

Title	Interface Effects on Exciton Luminescence Line in Semiconductor Superlattices
Author(s)	吉村, 聡
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38872
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	よしむら さとし 吉村 聡
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 11206 号
学位授与年月日	平成6年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Interface Effects on Exciton Luminescence Line in Semiconductor Superlattices (半導体超格子中の励起子発光に対する界面の効果)
論文審査委員	(主査) 教授 大山 忠司 (副査) 教授 邑瀬 和生 教授 平田 光兒 助教授 中田 博保 助教授 竹田 精治

論文内容の要旨

半導体デバイスの作製技術の向上とともに、低次元系の電子物性に関する研究を、半導体試料を用いて実験的により行うことが可能になってきた。しかし、実際には擬似的な低次元を利用しているため、試料内部の界面の影響を無視することはできない。特に、界面の乱れが電子物性に大きな影響を及ぼすことがある。

量子井戸構造を持つ半導体超格子に関して、界面の乱れの電子物性に対する影響を調べた研究は少なく、それらは、電子と正孔が同じ層内に存在するタイプⅠの量子井戸構造を持つ試料に対して主に行われてきた。この場合、特に光学的な測定では、試料内部の界面の乱れよりも井戸層の層厚のふらつきの影響が大きい。

ところが、電子と正孔が交互の層に存在するタイプⅡの量子井戸構造を持つ試料内での再結合発光は、電子が存在する層と正孔が存在する層の間の界面近傍で生じるので、界面の乱れが直接発光過程に強い影響を及ぼすと考えられる。

この研究では、そのようなタイプⅡの試料を利用し、励起子の再結合発光の観測から界面の乱れの影響を調べた。

試料としてCdTe/ZnTe, GaAs/AlAs超格子を用いた。フォトルミネッセンスのcwおよび時間分解測定を行った。時間分解測定にはストリークカメラを使用し、波長と遅延時間の二次元スペクトルを観測した。

CdTe/ZnTe超格子試料は、格子不整合の割合が大きいので、井戸層を短周期歪み超格子として歪みを内包させることにより、転位等の欠陥を抑えてある。また、内部歪みが価電子帯の縮退を解き、タイプⅠとタイプⅡの両方の発光の観測が期待できる。

GaAs/AlAs超格子試料は、伝導帯の最低エネルギー準位が、有効質量と井戸層の閉じ込め準位の関係からAlAs層のX点に存在し、価電子帯の最低エネルギー準位がGaAs層の Γ 点に存在するタイプⅡの性質を示す。また、GaAs層の伝導帯の Γ 点のエネルギーがAlAs層のX点のそれに近いので、タイプⅠ($\Gamma-\Gamma$)とタイプⅡ(X- Γ)の両方の発光が同時に観測できる。

CdTe/ZnTe超格子試料では、励起子の再結合発光のスペクトル線幅が、45 K近傍で最小値をとることを観測した。それより高温側では、線幅は光学フォノンや不純物による散乱が支配的であるが、低温側は、Urbachテイルによることがわかった。後者は、界面の乱れによる井戸幅の一原子層以下の揺らぎが原因と考えられる。

GaAs/AlAs超格子試料では、 $\Gamma-\Gamma$ 発光とX- Γ 発光の両方を観測した。温度が上昇するにつれて、 $\Gamma-\Gamma$ 発光では、ピーク強度はほぼ一定であり、減衰時間はやや増加した。一方、X- Γ 発光では、ピーク強度、減衰時

間ともに減少した。ピークエネルギーは、温度上昇に対して、 $\Gamma-\Gamma$ 発光は減少の傾向を、 $X-\Gamma$ 発光はほぼ一定の傾向を示した。このような測定結果から、AlAs層のX点からGaAs層の Γ 点への電子の還りが生じていることがわかった。また、三準位モデルを立て、その速度方程式からこの現象を定性的に導いた。

論文審査の結果の要旨

本論文はCdTe/ZnTe短周期超格子およびCdTe/AlAs超格子系のように、電子と正孔が異なる層内に局在するいわゆるタイプII超格子における界面の揺らぎの効果を、励起子発光の時間依存性、温度依存性、励起強度依存性などを通して解明したものである。発光のサテライト線などの解析から、界面の揺らぎは一原子層程度で、そのポテンシャルの揺らぎに因って、励起子は45 K以下ではUrbach局在状態で局在励起子を形成すること、また $\Gamma-\Gamma$ 発光と $X-\Gamma$ 発光を同時に観測し、それらの発光確率の違いなどを明らかにした。

この研究を通して得られた知見は、今後このような系における界面現象を追求するうえで非常に重要で、博士（理学）の学位論文として十分価値のあるものと認める。