

であると考えられる。この結果から酸素分圧を正確に制御することで、秩序相および無秩序相の固溶体薄膜を作り分けることが可能であることがわかった。また、300 Kにおける秩序相および無秩序相の薄膜の磁化の外部磁場依存性

(図2) から、固溶体秩序相薄膜のみが室温において強いフェリ磁性を示すことが明らかとなった。このようにカチオンの分布を制御することで磁気特性の制御が可能であることが実証された。

V. 超微粒子／ガラス複合材料の構造制御技術の開発と発光特性等の研究

Studies on the development of structural control process of glass composites with nanoparticles and their fluorescence and other properties

北陸先端科学技術大学院大学 牧島亮男, 三宅幹夫, 川上雄介

本研究では、金 (Au) ナノ粒子が可視光領域に吸収を有し、大きな三次非線形感受率および速い非線形応答速度を示すことに着目し、粒子径を厳密に制御した金ナノ粒子組織体をガラス材料に複合させることで高速光スイッチなどの光デバイスへの応用を目的とし他。

これまでの研究により、粒子径の異なる金ナノ粒子の単粒子膜では、周りの粒子へのエネルギー拡散を反映していると考えられる緩和定数の粒子径依存性が観察された。粒子径の大きい金ナノ粒子の電子温度の緩和時間は粒子径の小さいものよりも速いことが明らかとなった。そこで、隣接した粒子間のエネルギー拡散に関してさらに情報を得るため、金ナノ粒子間の距離を保護剤のサイズを変えることで変化させた場合の光応答を観察した。さらに、分極を介したエネルギー移動と熱を介したエネルギー移動とを区別するため、金ナノ粒子の単粒子膜中に発光中心として作用する半導体ナノ粒子を分散させ、周りの金ナノ粒子との相互作用効果による発光特性変化について検討した。金ナノ粒子／半導体ナノ粒子複合薄膜の発光特性において、金ナノ粒子と半導体ナノ粒子の割合を変えたLB薄膜を作成し、いずれの割合でも両者がほぼ均一に混合した膜が得られた。図1に発光緩和時定数の薄膜中の半導体ナノ粒子濃度依存性

を示す。半導体ナノ粒子濃度が増加すると速い成分と遅い成分の両者共、緩和定数が増加する傾向を示した。こうした混合割合の異なる金ナノ粒子と半導体ナノ粒子の複合化薄膜の発光スペクトル測定結果より、金ナノ粒子の割合が増加すると分極を介したエネルギー移動による無輻射緩和プロセスの寄与が大きくなると推察できる。

また、BaO-B₂O₃系において透明な液-液分相性ガラスの探索を行い、フェムト秒レーザー照射 (波長: 800 nm, 繰返し周波数: 1 kHz) を行い、照射箇所をSEM観察を行った。1 BaO-99 B₂O₃-2.0 Al₂O₃ (mol%) ガラスの内部に照射した結果、照射箇所がエタノールにより溶けやすくなっていた。このことから、照射箇所がB₂O₃リッチになったと考えられる。また、照

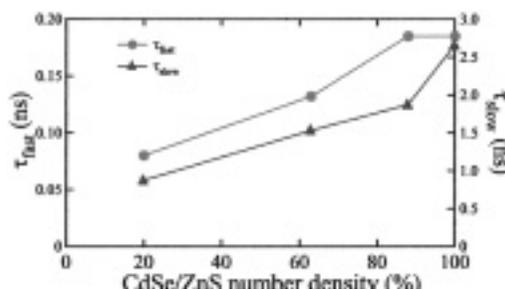


図1 半導体ナノ粒子溶液と半導体ナノ粒子／金ナノ粒子複合薄膜の緩和時定数の半導体ナノ粒子濃度依存性

射箇所周辺の分相粒に変化はなかった。1 BaO-99 B₂O₃-2.0 Al₂O₃-0.1 CuO (mol%) ガラスの内部に照射した結果、照射箇所周辺に形状変化が確認された。これはCuが波長800 nmに吸収があるため、照射箇所周辺への熱の影響が生じたためであると考えられる。

また、構造制御した籠状シルセスキオキサン

(POSS)の簡便な合成法を確立した。また、POSSに光機能基を導入したところ、固体状態でも凝集に基づくエキシマー発光が観測されず、高い発光特性を示すことを見出した。一方、シロキサン結合の有機化合物との非相溶性を利用した新規ホログラフィック材料の開発にも成功した。

VI. 半導体ナノ微粒子ドーピング薄膜の光学的性質

Optical properties of semiconductor nano crystals doped glass thin films

三重大学工学部 那須弘行

1. はじめに

半導体をナノ微粒子化すると、狭い領域に限りある原子が存在することで、それまで隠れていた量子効果が、マクロな次元で現れてくる。ナノ微粒子は、凝集しやすくマクロな次元で安定化させるためには、適当なマトリックスが必要となる。そこで、ガラスや透明導電体が、注目を集めている。なぜなら、その高い透明性と熱的、機械的、化学的安定性や高い賦形性、作成の容易さ、組成の自由性等があるからである。ガラスや透明導電体をマトリックスとする半導体ナノ微粒子の作製法には、様々の手法が提案されている。その中でも、高周波スパッタリング法は、半導体原料を酸化や分解、揮発させない低温でのドーピングが可能であり、as-depoで半導体微粒子をドーピングでき、しかも、光集積回路で重要な薄膜化が容易にできる点等である。

2. 高周波スパッタリング法

高周波スパッタリング法では、I-VII族、II-VI族、III-V族、IV族半導体がナノ微粒子としてドーピングできる。石英ガラス中にCdTeをドーピングした時の光吸収を図1に示す。図よりナノ微粒子半導体の粒径の減少に従って、吸収端

が、高エネルギー側にシフトしていることが分かる。これを、ブルーシフトと呼ぶが、それが、明白に現れている。これは、量子サイズ閉じ込め効果の発現を表しており、限られた空間でのバンドギャップの広がり、バンドの離散化を示している。このブルーシフト量は、ドーパントに依存することが知られている。大きく分ければ、励起子のボーア半径が、ナノ微粒子径より充分小さい場合の励起子閉じ込め効果と

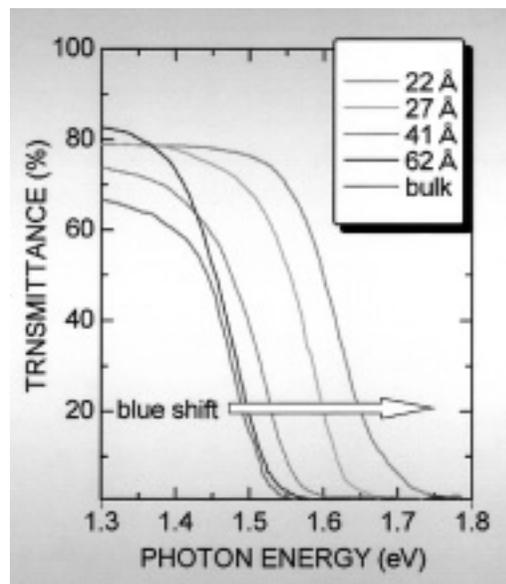


Fig.1 Optical transmittance of various CdTe-doped SiO₂ glasses.