

Cd-Free II-VI 半導体量子ドットの合成と光学的特性

Synthesis and optical properties of cadmium-free and II-VI semiconductor colloidal quantum dot

阪大院工¹, 富山高専², 東北大多元研³ ○浅野 洋¹, 荒井 啓¹, 喜多 正雄², 小俣 孝久^{1,3}Osaka Univ.¹, NIT, Toyama College², Tohoku Univ.³○Hiroshi Asano¹, Kei Arai¹, Masao Kita², Takahisa Omata³

E-mail: hiroshi.asano@mat.eng.osaka-u.ac.jp

1. はじめに

半導体量子ドット(QD)は、励起子再結合による狭い発光スペクトルを有し、その発光波長は量子サイズ効果によって自在に制御することが可能である。これらの特徴により、QDは、発光ダイオードや青色LED励起による波長変換デバイスなど、様々な用途のために開発されている。現在、このような用途には、CdSe系QD材料が蛍光体として一般的に使用されているが、有害なカドミウムを含まない代替材料が強く望まれている。本研究では、混晶系半導体で観測される大きなバンドギャップボーイングに着目した。カドミウムを含まないII-VI族QD蛍光体として、 $Zn(Te_{1-x}Se_x)$ について有限深さの閉じ込めによる有効質量近似を用いてQDのサイズおよび組成に対する光学的ギャップを計算し、緑色蛍光体を設計した。[1]次に、 $Zn(Te_{1-x}Se_x)$ 混晶QDを合成し、その光学特性を調べた。

2. 実験方法

ホットソープ法によって、 $Zn(Te_{1-x}Se_x)$ 混晶QDを合成した。原料溶液の組成を制御して広範囲の組成でQDを得ることができた。QD粒子径はXRDピークのFWHMからの算出、またはTEM像から求めた。光吸収スペクトルより得られる光吸収端より光学ギャップ求めた。混晶QDの組成は、XRDから算出した格子定数を用いてベガード測より求めた。

3. 結果と考察

Fig.1は、粒子径 $d=4.0\pm 0.1$ nm の $Zn(Te_{1-x}Se_x)$ 混晶QDの組成 x と光学ギャップの関係を示す。計算より求めた結果と良い一致を示し、バルク $Zn(Te_{1-x}Se_x)$ と同等のボーイング特性を示すことが確認できた。また、光学ギャップが最小となる組成

$x=0.39\pm 0.2$ において、粒子径 $d=3.5\sim 6.3$ nm のQDを合成したところ、その光学ギャップは2.32~2.51eVの範囲で変化し、緑色光(2.33eV)をカバーすることがわかった。

以上の結果より、 $Zn(Te_{1-x}Se_x)$ 混晶QDが緑色発光を示すQD蛍光体として有望な材料であることが明らかとなった。

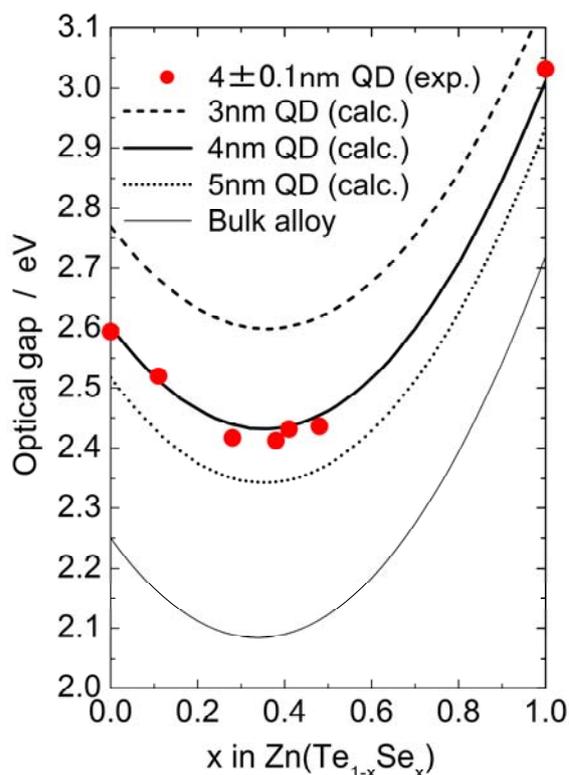


Fig.1 Optical gap of QDs with diameters of 4.0 ± 0.1 nm as a function of the composition, x .

4. 参考文献

- [1] H. Asano, T. Omata, *AIP Adv.* **2017**, *7*, 45309.