

第 66 回応用物理学会 春季学術講演会に参加して

伊藤 里早

Risa ITOH

電子情報学専攻修士課程 2018 年度修了

1. はじめに

私は、2019 年 3 月 9 日～12 日に東京工業大学大岡山キャンパスで開催された、「2019 年第 66 回応用物理学会春季学術講演会」に参加し、3 月 11 日に「新規量子ドットのプロセス変更による特性評価」というテーマについて、ポスター発表を行った。

2. 研究背景

コロイド状量子ドット (QDs: Quantum Dots) は、量子力学的特徴を視覚化する物質である。実際に、紫外光を照射すると、量子ドットは様々な色で発光する特性を持つ。発光色は、ナノ結晶の粒子の大きさと関係があり、サイズが大きくなると、その発光色は青色から赤色へと変化する。本研究では、QDs 作製におけるプロセスを改善し、より発光強度の優れたサンプルの作製を試みた。

3. 研究内容

本研究では、以前までのホットインジェクション法のプロセスを変更して、QDs 溶液の作製を行った。大きな変更点としては、①プリカーサの合成方法、②窒素 (N_2) の連続使用、③真空ポンプを排気量の大きなポンプへ変更、以上の 3 点が今回の大きな改善点である。

そして、作製した QDs 分散液は分光蛍光光度計を用いて Photoluminescence (PL) 測定を行った。さらに、走査型電子顕微鏡 (Scanning electron microscope: SEM) を用いて、エネルギー分散型 X 線分析 (Energy dispersive spectrometry: EDS) により、作製試料に含まれる元素を分析した。

4. Photoluminescence (PL) 測定結果

作製したそれぞれの溶液は、分光蛍光光度計を用いて、PL 測定を行った。測定時の励起波長は、365 nm に設定した。分光蛍光光度計によるスペクトル測定の評価結果を Fig. 1 に示す。

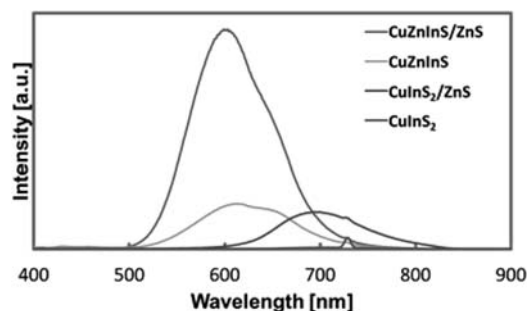


Fig. 1 QDs 溶液の PL 測定結果 (励起波長: 365 nm)

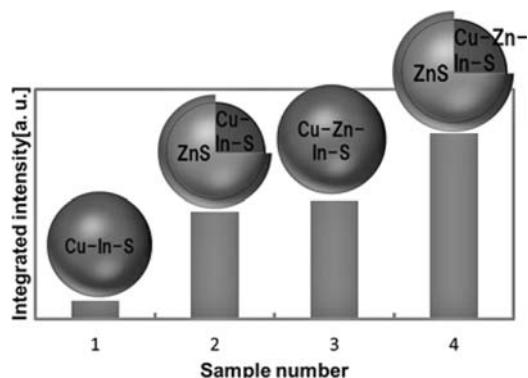


Fig. 2 PL 測定より算出した積分強度

さらに、PL 測定より算出した積分強度のグラフを Fig. 2 に示す。それぞれのグラフより、Cu-Zn-In-S/ZnS のとき、最も発光が強いことがわかる。また、Fig. 2 のグラフより、シェル構造の合成がある方の積分強度が増加することから、シェルによる量子閉じ込め効果が発光強度に、起因していると考えられる。

5. Energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS) 分析結果

QDs の元素分析を行うために、scanning electron

microscope (SEM) の EDS 分析を行った。それぞれの元素の結合エネルギーのスペクトル測定の結果を、Fig. 3 に示す。

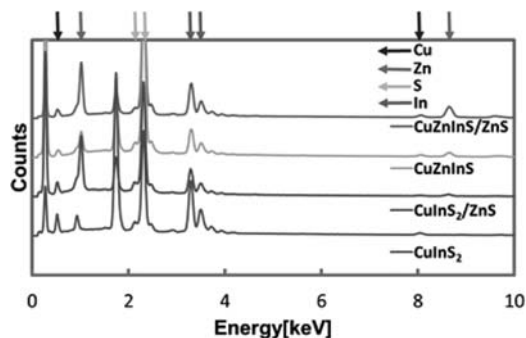


Fig. 3 EDS 分析結果 (スペクトル測定)

上図に示すグラフより、QDs に含まれる Cu, Zn, In, 及び S のピークが検出された。さらに結果より shell 構造の有るものと無いものを比較すると、shell 構造有りの QDs の方が Zn と S のピークが増加していることがわかる。特に、Zn のピークに着目すると顕著に現れていることが確認できる。この結果から、shell 構造有りの QDs 溶液の方には ZnS の成分が含まれると考えられる。

6. Transmission electron microscope (TEM) 観察

QDs の粒子形態を評価するために、TEM 観察を行った。以下の Fig. 4 に、作製した QDs それぞれの TEM 画像を示す。

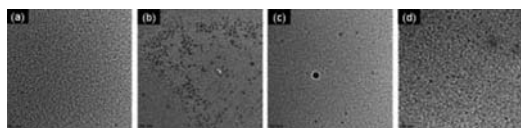


Fig. 4 TEM 画像

(a) Cu-Zn-In-S/ZnS, (b) Cu-Zn-In-S
(c) Cu-In-S/ZnS and (d) Cu-In-S

TEM 画像より、Fig. 4 (b) に示す Cu-Zn-In-S の QDs の粒度分布を算出した。

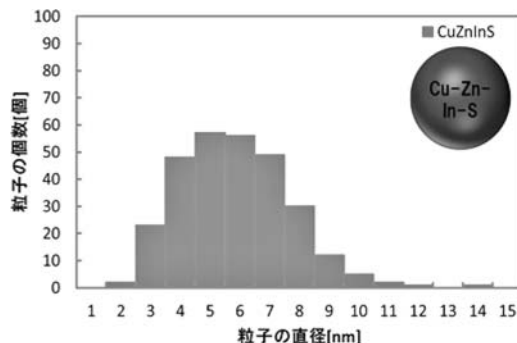


Fig. 5 TEM 画像から算出した粒度分布 (Cu-Zn-In-S)

粒度分布のグラフを、Fig. 5 に示す。グラフより、粒子は 4~7 nm に分布しており、5 nm のとき最も粒子の個数が多くなった。

7. まとめ

本研究では、コア構造を作製する際に、Zn を含む前駆体を使用して合成した QDs 溶液を Cu-Zn-In-S とし、Zn を含まない前駆体を使用して合成した QDs 溶液を Cu-In-S として測定データの比較を行った。また、Cu-Zn-In-S 及び Cu-In-S のそれぞれにシェル構造として ZnS を合成した QDs 溶液も作製し、それぞれ評価を行った。PL 測定結果より、Cu-Zn-In-S/ZnS のとき、最も発光が強いことがわかった。さらに、TEM 観察の粒度分布より、粒子の個数と発光強度は比例関係であることがわかった。

8. おわりに

私は、応用物理学会春季学術講演会において、今回 4 度目となるポスター発表をさせていただいた。今回の発表では、4 年間取り組んできた集大成のポスターを作成することができ、多くの方に興味を持っていただき、様々な議論が出来た。大変貴重な経験が出来たと感じている。

また、今回の学会発表を行う為に、懇切なご指導をいただきました山本伸一教授、番 貴彦助教、山本研究室の先輩方や、共に協力し合い、励まし合った同期の仲間たちに心より感謝いたします。