

Title	太陽電池応用を指向したコア/シェル型CuInS ₂ -ZnS固溶体/ZnS量子ドットの開発
Sub Title	Development of core/shell type CuInS ₂ -ZnS solid solution/ZnS quantum dot for solar cell applications
Author	磯, 由樹(Iso, Yoshiki)
Publisher	慶應義塾大学
Publication year	2018
Jtitle	学事振興資金研究成果実績報告書 (2017.)
JaLC DOI	
Abstract	<p>【背景・目的】従来の太陽電池は近紫外光を効率よく発電に利用できないため、近紫外光を可視光に変換する蛍光体層の導入が検討されている。本研究では、CuInS₂(CIS)量子ドット(QD)にZnSを固溶させ、太陽電池の発電に有効な可視光を吸収しないコア/シェル型CIS-ZnS固溶体/ZnS QDの作製を目指した。</p> <p>【実験方法】Arガスバブリングを行った1-ドデカンチオールにCuIとIn(CH₃COO)₃を加え、100℃で30min真空引きを行った後、系内にArガスを導入した。その後230℃または210℃で5min加熱してCISコアを作製した。そこにZn(CH₃COO)₂・2H₂Oを1-ドデカンチオール、1-オクタデセンおよびオレイン酸の混合溶媒に190℃で溶解しArガスバブリングしたZnSシェル原料の溶液を加え、250℃で50min熟成することでシェル被覆および固溶を行った。その後洗浄操作を行い、QD分散液を得た。</p> <p>【結果および考察】QD分散液の吸収スペクトルからバンドギャップ(E_g)を算出した。コア作製温度が230℃および210℃のQDのE_gはそれぞれ2.15eVおよび2.46eVであった。コア作製温度を下げると粒子径が減少し、量子サイズ効果によりE_gが増大したことが示唆された。E_gをさらに増大させるため、組成による制御を検討した。原料の仕込みモル比Cu/Inを1/4から1/10へ減少させると、白色光下では外観が次第に黄色からほぼ無色に変化し、吸収スペクトルでは吸収端のブルーシフトが見られた。Cu/In = 1/8および1/10で合成したQDのE_gはそれぞれ2.90eVおよび3.00eVであり、蛍光ピークはそれぞれ53.7nmおよび564.7nmに観測された。絶対蛍光量子収率はそれぞれ34.5%および38.1%であった。コアのCu/Inの組成の変化が光吸収波長に大きく影響を与えることが示されたが、化学量論比から組成をずらすことにより欠陥の生成に伴う非放射緩和確率の増大が懸念される。したがって、今後は蛍光量子収率の改善が大きな課題のひとつになると考えられる。</p> <p>"Introduction and purpose" Traditional solar devices have low sensitivity to near-UV light, therefore phosphor layer converting near-UV light to visible light would be improve their property. In this work, core/shell type CuInS₂ (CIS)-ZnS solid solution/ZnS quantum dots (QDs) with no absorption of visible light which is effective for solar devices.</p> <p>"Experimental" 1-dodecanthiol (DDT) was bubbled with Ar for 30 min. CuI and In(CH₃COO)₃ were then added to the solution. The system was degassed at 100 °C for 30 min and purged with Ar. The temperature was increased to 230 °C or 210 °C and maintained at the temperature for 5 min to prepare CIS cores. Zn(CH₃COO)₂·2H₂O was dissolved in a mixture of oleic acid, DDT, and octadecene at 190 °C, and then bubbled with Ar. This solution was added to the CIS core dispersion and aged at 250 °C for 50 min to grow ZnS shell and form the solid solution. After washing, QD dispersion was obtained.</p> <p>"Results and discussion" Each band gap (E_g) of the prepared QDs was calculated from absorption spectra of QD dispersions. E_g of QDs prepared at 230 °C and 210 °C in the core-preparation were 2.15 eV and 2.46 eV, respectively. Decrease of the temperature for core-preparation decreased particle size, resulted in increase of E_g by a quantum size effect. To further increase of E_g, their control by elemental composition was tried. Decrease in the nominal molar ratio of Cu/In from 1/4 to 1/10 caused a change in color of the QD dispersion from yellow to colorless, accompanied with blue shift of absorption edge in absorption spectra. E_g of the QDs prepared at Cu/In = 1/8 and 1/10 were 2.90 eV and 3.00 eV, respectively. Each photoluminescence (PL) peak was observed at 553.7 nm and 564.7 nm. Their absolute PL quantum yields were 34.5% and 38.1%, respectively. Increase in difference between the stoichiometric composition and Cu/In ratio of the prepared cores had influence on the light absorption wavelength, whereas probability of non-radiative relaxation derived from defects would be significant. Improvement of the PL quantum yield would therefore be one of serious problems in the further work.</p>
Notes	
Genre	Research Paper

URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2017000001-20170269
-----	---

