

Title	Formation and characterization of self-assembled CdSe quantum dots
Author(s)	村瀬, 康裕
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43528
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	むら せ やす ひろ 村 瀬 康 裕
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 7 1 4 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 14 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学 位 論 文 名	Formation and characterization of self-assembled CdSe quantum dots (自己形成型 CdSe 量子ドットの形成とその評価に関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 中 島 尚 男 (副査) 教 授 伊 藤 正 教 授 吉 田 博 助 教 授 枝 松 圭 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、II-VI族化合物半導体である ZnSe 表面上に自然形成される CdSe 量子ドット構造を分子線成長法により作製し、量子ドット構造の形成過程と、光学的な評価を行った。

CdSe 量子ドットは同様に自然形成される他の量子ドットと異なり、どのようにドットが形成されているか成長中に判断することは非常に困難であることが、CdSe 成長中の反射高速電子線回折 (RHEED) 図形を観察することでわかった。そこで、反射高速電子線回折 (RHEED) 図形の強度を成長中に観察することにより、CdSe の成長過程を原子間力顕微鏡観察とともに評価した。その結果、CdSe はその成長開始直後から、小さな島状 (ドット状) に成長することが分かった。また、ある CdSe 膜厚を境にドットの高さが変化し、CdSe ドットの形状が変化していることを示す結果が得られた。これらの結果をもとに、RHEED の回折強度を用いたドット形成の応用という目的で、積層型 CdSe 量子ドット構造を作製した。

次に CdSe 量子ドットに関して、フォトルミネセンス励起スペクトル (PLE) 測定を行った。発光波長の高エネルギー側において、LO フォノンと強く共鳴した吸収スペクトルが見られた。これは同様に測定した量子井戸には見られず、量子ドット特有の、離散的な状態密度を持つことにより現れていることが分かった。また、得られた PLE スペクトルを並べ等高線図を作製したところ、CdSe 量子ドットにおいて、ある励起エネルギー以上では、キャリアの相互作用の結果、連続的なエネルギー構造を持っていることを示した。また各ドットの基底準位においても、若干の相互作用が認められた。時間分解 PL 測定を行ったところ、CdSe 量子ドットに流れ込んできたキャリアは、発光波長に依存した減衰をすることが分かった。これら結果をもとに、CdSe 量子ドットにおける発光メカニズムについて、モデルを立て、各状態におけるキャリア量の時間変化を差分法により解き、CdSe 量子ドットにおける発光メカニズムを定性的に説明した。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、ワイドバンドギャップを有する II-VI 族化合物半導体である ZnSe と CdSe を用いて、自己形成型 CdSe 量子ドット構造を作製し、その形成過程とそれらの光学特性を明らかにし、デバイスへの応用の可能性を探る

という実験的研究の成果をまとめたものである。

CdSe 量子ドットは同様に自然形成される他の量子ドットと異なり、どのようにドットが形成されているか成長中に判断することは非常に困難であることが、CdSe 成長中の反射高速電子線回折 (RHEED) 図形の観察より示されている。そこで、CdSe 成長中における RHEED 図形の強度変化を成長中に観察し、原子間力顕微鏡観察の結果とともに、自己形成型 CdSe 量子ドットの成長過程を示している。CdSe はその成長開始直後から、小さな島状 (ドット状) に成長することを示している。また、ある CdSe 膜厚を境にドットの高さが変化し、CdSe ドットの形状が変化していることを示している。これらの結果をもとに、RHEED の回折強度を用いたドット形成の応用という目的で、積層型 CdSe 量子ドット構造を作製し、デバイスに適した構造作製の可能性を示している。

次に、フォトルミネセンス励起スペクトル (PLE) 測定を行い、自己形成型 CdSe 量子ドットの光学的特性を示している。発光波長の高エネルギー側において、LO フォノンと強く共鳴した吸収スペクトルが見られ、量子ドット特有の、離散的な状態密度を持つことにより現れていることが示されている。また、得られた PLE スペクトルを並べ等高線図を作製したところ、CdSe 量子ドットにおいて、ある励起エネルギー以上では、キャリアの相互作用の結果、連続的なエネルギー構造を持つことを示している。また各ドットの基底準位においても、若干の相互作用があることを示唆する結果が得られている。時間分解 PL 測定を行った結果、CdSe 量子ドットに流れ込んできたキャリアは、発光波長に依存した減衰をすることを明らかにしている。これら結果をもとに、CdSe 量子ドットにおける発光メカニズムについて、モデルを立て、各状態におけるキャリア量の時間変化を差分法により解き、CdSe 量子ドットにおける発光メカニズムを定性的に示している。

以上のような本論文の内容は、自己形成型 CdSe 量子ドットの構造的また光学的特性に関する重要な知見を与え、デバイス応用へ多大な貢献をするものである。よって、本論文は、博士 (理学) 論文として充分価値あるものと認める。