第 66 回応用物理学会春季学術講演会に参加して

仲　田　泰　斗
Yasuto NAKADA
電子情報学科　4 年

1. はじめに

私は 2019 年 3 月 9 日から 12 日にかけて開催された第 66 回応用物理学会春季学術講演会に参加し，「Cu-In-S2/ZnS 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）とはナノ材料の 1 種であり，ナノスケール粒子の大きさを制御することで，バンドギャップを変化させ，蛍光波長を操作可能である．また，QDs はコア／シェル構造をとることで発光強度の向上を図ることができる．以上の特性から，QDs はディスプレイをはじめとする様々なデバイスへの応用が期待されている．しかし，現在高性能な量子ドットに用いられるカドミウムは有害物質として扱われている．そこで本研究では，ディスプレイの波長変換制御を目指し，コア／シェル型のカドミウムフリーの QDs である Cu-In-S2/ZnS の作製時の加熱温度と蛍光波長の関係性を調べた．

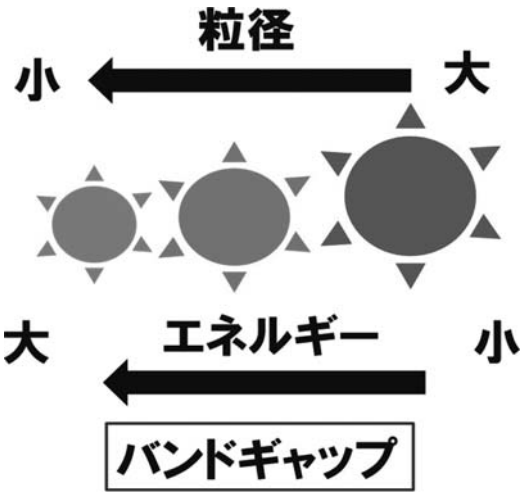

Fig. 1　量子ドットの粒径とエネルギー

3. 実験方法

ホットインジェクション法を用い Cu-In-S2/ZnS QD をコアシェル比 1 : 1 で作製した，これを実験 1 とする．まず二口フラスコ内で酢酸銅/オレイルアミン（OA），酢酸インジウム/OA，ドデカンチオール（DDT）を混合させた．フラスコを 70，90，110，135, 150, 180, 200℃ で加熱しコアを構成した．次に硫黄（S）/オクタデセン（ODE），酢酸亜鉛/OA を加えシェルを構成した．その後，QDs を沈殿させ，シクロヘキサンを使って分散させ溶液を作製した．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，色度測定を行った．

次に Cu-In-S2/ZnS QD をプロセスを変更して作製した，これを実験 2 とする．まず酢酸銅，酢酸インジウム，酢酸亜鉛，オレイン酸を混合させ加熱し，ODE を混合する．得られた合成溶液と DDT を二口フラスコ内で混合させ 120，150，180，200，220℃ で 10 min 加熱した．その後，S，OA を混合し，フラスコに加え 10 min 保持した後，230℃ で 5 min 加熱した．次に，QDs を沈殿させ，シクロヘキサンを使って分散させ溶液を作製した．励起波長

