

第 65 回応用物理学会春季学術講演会に参加して

大 菅 健 人
Kento OSUGE
電子情報学科 4 年

1. はじめに

私は 2018 年 3 月 17 日から 20 日にかけて開催された第 65 回応用物理学会春季学術講演会に参加し、「Cu-In-S/ZnS コア/シェル型量子ドットの発光特性評価」という題目でポスター講演を行った。

2. 背景

量子ドット (quantum dots: QDs) は、一般的に数 nm~数十 nm の大きさを持つナノ粒子であり、粒子の大きさによってバンドギャップを制御し、発光波長を自在に制御可能である。Fig. 1 に粒径とバンドギャップの関係を示した。

応用例は、ディスプレイのバックライト、太陽電池などが考えられている。一般的に、QDs は Cd 系化合物半導体が使用されているが、Cd は人体に極めて有害である。そこで本研究では、Cd を使用しない Cu-In-S/ZnS QDs に着目した。その作製工程中に真空引きによる脱水、脱酸素プロセスがあるが、脱水処理時間による発光強度の依存性を検討した。

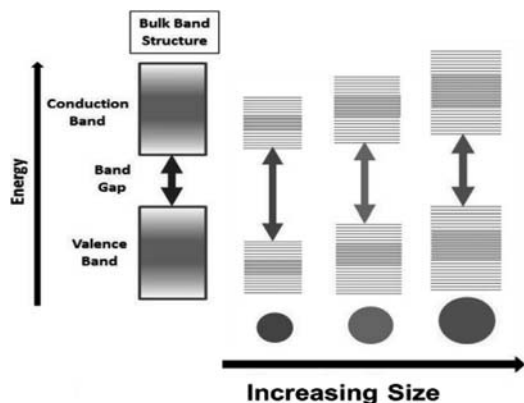


Fig. 1 粒径とバンドギャップの関係

また、コア/シェルの比率を変えることで発光強度の向上を目的とした。

3. 実験方法

QDs のコアに 0.1 M 酢酸銅/オレイルアミン (OA), 0.1 M 酢酸インジウム/OA, 0.1 M 硫黄 (S)/オクタデセン (ODE), ドデカンチオール (DDT), シェルには 0.1 M S/ODE, 0.1 M 酢酸亜鉛/OA を用いた。量子ドットの作製手順を Fig. 2 に示した。フラスコ内の脱水時間を 5~60 min. と条件を変え、その後ホットインジェクション法を用いて Cu-In-S/ZnS QDs を作製した。次に、真空引きを 30 min. とし、コア/シェルの比率が 1:0, 1:1, 1:2, 1:4, 1:6, 1:8 となるように作製した。作製した試料の光学特性を評価するために励起波長 365 nm を用いて Photoluminescence (PL) 測定を行った。

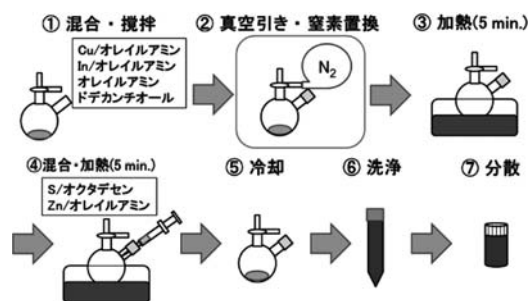


Fig. 2 量子ドットの作製方法

4. 実験結果

Fig. 3 に分光蛍光光度計による PL 測定結果を示す。Fig. 3 より、真空引きの時間を増加させることにより発光強度が増加することがわかる。

これは、フラスコ内にある溶液の酸化やフラスコ内の不純物の侵入を防ぐことができるからだと考えられる。

また、真空引き時間が 30 min. と 60 min. で作製した試料では発光強度に誤差はない。これは、今回用いているフラスコの真空度の上限に達しているからだと考えられる。このことから、真空引き時間

