

液相合成した ZnSe-AgInSe₂ 固溶体ナノ粒子を用いる量子ドット太陽電池の作製

(名大院工¹、阪大院工²) ○道家 佑介¹・亀山 達矢¹・桑畑 進²・鳥本 司¹

【結言】 直径数ナノメートルの半導体粒子（量子ドット）は、量子閉じ込め効果の発現によりバルク材料では見られない特異的な性質を示す。特に量子ドットを太陽電池へ応用した場合に、理論変換効率が既存の太陽電池を大きく超えることから、近年注目を集めている。本研究では、近赤外から可視光領域の間で光吸収特性の自在制御が可能である、AgInSe₂ と ZnSe との固溶体 ((AgIn)_xZn_{2(1-x)}Se₂; ZAISE) に着目し、ZAISE ナノ粒子の合成と量子ドット太陽電池への応用を検討した。

【実験】 ZAISE ナノ粒子は、対応する金属の酢酸塩とセレノウレアを、250°Cのオレイルアミン中で熱分解することにより作製した。さらにこの粒子を、1,2-エタンジチオールを架橋剤として用いた交互積層法によって ITO 基板上に積層した。得られたナノ粒子担持 ITO 電極を硝酸ユウロピウムアセトニトリル溶液に浸漬し、Xe ランプ (λ>300 nm) 照射下で光電気化学特性を評価した。

【結果と考察】 金属元素の仕込み比を変化させて合成した ZAISE ナノ粒子は x の値によらず、およそ 3-5 nm の球形の形状であった (Fig. 1 挿入図; 代表的な ZAISE ナノ粒子の TEM 像)。それらの吸収スペクトルでは Zn の仕込み量が増加、すなわち x が減少するにつれて吸収端が 900 nm から、400 nm に短波長シフトした (Fig. 1)。このことは、ZAISE ナノ粒子の固溶体組成比を制御することにより、粒子の光吸収特性を可視域から近赤外領域まで自在に制御できることを示している。

ZAISE ナノ粒子 ($x=1.0$) を ITO 電極に担持し、断続的に光照射しながら電位を掃引したところ、負電位側で光照射時にカソード光電流を生じ、電極は p 型半導体類似の特性を示した (Fig. 2)。また、異なる固溶体組成比の ZAISE ナノ粒子においても、同様に p 型半導体の特性が観察された。カソード光電流の立ち上がり電位を価電子帯上端と仮定し、エネルギーギャップを差し引くことで、ZAISE ナノ粒子のエネルギー構造を求めたところ、 x の減少によって E_{CB} および E_{VB} のいずれもが負電位側にシフトすることが分かった。ZAISE ナノ粒子は固溶体組成比を制御することにより、光吸収特性と電子エネルギー構造を自在に制御可能であり、太陽電池の光吸収材料として有用であることが示された。

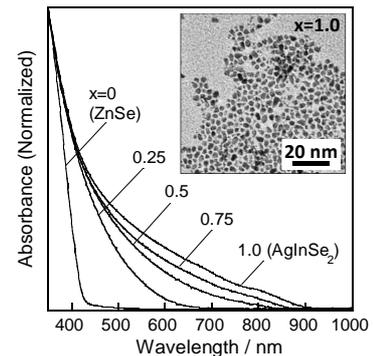


Fig. 1 Absorption spectra of ZAISE nanoparticles with various x values. A TEM image of ZAISE nanoparticles ($x=1.0$) was inserted in the figure.

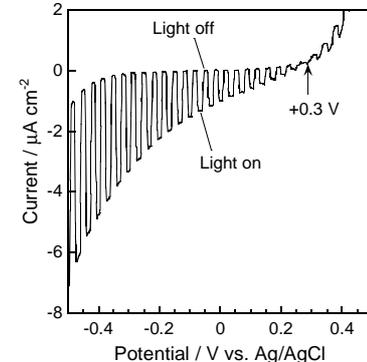


Fig. 2 A current-potential curve of ZAISE immobilized ITO electrode under alternative light irradiation.

Fabrication of Quantum Dot Solar Cells with ZnSe-AgInSe₂ Solid Solution Nanoparticles

Y. DOUKE¹, T. KAMEYAMA¹, S. KUWABATA², T. TORIMOTO¹ (Nagoya Univ.¹, Osaka Univ.². torimoto@apchem.nagoya-u.ac.jp)

Size-quantized semiconductor nanoparticles have attracted much attention for the applications of light energy conversion systems, such as quantum dot solar cells. Here, we report the fabrication of ZnSe-AgInSe₂ solid solution (ZAISE) nanoparticles as a novel active material for quantum dot solar cell. ZAISE nanoparticles ((AgIn)_xZn_{2(1-x)}Se₂) were synthesized by a thermal decomposition of metal acetate and selenourea in oleylamine at 250°C. Absorption onset of thus-obtained nanoparticles showed blue shift from 900 nm to 400 nm with an increase in the content of Zn, indicating that the band gap of ZAISE nanoparticles could be successfully controlled only by changing the value of x . In an Eu(NO₃)₃ solution, ZAISE-immobilized ITO electrodes exhibited cathodic photocurrent under visible light irradiation, being similar to p-type semiconductors. Therefore, the electronic energy structure of ZAISE nanoparticles could be determined using the optical bandgap and thus-obtained flatband potential of the cathodic photocurrent.