

超格子構造実現のための 赤外発光コロイド型 SnSe 量子ドット合成技術の検討

Study on infrared-emitting colloidal SnSe quantum dots synthesis technology
for realizing superlattice structure

横浜国大院理工 °(M1)中山 ケビン, 向井 剛輝

Graduate School of Engineering Science, Yokohama National Univ., °K. Nakayama, K. Mukai

E-mail: mukai-kohki-cv@ynu.ac.jp

【はじめに】

次世代のエネルギー問題を解決するために量子ドット(QD)超格子太陽電池が研究されている。我々は、ファセット付きコロイド型 QD を溶媒中で沈降・堆積させることで QD 超格子を自己形成させる方法を研究している[1]。しかし、従来の Pb や Cd を含む QD は毒性が懸念されており、低毒性の代替材料が求められている。本研究では、毒性金属を含まず、赤外発光するコロイド型 QD として SnSe QD を選択し、超格子構造実現のための QD 合成技術を検討した。

【実験】

SnSe QD の合成には 2 種類の方法を用いた。Se 粉末をオレイン酸(OA)に溶解した溶液を、 SnCl_2 を溶解したオレイルアミン、OA、オクタデセン(ODE)の混合液に注入して合成した(これを OA-SnSe とする)[2]。この方法は低温で合成できる利点がある。文献値よりも高濃度の前駆体量を使用した合成も検討した。また、既報告の SnS₂ QD の合成方法[3]において S を加えない方法を検討した。Se 粉末をトリオクチルホスフィン(TOP)に溶解した溶液を、SnO を溶解した OA と ODE の混合液に注入することで合成した(これを TOP-SnSe とする)。この方法では均一性の良好な QD が期待できる。

透過型電子顕微鏡(TEM)で QD の粒径及び形状、エネルギー分散型 X 線分析(EDX)で構成元素、X 線回折(XRD)測定で結晶構造、吸収スペクトル測定でバンドギャップの評価を行った。

【結果】

Fig.1 に TEM 観察の結果を示す。OA-SnSe は球状及び立方体形状の QD で平均粒径 8.8nm であった。粒径が 7.5nm を超えると球状より立方体状の割合が多くなることが判明した (Fig.1(c))。EDX 測定により、QD の構成元素が Sn と Se であることを確認した。この方法では QD の収量が非常に少なかった。使用する Se 粉末を 8 倍にした合成も行ったが収量は増加しなかった。文献値である Se 粉末 0.25 mmol を OA2.5 mL 中に溶かす場合でもわずかに溶解残りが生じており、Se の OA に対する溶解度が低いことが原因だと考えられる。

TOP-SnSe はシート状で一辺 2 μm 程度の大きさであった。EDX 測定の結果、シート状結晶の構成元素は Sn と Se であることを確認した。

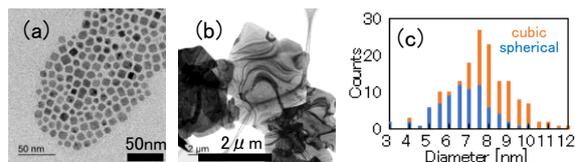


Fig.1 TEM images of (a) OA-SnSe, (b) TOP-SnSe and (c) size distribution of (a).

Fig.2 に XRD パターンを示す。TOP-SnSe では斜方晶 SnSe の結晶面(111), (131), (002), (151)に対応した主要なピークが出現した。

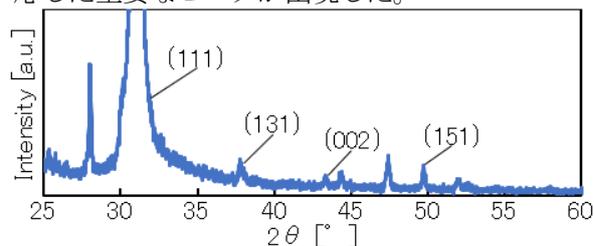


Fig.2 XRD patterns of TOP-SnSe.

吸収スペクトル測定結果から Tauc プロットを用いてバンドギャップを求めた(Fig.3)。その結果、TOP-SnSe のバンドギャップは 0.96 eV と判明した。バルクのバンドギャップは 0.9 eV であり、1 次元方向の量子閉じ込め効果が生じている可能性がある。

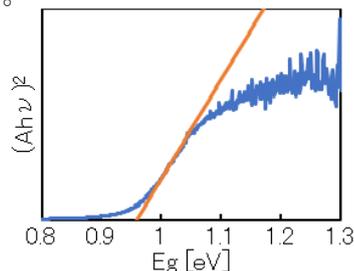


Fig.3 Tauc plot of TOP-SnSe.

TOP-SnSe の QD 化については当日報告する。

【参考文献】

- [1] Kohki Mukai et al., *Semicond. Sci. Technol.*, 30, 044006 (2015).
- [2] Xin Liu et al, *Chem. Mater.*, 26, 11, 3515-3521 (2014).
- [3] Hao Wei et al, *J. Mater. Chem.*, 21, 12605-12608 (2011).