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

研究代表者	所属	理工学部	職名	助教(有期)	補助額	300 (A) 千円
	氏名	磯 由樹	氏名 (英語)	Yoshiki Iso		
研究課題 (日本語)						
太陽電池応用を指向したコア／シェル型 CuInS ₂ -ZnS 固溶体／ZnS 量子ドットの開発						
研究課題 (英訳)						
Development of core/shell type CuInS ₂ -ZnS solid solution/ZnS quantum dot for solar cell applications						
1. 研究成果実績の概要						
<p>【背景・目的】従来の太陽電池は近紫外光を効率よく発電に利用できないため、近紫外光を可視光に変換する蛍光体層の導入が検討されている。本研究では、CuInS₂(CIS)量子ドット(QD)に ZnS を固溶させ、太陽電池の発電に有効な可視光を吸収しないコア／シェル型 CIS-ZnS 固溶体／ZnS QD の作製を目指した。</p> <p>【実験方法】Ar ガスバブリングを行った 1-ドデカンチオールに CuI と In(CH₃COO)₃ を加え、100℃で 30 min 真空引きを行った後、系内に Ar ガスを導入した。その後 230 ° C または 210℃で 5 min 加熱して CIS コアを作製した。そこに Zn(CH₃COO)₂・2H₂O を 1-ドデカンチオール、1-オクタデセンおよびオレイン酸の混合溶媒に 190 ° C で溶解し Ar ガスバブリングした ZnS シェル原料の溶液を加え、250℃で 50 min 熟成することでシェル被覆および固溶を行った。その後洗浄操作を行い、QD 分散液を得た。</p> <p>【結果および考察】QD 分散液の吸収スペクトルからバンドギャップ(E_g)を算出した。コア作製温度が 230℃および 210℃の QD の E_g はそれぞれ 2.15 eV および 2.46 eV であった。コア作製温度を下げると粒子径が減少し、量子サイズ効果により E_g が増大したことが示唆された。E_g をさらに増大させるため、組成による制御を検討した。原料の仕込みモル比 Cu/In を 1/4 から 1/10 へ減少させると、白色光下では外観が次第に黄色からほぼ無色に変化し、吸収スペクトルでは吸収端のブルーシフトが見られた。Cu/In = 1/8 および 1/10 で合成した QD の E_g はそれぞれ 2.90 eV および 3.00 eV であり、蛍光ピークはそれぞれ 553.7 nm および 564.7 nm に観測された。絶対蛍光量子収率はそれぞれ 34.5%および 38.1%であった。コアの Cu/In の組成の変化が光吸収波長に大きく影響を与えることが示されたが、化学量論比から組成をずらすことにより欠陥の生成に伴う非放射緩和確率の増大が懸念される。したがって、今後は蛍光量子収率の改善が大きな課題のひとつになると考えられる。</p>						
2. 研究成果実績の概要 (英訳)						
<p>“Introduction and purpose” Traditional solar devices have low sensitivity to near-UV light, therefore phosphor layer converting near-UV light to visible light would be improve their property. In this work, core/shell type CuInS₂ (CIS)-ZnS solid solution/ZnS quantum dots (QDs) with no absorption of visible light which is effective for solar devices.</p> <p>“Experimental” 1-dodecanthiol (DDT) was bubbled with Ar for 30 min. CuI and In(CH₃COO)₃ were then added to the solution. The system was degassed at 100 °C for 30 min and purged with Ar. The temperature was increased to 230 °C or 210 °C and maintained at the temperature for 5 min to prepare CIS cores. Zn(CH₃COO)₂・2H₂O was dissolved in a mixture of oleic acid, DDT, and octadecene at 190 °C, and then bubbled with Ar. This solution was added to the CIS core dispersion and aged at 250 °C for 50 min to grow ZnS shell and form the solid solution. After washing, QD dispersion was obtained.</p> <p>“Results and discussion” Each band gap (E_g) of the prepared QDs was calculated from absorption spectra of QD dispersions. E_g of QDs prepared at 230 °C and 210 °C in the core-preparation were 2.15 eV and 2.46 eV, respectively. Decrease of the temperature for core-preparation decreased particle size, resulted in increase of E_g by a quantum size effect. To further increase of E_g, their control by elemental composition was tried. Decrease in the nominal molar ratio of Cu/In from 1/4 to 1/10 caused a change in color of the QD dispersion from yellow to colorless, accompanied with blue shift of absorption edge in absorption spectra. E_g of the QDs prepared at Cu/In = 1/8 and 1/10 were 2.90 eV and 3.00 eV, respectively. Each photoluminescence (PL) peak was observed at 553.7 nm and 564.7 nm. Their absolute PL quantum yields were 34.5% and 38.1%, respectively. Increase in difference between the stoichiometric composition and Cu/In ratio of the prepared cores had influence on the light absorption wavelength, whereas probability of non-radiative relaxation derived from defects would be significant. Improvement of the PL quantum yield would therefore be one of serious problems in the further work.</p>						
3. 本研究課題に関する発表						
発表者氏名 (著者・講演者)	発表課題名 (著書名・演題)	発表学術誌名 (著書発行所・講演学会)	学術誌発行年月 (著書発行年月・講演年月)			