H02061 の助成を受けたものです。

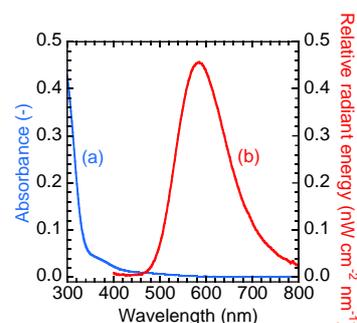


Fig. 1 (a) UV-vis absorption and (b) photoluminescence spectra of CIS/ZnS QDs dispersion.

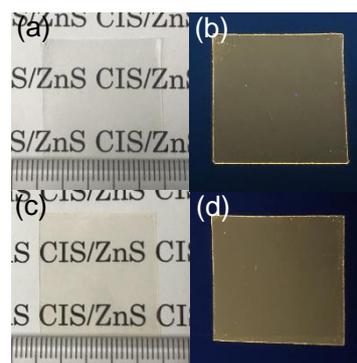


Fig. 2 Photographs of EVA films using (a, b) 1 mg and (c, d) 5 mg of QDs under (a, c) white light and (b, d) near-UV light.

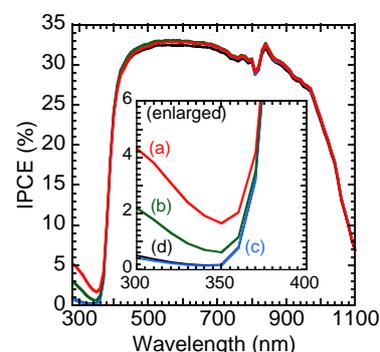


Fig. 3 IPCE spectra of a c-Si solar module covered with (a) QDs(5 mg)-EVA, (b) QDs(1 mg)-EVA, and (c) EVA films, and (d) without film.