

論文内容の要旨

論文題目 半導体ナノ粒子薄膜における蛍光特性の解析と光記録媒体への応用

氏名 植松 隆史

半導体ナノ粒子は、量子サイズ効果により粒径によってバンドギャップを制御することができるため、新規材料として注目されている。特にナノ粒子単体の光学特性について多くの研究が行われているが、ナノ粒子を集合体として注目した場合の光学特性についての研究は多くない。集合体特有の光学特性の一つとして、粒子が密にパッキングされた CdSe ナノ粒子薄膜に励起光を連続照射した場合に、薄膜の蛍光強度が時間とともに増加していく現象がある。本論文ではこの蛍光強度増加現象を解析することによってそのメカニズムを探るとともに、この現象を利用した新規光記録媒体への応用を探る。

まず、ガラス基板上にナノ粒子の単層膜と多層膜を形成し、それぞれの薄膜に励起光を連続照射した場合の蛍光強度の時間変化の様子を比較した。多層膜では 1.5 倍程度までしか蛍光強度は増加しなかったものの、単層膜においては約 8 倍の増加が見られた。以前の研究からトラップサイトにトラップされた電子の生み出す静電ポテンシャルが蛍光強度増加現象に関与していることが示唆されていたが、今回の実験結果からそのトラップサイトが基板に存在することが示唆された。

また励起光に 4 種類の波長と様々な強度の光を用いることにより、照射強度が弱いほど、且つ波長が短いほど蛍光強度の増加率が大きいことが観察された。以上の励起光の強度依存性と波長依存性、さらに膜厚による蛍光強度の挙動の違いについて、基板への電子放出過程を含む数理モデルを構築することによって包括的に説明した。

次に基板が蛍光強度増加現象に影響するというモデルの傍証実験として、様々な基板上にナノ粒子薄膜を作製して蛍光強度の変化を考察した。金基板では蛍光強度の増加が見られなかったのに対し、ガラス基板では蛍光強度が大きく増加したことから、ナノ粒子から放出された電子によって基板が帯電していくことが蛍光強度増加現象のメカニズムに強く関わることが示され、モデルの傍証を得ることができた。

最後に蛍光強度の増加率が励起光強度に依存することを用いて、CdSe ナノ粒子薄膜に多値記録を行った。さらに増加現象は可逆的であることを発見し、記録値が書き換え可能であることを示した。すなわち、単一波長による書き換えが可能である高密度記録の可能性を示した。