

太陽電池応用を指向したコア／シェル型 CuInS₂/ZnS 量子ドットの作製と特性評価

Preparation and photoluminescence properties of CuInS₂/ZnS core/shell quantum dots for the application in solar cells

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@aplc.keio.ac.jp

【目的】既存の太陽電池は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、蛍光体を用いて近紫外光を可視光にする波長変換膜の導入が考えられる。そこで本研究では、CuInS₂(CIS)量子ドット(QDs)に着目し、元々発電に利用できる可視光を吸収しないように、吸収端波長が約 400 nm (3.1 eV)となるコア／シェル型 CIS/ZnS QDs の作製を目指した。その際、①量子サイズ効果および②Cu/In 組成について検討した。

【実験方法】1-ドデカンチオール(DDT)に CuI と In(Ac)₃ を加え、Ar ガス雰囲気下で 230 °C または 210 °C で 5 min 加熱した。そこに混合した DDT、1-オクタデセンおよびオレイン酸に Zn(Ac)₂ · 2H₂O を溶解させたシェル剤を加え、250 °C で 50 min 熟成することで固溶およびシェル被覆を行った。

【結果および考察】Fig. 1 (a, b)にコア作製時の加熱温度を変えた QDs トルエン分散液の外観を示す。白色光下では 230 °C の場合が橙色、210 °C の場合が黄色であり、365 nm の UV ランプ下ではどちらも黄色蛍光を示した。Fig. 2 に QDs 分散液試料の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)を算出した。コア作製温度が 230 °C および 210 °C で合成した QDs の E_g はそれぞれ 2.15 eV および 2.46 eV であり、試料外観に対応していた。これは、コア作製温度を下げると、粒子サイズが小さくなることで E_g が増大し、可視光の吸収が減少したことを示唆する。さらに E_g を増大させるために、つぎに組成による制御を検討した。Fig. 1 (c, d)に原料の仕込みモル比 Cu/In を 1/4 より小さくし、コア作製温度 210 °C で合成した QDs 分散液の外観を示す。白色光下では Cu/In 比を低下させることで無色透明に近づき、UV ランプ下では黄色蛍光を示した。Fig. 2 に示すように吸収端は短波長側へシフトし、仕込みモル比 Cu/In = 1/8 および 1/10 で合成した QDs の E_g はそれぞれ 2.90 eV および 3.00 eV であった。Fig. 3 に示すように、Cu/In = 1/8 および 1/10 で合成した QDs の蛍光ピークはそれぞれ 554.3 nm および 562.9 nm に観測され、絶対蛍光量子収率はどちらも 24 %であった。

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

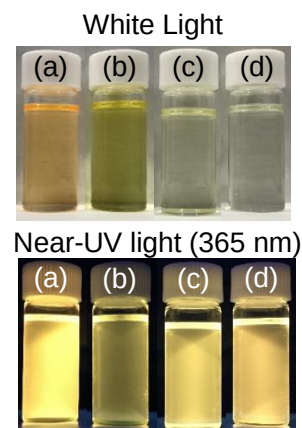


Fig.1 Photographs of QDs dispersions. Aging temperature: (a) 230 °C and (b-d) 210 °C. Cu/In molar ratio: (a, b) 1/4, (c) 1/8, and (d) 1/10.

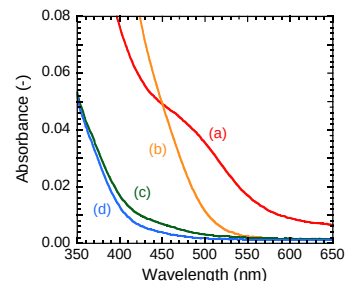


Fig.2 Absorption spectra of QDs dispersions. Aging temperature: (a) 230 °C and (b-d) 210 °C. Cu/In molar ratio: (a, b) 1/4, (c) 1/8, and (d) 1/10.

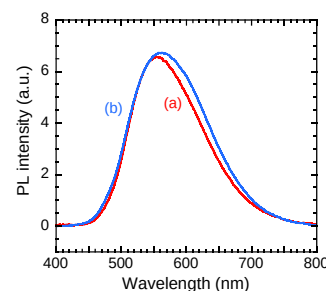


Fig.3 Photoluminescence spectra of QDs dispersions. Aging temperature: 210 °C. Cu/In molar ratio: (a) 1/8 and (b) 1/10. λ_{ex} =350 nm.