

量子ドット CuInS/ZnS の コアシェル構造比の発光特性

伊藤 里早

Risa ITOH

電子情報学科 4年

1. はじめに

私は、2015年3月19日から22日に開催された「第63回応用物理学会春季学術講演会」に参加し、「量子ドット CuInS/ZnS のコアシェル構造比の発光特性」というテーマで、ポスター発表を行った。

2. 研究背景

量子ドットは、可溶性ナノ材料という新素材として大変注目を浴びている物質である。その応用例は多岐に渡り、コア/シェル型量子ドットは、既存の色素よりも高い光安定性を持つ。また、量子ドットは発光スペクトルが狭く、かつ吸収スペクトルが広くて連続的であり、高い量子効率のまま近赤外領域に発光波長を調節することが可能である。

3. 実験方法と作製方法

以下の手順で量子ドット Cu-In-S/ZnS を作製した。

手順1：シリコンオイルを加熱して、180℃にする。このとき、スターラーは230℃、300 RPM に設定する。

手順2：シリコンオイルの温度を測定し、180℃になったことを確認後、酢酸銅/オレイルアミンを0.25 ml、酢酸インジウム/オレイルアミンを1 ml、オレイルアミンを1 ml、ドデカンチオールを1 ml、2口フラスコに入れて混合する。

手順3：二口フラスコにゴム栓を付ける。

手順4：ロータリーポンプを用いて、二口フラスコ内を真空引きする。

手順5：1分後、ロータリーポンプを止め、フラスコ内に窒素を入れ窒素置換を行う。

手順6：二口フラスコをシリコンオイルに浸し、加熱を行う。

手順7：注射器を用いて、硫黄/オクタデセンを1 ml 勢いよく、フラスコ内に入れる。

手順8：5分間、加熱を行う。

手順9：注射器を用いて、亜鉛/オレイルアミンを1 ml 勢いよく、フラスコ内に入れる。

手順10：5分間、加熱を行う。

手順11：注射器を用いて、硫黄/オクタデセンを1 ml ゆっくりフラスコ内に入れる。

手順12：5分間、加熱を行う。

手順13：加熱後、20分間の冷却を行う

次に、以下の手順で量子ドットの分離作業を行った。

手順1：冷却後、二口フラスコ内の溶液をスクリー管に移す。

手順2：量子ドット溶液の作製過程で出来た副産物と分離するために、スクリー管にエタノールを40 ml 入れる。

手順3：エタノールを入れたまま、量子ドットを沈殿させるために、24時間保存しておく。

手順4：量子ドットの沈殿を確認次第、副産物を廃液として流す。副産物には、オレイルアミン、ドデカンチオール、オクタデセンが含まれている。

手順5：底部分に沈殿した量子ドットを攪拌するため、スクリー管にシクロヘキサンを5 ml 入れる。

4. 量子ドットのコアシェル構造比

量子ドットのコア/シェル比を変化させると、発光にどのような影響を与えるのかを調べるため、表

表1 量子ドットのコアシェル構造比

パターン	比率 (CuInS:ZnS)	Cu	In	オレイ ルアミ ン	ドデカ ンチ オール	S	Zn	S
①	0:1	0	0	0	0	0	2	2
②	1:8	0.054	0.2	0.2	0.2	0.2	1.6	1.6
③	1:4	0.1	0.4	0.4	0.4	0.4	1.6	1.6
④	1:2	0.166	0.6	0.6	0.6	0.6	1.2	1.2
⑤	1:1	0.25	1	1	1	1	1	1
⑥	2:1	0.32	1.2	1.2	1.2	1.2	0.4	0.4
⑦	1:0	0.5	2	2	2	2	0	0

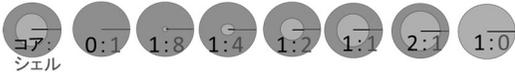


図1 コアシェル構造比の模式図

1に示す比率パターンの割合にしたがって、量子ドットを作製した。また、それぞれのパターンのコア／シェル比の比率を分かりやすくするために、視覚化した模式図を図1に示す。

5. PL 測定を用いた量子ドットの発光特性

He-Cd Laser (325 nm) を用いて、作製したコアシェル構造比の量子ドットの発光特性の Photo Luminescence 測定を行った。結果を図2, 3に示す。

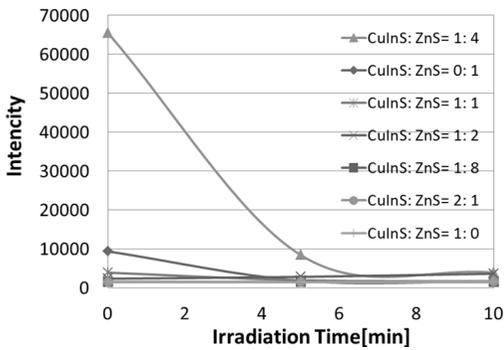
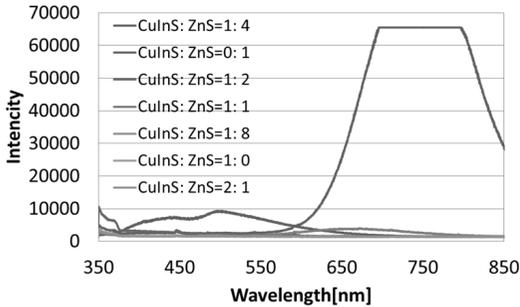


図2 量子ドットの発光強度 (上) とその時間変化 (下)

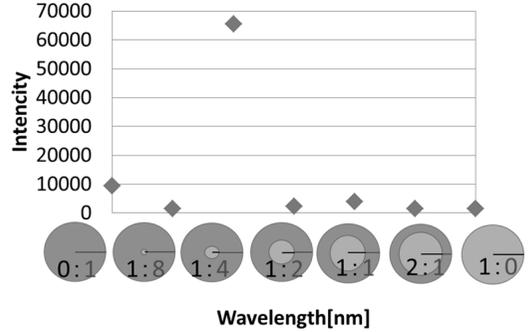


図3 コアシェル構造比と発光強度

6. まとめ

PL 測定の結果より、量子ドットのコアシェル構造比において最も発光強度が強いのは、CuInS:ZnS = 1:4 のときであることが分かる。また、量子ドットに He-Cd Laser を当てると5分経つまでには、劣化して発光強度が減少することが分かる。さらに、グラフ全体から10分後にはピークが見られないほど、劣化が進むことがわかる。

7. おわりに

私は、今回初めて学会で、ポスター発表をさせていただいた。慣れないことが多くて、大変緊張したが、大変貴重な機会であった。発表時間中は、多くの方々が、私のテーマに興味を持ってくださり、たくさんの意見や質問をいただくことが出来た。今回の、学会で知り得た知識を吸収し、今後の自分の研究に大いに役立てていけるようにしたいと考えている。

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、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。