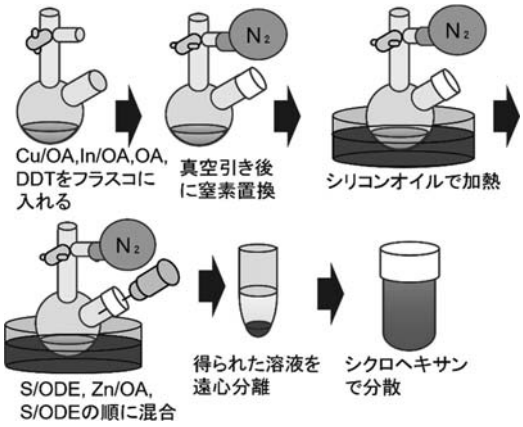

Fig. 2　実験 **1** での **QDs** の作製方法

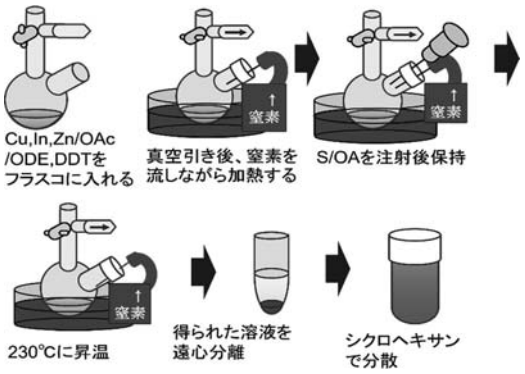

Fig. 3　実験 2 での QDs の作製方法

365 nm を用いて PL 測定を行い，結果を実験 1 と比較した．

4. 実験結果

実験 1 で PL 測定によって得られた蛍光スペクトルを Fig. 4 に示す．Fig. 4 より 150-200℃ では，600 nm の強発光が見られた．作製時の加熱温度が低温のとき蛍光スペクトルが短波長側に移動した．実験 2 で PL 測定によって得られた蛍光スペクトルを示す．実験 1 に比べて実験 2 では得られた光は強度が強くなっていた．また，実験 1 で得られた色度図を Fig. 6 に示す．Fig. 6 より加熱温度が低いと QDs の蛍光色は黄色発光していることが分かる．

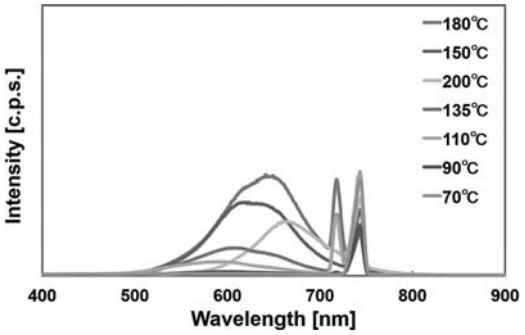

Fig. 4　実験 1 での PL 測定結果

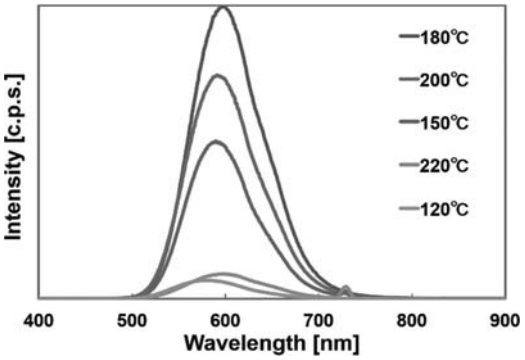

Fig. 5　実験 2 での PL 測定結果

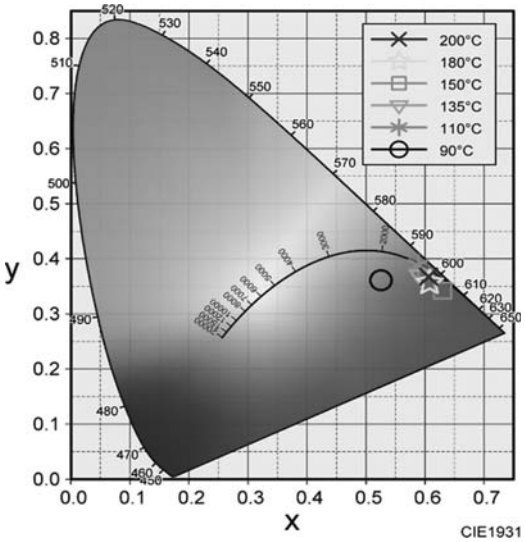

Fig. 6　色度測定結果

5. まとめ

実験 1 での PL 測定の結果より，低温作製では QDs の粒径が小さくなり，バンドギャップが大きくなることで，蛍光スペクトルが短波長側に推移したと考えた．実験 1 での色度測定の結果は PL 測定の結果と一致していた．実験 2 での測定の結果より，フラスコ内の窒素を入れ替えることによって発生したガスが除去され，安定した環境で実験が行えたことで強度が上がったと考えた．

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．