

Title	ガリウムヒ素半導体における励起子の光学的特性に関する研究
Author(s)	草野, 淳一
Citation	大阪大学, 1989, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/36454
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・(本籍)	くさ 草	の 野	じゆん 淳	いち 一
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	8713	号	
学位授与の日付	平成元年3月24日			
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	ガリウムヒ素半導体における励起子の 光学的特性に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授 難波 進			
	(副査) 教授 浜川 圭弘 教授 蒲生 健次			

論文内容の要旨

GaAs化合物半導体における励起子の光学的特性について研究した。半導体超格子内2次元励起子の発生から発光消滅に至る高速緩和過程を明らかにし、また、薄膜内での励起子ポラリトンの量子サイズ効果の存在を実験で検証した。

超格子内の電子、正孔はポテンシャル井戸に閉じ込められ、波動関数の収縮が起きる。そのため、励起子の結合エネルギーや振動子強度が増加し、電子正孔系と励起子の区別が明確にできる。15ピコ秒の分解能を持つ時間分解スペクトル測定システムを用いて、GaAs-AlAs超格子内2次元励起子発光の時間応答に対する励起レーザー波長依存性を調べた。2次元励起子発光の立ち上がり時間は、初期光生成キャリアの種類に強く依存した。励起子バンドの共鳴励起を行い、2次元励起子は励起子バンドの中をゆっくり緩和し、バンドの中心に存在する移動度端を超えると弱く局在して発光消滅することが明らかになった。サブバンド励起では、電子正孔系から2次元励起子の生成速度が分かった。さらに、軽い正孔励起子から重い正孔励起子への緩和過程が明らかになった。また、弱く局在した2次元励起子の発光寿命は、振動子強度に強く依存しない。

GaAs薄膜(膜厚990Å, 2010Å)の自由励起子発光スペクトルの中に、バルクよりの発光とは異なる鋭い不連続に分布した発光線が観測された。これは、励起子重心運動の空間閉じ込めにより空間分散が量子化されたためであり、通常の量子井戸でのサイズ効果とは異なるものである。励起子と言うよりは、励起子ポラリトンがサイズ効果を受けることが分かった。励起子波動関数の境界条件から生じる dead layer の大きさを求めることができ、付加境界条件(ABC)の決定に、ポラリトン発光の実験から寄与することができた。

発光スペクトルは、半導体内の浅い不純物の濃度と種類に敏感であり、発光スペクトルによる結晶性の評価は、キャリア濃度の低いアンドープ結晶の評価法として有効である。ピコ秒レーザーで発光寿命を測定し、発光遷移確率と非発光遷移確率に基づく結晶性の評価を行い、有機金属気相成長法でGaAsを成長するときの最適条件を求めた。

論文の審査結果の要旨

本論文は、GaAs化合物半導体における励起子の光学的特性についての研究結果をまとめたものであり、半導体超格子内2次元励起子の発生から発光消滅に至る高速緩和過程を明らかにし、また薄膜内での励起子ポラリトンの量子サイズ効果の存在を実験的に検証している。

まず、GaAs (86 Å)–AlAs (75 Å) 100周期の超格子内における2次元励起子の時間応答の励起レーザー波長依存性を、15ピコ秒の分解能を持つ時間分解スペクトル測定システムを用いて調べ、2次元励起子の立ち上がり時間が初期光生成キャリアの種類に強く依存することを示し、サブバンドに励起された電子・正孔から2次元励起子が生成してゆく速度、2次元励起子の励起子バンド内でのゆっくりした緩和過程、軽い正孔励起子から重い正孔励起子への緩和過程などを明らかにした。

また、GaAs薄膜(膜厚990 Å, 2010 Å)の自由励起子発光スペクトルが、バルクと異なり、鋭い不連続ピーク構造を持つことを見出し、励起子重心運動の空間閉じ込めによる量子化が現れていることを明らかにした。

これらの結果は、非常に綺麗な結晶が得られたために初めて見出された現象であり、研究目的に沿って高品質の結晶を自製することの重要性を改めて認識させるものであり、GaAsの光物性の研究に寄与するところ大である。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。