

Title	Photoluminescence of Semiconductor Quantum Structures
Author(s)	太田, 剛
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/42444
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏名	おお たい たけし 太 田 剛
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学位記番号	第 15806 号
学位授与年月日	平成12年12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	photoluminescence of Semiconductor Quantum Structures (半導体量子構造のフォトルミネセンスに関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 中島 尚男 (副査) 教授 伊藤 正 教授 冷水 佐壽 助教授 石原 一

論 文 内 容 の 要 旨

半導体量子細線および量子ドットにおいてキャリアの状態密度は先鋭化、離散化することからバルク結晶や量子井戸構造に比べてより優れた電子的、光学的な特性を示すことが期待されており、デバイス応用に向けた研究が近年盛んに行われている。それらの特性を最大限に生かしたデバイス作製のためには量子細線、量子ドット本来の光物性を解明することが不可欠であるが、サイズ不均一性ゆえにそれらの光物性を解明することは困難である。

本論文では顕微フォトルミネセンス法と電子線描画法によって作製したメタルマスクを組み合わせた評価技術を用いて単一量子細線分光及び単一量子ドット分光を行った。測定に用いた試料は (Al, Ga) As 量子細線および CdSe 量子ドットである。

(Al, Ga) As 量子細線を用いた研究では、単一 AlGaAs 量子細線及び GaAs 量子細線の光学特性を調べ、GaAs 量子細線に比べて AlGaAs 量子細線の一次元性が優れていることを明らかにした。この結果はカソードルミネセンス法を用いた実験結果とも一致しており、AlGaAs 量子細線のデバイス応用可能性を示唆した。

CdSe 量子ドットを用いて時間分解顕微測定を行い、量子ドット内でのキャリアの緩和過程を調べた。単一量子ドット内において励起準位から基底準位へのキャリアの緩和が抑制されており、量子ドット特有の状態密度の離散性を反映した結果が得られた。

II-VI族化合物半導体をデバイス応用していく上で最も大きな問題が劣化現象であることから ZnCdSe 量子井戸および CdSe 量子ドットの光劣化に関する研究を行った。ZnCdSe 量子井戸では生じた欠陥が増殖伝播して光劣化され続けるのに対して、CdSe 量子ドットではドット内に生じた欠陥は他のドットに伝播しないことが明らかになった。これらの結果から、CdSe 量子ドットは ZnCdSe 量子井戸に比べて光劣化に対して強靱であることからレーザーデバイスなどへのデバイス応用が有望であることが明らかになった。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、従来のフォトルミネセンス法ではサイズ不均一性の為に光物性解明が困難であった単一量子構造について、顕微フォトルミネセンス法と電子線描画法によって作製されたメタルマスクを組み合わせた評価技術を用いて、

単一量子細線分光および単一量子ドット分光を行ってそれらの光学特性を明らかにし、デバイスへ応用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。

分子線成長法を用いて作製されたⅢ-V族化合物半導体である (Al, Ga) As 量子細線を用いて単一量子細線分光を行い、量子細線の一次元性が GaAs 量子細線よりも AlGaAs 量子細線において優れていることを明らかにしている。この結果はカソードルミネセンス法を用いた測定結果とも一致しており、一次元性に優れた AlGaAs 量子細線のデバイス応用可能性を明らかにしている。

分子線成長法を用いて作製されたⅡ-VI族化合物半導体である CdSe 量子ドットを用いて顕微時間分解測定を行い、単一量子ドット内でのキャリアの緩和過程を明らかにしている。量子ドットの励起準位から基底準位へのキャリアの緩和が抑制されており、量子ドット特有の状態密度の離散性を反映した結果を明らかにしている。

Ⅱ-VI族化合物半導体をデバイスへ応用していく上で最も大きな問題である劣化現象を研究し、ZnCdSe 量子井戸に比べて CdSe 量子ドットの方が光劣化の原因である増殖伝播する欠陥に対して強靱であり、CdSe 量子ドットのレーザーデバイスなどへの応用が有望であることを明らかにしている。

以上のような本論文の内容は、単一量子細線および量子ドットの光学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。