

筑波大学大学院修士課程

理工学研究科修士論文

逆ミセル法による希土類及び遷移金属添加 CdS
ナノ結晶の作製と光学的性質

牧田行弘

平成 17 年 3 月

論文要旨

近年のナノテクノロジーの進歩は目覚ましいものがある。特にナノレベルで物質を計測や加工、操作することで、新素材の開発やこれまで限界とされていた技術開発のブレイクスルーが可能となり、それによってデバイス分野を含め、光、エレクトロニクス、医療、バイオ、環境、エネルギーなど幅広い分野にその応用が及ぶことが期待されている。

本研究で扱うナノ結晶ではメゾスコピック系の物理学が重要になる。メゾスコピック粒子とはおよそ半径 1nm~100nm、原子数 10^2 ~ 10^7 個程度の粒子をいい、このような大きさの物質は物理的・化学的性質が、物質の成分や結晶構造のみならず、そのサイズ及び表面状態に大きく依存することが知られている。

作製した CdS ナノ結晶は粒径に依存して励起子の吸収ピークエネルギーがサイズ閉じ込め効果により変化し、また発光ピークエネルギーにおいてもサイズ効果を反映し変化した。各試料の作製においては、添加した不純物および使用する薬品の塩が試料の粒径や表面状態に影響を及ぼすことを確認した。また、得られた試料に表面改質を施すことで発光強度を増加させることができた。

次にメゾスコピック粒子の配列化を実現するため、試料を沈澱・凝集させてTEM観察を行った。ここでは逆ミセル溶液を乾燥・固化させる方法のほかに、アルコールを用いることで分散溶液から CdS ナノ結晶を分離する試みを行った。さらに、固化した試料の発光および吸収の温度依存性を測定したところ、バルクに比べ CdS ナノ結晶は温度依存性が小さいことがわかった。

不純物を添加した試料においては、特に Er および Cu をドーブした試料から発光強度の増加がみられた。また、これらの試料に表面改質を施した結果、Cu からは顕著な発光効率の増加が見られ、Er を添加した試料では発光強度が減少していることがわかった。Eu をドーブした試料からは Eu イオンの f - f 遷移に起因した発光線 (5D_0 , 7F_0 , 7F_1 , 7F_2 , 7F_4) が確認された。この Eu の発光強度は CdS ナノ結晶の粒径が小さいほど顕著に観測されることが確認された。また、Eu を添加した試料に表面改質を行った結果、Eu の発光強度が著しく低下することがわかった。これより、Eu は CdS ナノ結晶の表面近傍に存在していたと考えられる。また、Eu イオンの発光過程に関しては、光励起された CdS ナノ結晶から Eu イオンへエネルギー移動が起こる場合と、有機物から Eu イオンにエネルギー移動が起こる場合の2つの過程について考察を行った。