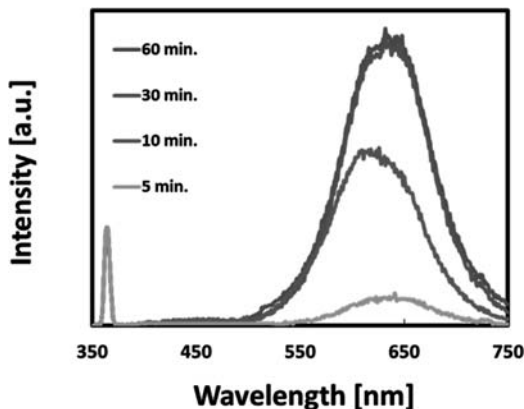


Fig. 3 真空引き変化による PL 測定結果

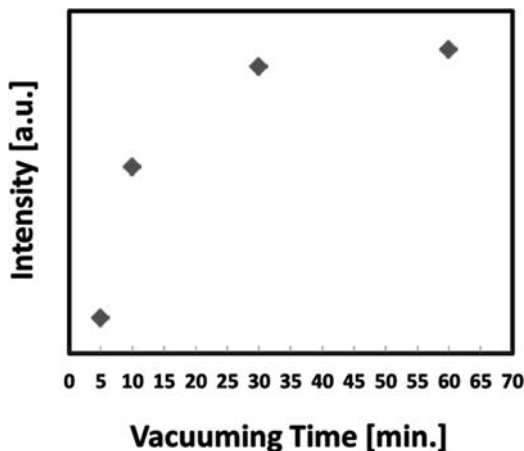


Fig. 4 真空引き変化による積分強度

は 30 min. で充分であることがいえる。

Fig. 4 に Fig. 3 の積分強度の評価結果を示す。Fig. 4 より、Fig. 3 と同じく真空引きの時間を増加させることにより発光強度が増加することがわかる。

Fig. 5 に分光蛍光光度計による PL 測定結果を示す。Fig. 5 より、コア/シェル比が 1:2 の試料が発光強度が最も高いことが分かる。また、コア/シェル比 1:0 つまりコア型 QDs の試料と比べ、他のコア/シェル型 QDs は発光強度が高くなることが分かる。

これは、シェルが存在することで量子閉じ込め効果が働いたためだと考えられる。

Fig. 6 に色彩輝度計による色度図を示す。Fig. 6

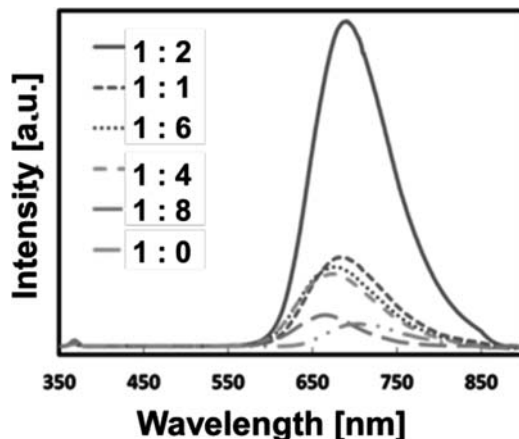


Fig. 5 コア/シェル比変化による PL 測定

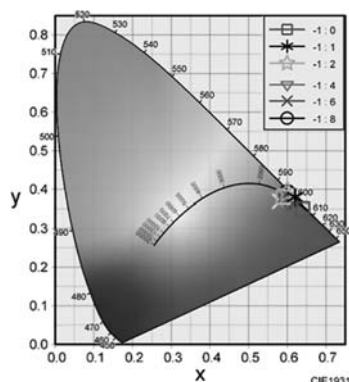


Fig. 6 コア/シェル比変化による色度図

より 1:0 の試料は赤色であり、その他の比率の試料は色度に変化は見られない。

5. まとめ

量子ドットは、真空度が増加すると発光強度が増加する。また、シェルが存在することで量子閉じ込め効果が働き発光強度が高くなることが分かった。

6. 謝辞

本研究を行うにあたり、ご指導頂いた山本伸一先生、番貴彦先生に心より感謝いたします。そして、日頃の研究においてご協力していただき、活発な議論をしていただいた山本研究室の同級生、先輩方に御礼申し上げます。