

氏名(本籍)	折井孝彰(長野県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第1,695号		
学位授与年月日	平成9年3月24日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	工学研究科		
学位論文題目	微粒子ビームによる自由表面Ⅱ—Ⅵ族半導体メゾスコピック粒子の光誘起現象		
主査	筑波大学教授	理学博士	大成 誠之助
副査	筑波大学教授	理学博士	田崎 明
副査	筑波大学教授	理学博士	工藤 博
副査	筑波大学教授	工学博士	村上 浩一
副査	石巻専修大学教授	理学博士	新井 敏弘

論文の内容の要旨

粒径数 nm から数十 nm の微粒子を代表とする半導体メゾスコピック粒子にはバルク固体とは異なる特異な量子サイズ効果が現れ、その量子サイズ効果のうち体積効果については近年の多くの精力的な研究により理解が進みつつあるが、表面効果の研究については微粒子生成上の制約により理解が進んでいるとは言えない。そこで、マトリックスや不純物からの影響を受けない自由表面を持つ微粒子の物性を研究することは意義深いと考え、本研究においては微粒子ビームを形成して自由表面を持つⅡ・Ⅵ族化合物半導体である CdSe, CdS メゾスコピック粒子の光との相互作用により誘起される現象を分光学的手法により研究している。詳細は以下のようである。

本研究では、ガス中蒸発法により微粒子を生成し、キャリアガスに微粒子を乗せて差動排気することにより高密度の微粒子ビームを形成し光学測定が可能な装置の開発を行い成功している。これにより、平均粒径数十 nm の微粒子ビームの1時間弱程度の発光測定を可能にしている。また、2 nm~50nm に粒径分布を持つ平均粒径 9 nm~20 nm の CdSe の微粒子の堆積膜を生成することにも成功した。

CdSe グラニューラー膜の発光スペクトルを測定することにより、edge emission ピークのエネルギーシフト量から励起子の量子サイズ効果を確認した。理論計算との比較より有効質量近似の成り立たない粒径の小さな微粒子を含んだ膜であることを見出し、強結合計算による計算と良く一致することを示した。

微粒子ビームを形成し、自由状態の CdS 微粒子の発光スペクトルを測定することにより、S 空格子レベルからの発光バンドと表面欠陥準位にトラップされたキャリアに起因する発光バンドを自由表面を持つ CdS 微粒子について初めて観測し、スペクトル解析により励起光強度の増加に伴う内部温度の上昇を観測した。

微粒子ビームを形成し、自由状態の CdSe 微粒子の発光スペクトルを測定することにより、edge emission と Se⁺ 空格子レベルからの発光バンドを自由表面を持つ CdSe 微粒子について初めて観測した。励起光強度の増加に伴う発光スペクトルの変化から自由状態の CdSe 微粒子の光照射に誘起される Se² の解離現象を観測した。スペクトル解析から殆ど内部温度の上昇を伴わない解離現象であることを示し、主に非熱的な過程が支配する解離現象であるという知見を得た。解離現象における励起光強度の閾値のエネルギー依存性を得て、報告されているバルク CdSe のレーザアブレーションの閾値との比較より自由状態の CdSe 微粒子は僅かな密度の光子場との相互作用により解離が誘起されることを明らかにし、正孔トラップ準位として働く表面欠陥とキャリアの閉じ込め

効果によるものであると考察している。

審 査 の 結 果 の 要 旨

半導体メゾスコピック粒子の表面効果の研究については微粒子生成上の制約により理解が進んでいるとは言えない現状で、本研究はマトリックスや不純物からの影響を受けない自由表面を持つ微粒子ビームを形成して、自由表面を持つII・VI族化合物半導体であるCdSe, CdSメゾスコピック粒子の光との相互作用により誘起される現象を分光学的手法により研究しており、研究の独創性および、この分野の発展に寄与した点に関して、評価できる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。