

発光型太陽集光器用 CuInS₂/ZnS 量子ドット分散シリカナノコンポジットの作製

Fabrication of CuInS₂/ZnS Quantum Dots Dispersed Silica Nanocomposites for Luminescent Solar Concentrator

慶大理工 °矢野 祥太郎, 磯 由樹, 磯部 徹彦

Keio Univ., °Shotaro Yano, Yoshiki Iso, Tetsuhiko Isobe

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

【目的】建築物の窓材などに利用できる透明太陽光発電デバイスが注目されており、そのひとつに発光型太陽光集光器(LSC)がある。本研究では、CuInS₂(CIS)/ZnS 量子ドット(QDs)蛍光体がテトラメチルアンモニウムシリケート(TMAS)誘導シリカ内に分散した、板状の QDs 分散シリカナノコンポジットをゾルゲル法で作製した。さらに結晶シリコン(c-Si)太陽電池と組み合わせて LSC を作製し、QDs 濃度を変化させながら発電特性を評価した。

【実験方法】ホットインジェクション法で合成した CIS/ZnS QDs の疎水性表面配位子を 3-メルカプトプロピオン酸でリガンド交換し、親水化した。遠心分離と真空乾燥で得た固体試料を塩基性の TMAS 水溶液中に分散してゾルとし、ゲル化剤の乳酸メチルを添加して素早く型に加えた。ゲル化および乾燥を経て、板状の QDs 分散シリカナノコンポジットを得た。QDs 濃度が異なるナノコンポジットを作製し、それらの側面に c-Si 太陽電池モジュールを接着して構築した LSC の発電特性を測定した。

【結果および考察】Fig. 1 に QDs 濃度を変化させて作製したナノコンポジットの外観を示す。濃度に応じて白色光下では黄色から橙色を呈し、UV 光下では蛍光を示した。Fig. 2 にナノコンポジットの透過スペクトルおよび PL スペクトルを示す。約 550 nm より短波長側の透過率が QDs の吸光のため大きく低下した。QDs 濃度の増大に伴い約 550 nm より長波長側の透過率も低下した。これは一部の凝集した QDs による光散乱損失が増大したためと考えられる。PL 強度は高濃度化に伴い増大した。ピーク位置が 582 nm から 609 nm にレッドシフトしたが、これは QDs による蛍光の自己吸収の増大に起因する。Fig. 3 のように LSC を構築して AM1.5G 疑似太陽光の照射下で *I*-*V* 曲線を測定すると、QDs 濃度の増大によって光電流が上昇した。なお、QDs を含有しない 0 wt% のブランク試料で構築した LSC でも発電が起きた。この発電性能の変化を解析するため、Fig. 4 の光電変換効率(IPCE)スペクトルを測定した。ブランク試料による LSC の IPCE スペクトルでは、近赤外領域から約 400 nm にかけて IPCE が増大した。これは、試料表面で散乱した入射光の一部が太陽電池に到達し、かつ短波長側ほど光散乱が強くその影響が大きいことを示唆する。約 400 nm 以下の IPCE は急激に減少した。これは使用した太陽電池モジュールの保護剤の光吸収が発電を妨げたためと推察される。一方、QDs を分散すると濃度増大に伴い全波長域で IPCE が向上した。約 400 nm 以下の波長域でも発電が起きており、これは QDs に吸収された光が太陽電池の保護材の吸収を受けない光に波長変換されたためと考えられる。QDs が光を吸収しない約 550 nm より長波長側でも QDs 濃度の増大に伴い IPCE が向上した。この波長域では蛍光の影響は現れないことから、一部の凝集した QDs による入射光の散乱の影響が増大したと推察される。

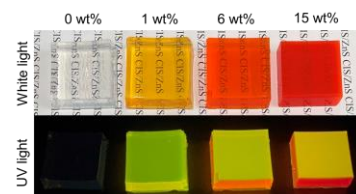


Fig. 1 Photographs of QDs-silica nanocomposites with different concentrations.

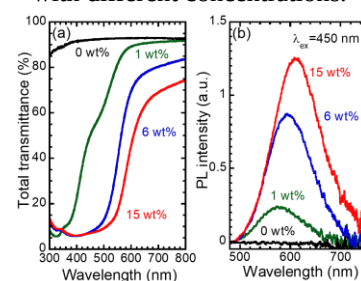


Fig. 2 (a) Transmission and (b) PL spectra of the nanocomposites with different concentrations.

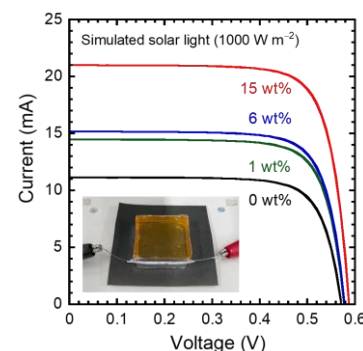


Fig. 3 *I*-*V* curves of the LSCs with different concentrations.

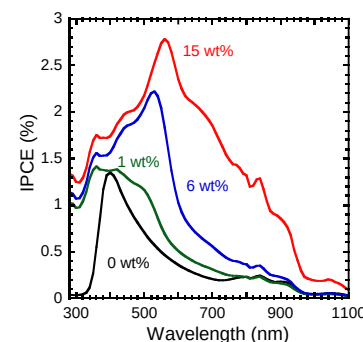


Fig. 4 IPCE spectra of the LSCs with different concentrations.