

CuInS₂量子ドットの光励起キャリア緩和のダイナミクス

- ZnS表面パッシベーション効果 -

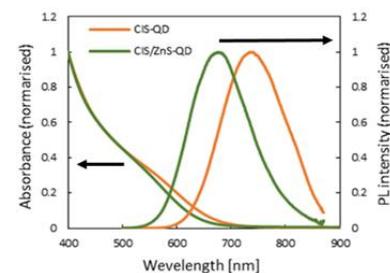
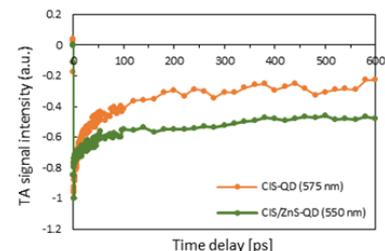
Photoexcited Carrier Dynamics in CuInS₂ Quantum Dot
-Effect of ZnS Passivation-○出石 拓也¹, 常 進^{1,4}, 張 耀紅¹, 豊田 太郎^{1,4}, 早瀬 修二^{2,4}, 片山 建二³, 沈 青^{1,4}電通大先進理工¹, 九工大生命体工², 中大理工³, JST CREST⁴○Takuya Izuishi¹, Jin Chang^{1,4}, Yao Hong Zhang¹, Taro Toyoda^{1,4},Shuji Hayase^{2,4}, Kenji Katayama³, Qing Shen^{1,4}Univ. Electro-Commun.¹, Kyushu Inst. Tech.², Chuo Univ.³, JST CREST⁴

E-mail: shen@pc.ucc.ac.jp

【概要】量子ドット(QD)は、粒径の変化により光吸収領域や発光波長を変化させることが可能であること、バルク状態よりも光吸収係数が高いことから、光デバイスへの応用に高い関心を持たれている。その応用の一つにQD増感太陽電池が挙げられ、高い変換効率を得ることが期待されている。現在では増感剤に毒性のないCuInS₂量子ドット(CIS-QD)を利用した研究が進められているが、変換効率はまだ7%である¹。そのため、現在は、効率向上を図るために表面パッシベーションされたQDが使われており、今後はそれによる光励起キャリア緩和の変化の解析が必要となる。そこで、本研究ではZnS表面パッシベーションを行ったCIS-QDを作製し、光吸収とPL特性および光励起キャリアダイナミクスについて検討した。

【実験】ヨウ化銅、三酢酸インジウム、1-ドデカンチオール、1-オクタデセンを混合させて200°Cに加熱し、CIS-QDを作製した²。作製したCIS-QD溶液を220°Cに加熱し、ビスステアリン酸亜鉛と1-ドデカンチオールを混合した溶液と混合させ、ZnS表面パッシベーションを行ったCIS-QD (ZnS/CIS-QD)を作製した³。ZnS表面パッシベーションがある試料とない試料に対し吸収とPLスペクトルの測定による光学的特性の評価、過渡吸収(TA)法による光励起キャリアの緩和過程の観測を行った。PL測定には470 nmの励起光を用いた。TA法にはパルス幅150 fsのチタンサファイアレーザーを用い、波長470 nmの励起光を適用した。

【結果と考察】作製した試料の吸収とPLスペクトルを図1に示す。ZnS表面パッシベーションにより、吸収、PLピークが短波長側にシフトし、粒径が小さくなったことが確認された。また、ZnS表面パッシベーションにより、PLの量子収率は4%から19%まで向上したことが判明した。図2にLUMO-HOMO間の電子-正孔再結合過程に対応するTA応答を示す。図1の吸収スペクトルから、プローブ光は、それぞれ吸収ピークに対応する575 nm (CIS-QD)、550 nm (CIS/ZnS-QD)を適用した。TA応答信号から、ZnS表面パッシベーションより光励起キャリアの再結合が遅くなったことが分かった。以上のことより、パッシベーションを行うことで表面欠陥が減少したことが示唆される。

図1 CIS-QDと CIS/ZnS-QDの
吸光度、PL スペクトル図2 CIS-QDと CIS/ZnS-QDの
過渡応答特性¹ Z. Pan, J. Bisquert, et al., *J. Am. Chem. Soc.* **136**, 9203-9210 (2014)² L. Li, P. Reiss, et al., *Chem. Mater.* **21**, 2422-2429 (2009)³ L. Li, V. I. Klimov, et al., *J. Am. Chem. Soc.* **133**, 1176-1179 (2011)