

論文内容の要旨

博士論文題目

磁性半導体ナノ結晶 EuS の自己組織化および
機能発現に関する研究

氏名 田中 厚

(論文内容の要旨)

二価のユーロピウムイオン(Eu(II))から構成されるカルコゲナイド (EuX; X=O, S, Se, Te)は磁性半導体として知られており、EuX の f 軌道を介した光学遷移は特異的な光学磁気特性(ファラデー効果・カー効果)が報告されている。この EuX は、ナノサイズ化することによって光物性の詳細解析や透明光磁気プラスチック材料への展開が可能となる。これまで EuX ナノ結晶の合成および特異的な光磁気特性が報告されており、EuX ナノ結晶は新しい磁気光学材料として現在注目されている。本論文では、Eu(II)と硫黄から構成される磁性半導体 EuS ナノ結晶の自己組織化と機能発現に関する研究の成果がまとめられている。EuS は大きな磁気光学効果を有することやナノ結晶化におけるサイズや形状の精密制御が可能であることから注目されている。特にナノ結晶の磁気特性はナノ結晶間の会合や自己組織化によって増強されることが報告されていることから、EuS ナノ結晶においても自己組織化に伴う磁気および光磁気特性の増強が期待された。第1章では、本研究の背景、目的および構成について論じ、特に磁性半導体ナノ結晶における会合構造制御による新たな光磁気材料開発の可能性を明らかにするとともに研究目的を合理的に示した。第2章では、アルコールを用いた EuS ナノ結晶の会合形成に伴う光磁気特性への影響および溶液中における EuS ナノ結晶の挙動に関する検討結果が示されている。特に EuS ナノ結晶の高密度溶液中における急速凍結 TEM(Cryo-TEM)観察を行い、ナノ結晶の自発的な分散・会合現象を評価した。第3章では、Nd:YAG レーザーによるレーザートラッピング法を用いて達成された EuS 会合体の二次元配列について述べた。第4章では、EuS ナノ結晶の超格子形成による磁気特性変化を観測するために、ポリマー薄膜上における超格子の作製を行っており、ナノ結晶の自己組織化により光磁気特性が増強される現象が見出された。また EuS ナノ結晶の形状制御方法について論じられている。第5章は結論であり、本論文の総括について述べている。

氏名	田中 厚
----	------

(論文審査結果の要旨)

EuS(硫化ユーロピウム)は伝導帯と価電子帯の間に縮退したf軌道を有するfcc型の磁性半導体であり、f-d 遷移に帰属される光学遷移を示す。この電子遷移が大きな磁気光学効果の発現を誘起することから、光磁気メモリや光通信用アイソレータへの応用が期待されている。本論文で取り扱われた EuS ナノ結晶は透明プラスチック材料化に向けて特性向上が求められてきた。これまで EuS のナノサイズ化による特異的な光磁気特性が報告されているが、自己組織化制御に関しては未だ検討されていない。本論文提出者は、EuS ナノ結晶の自己組織化に着目し、EuS ナノ結晶の会合形成に伴う光磁気特性への影響および溶液中における EuS ナノ結晶の挙動に関して検討を行った。その結果、EuS ナノ結晶会合体のサイズを溶媒に用いるアルコールのアルキル鎖長を変化させることによって制御することに成功した。また EuS ナノ結晶の会合体形成に伴う磁気円二色性吸収 (MCD) スペクトルの長波長シフトを見出した。さらに EuS ナノ結晶の溶液中における急速凍結 TEM(Cryo-TEM)観察により、3次元自己組織体の液中観察に初めて成功した。溶液中に分散している EuS ナノ結晶会合体について Nd:YAG レーザーによるレーザートラッピング法を用いてマニピュレーションを試み、マイクロスケールで任意に配列することに成功した。さらに EuS ナノ結晶の超格子形成による磁気特性変化を観測するために立方体型および球状 EuS ナノ結晶をトルエンにそれぞれ分散し、分散溶媒を大気下・室温で蒸発させることによってマイクロメートルサイズの EuS ナノ結晶超格子の作製に成功した。球状 EuS ナノ結晶は立方体型 EuS ナノ結晶とは異なる配列構造を形成することも明らかとなった。さらに EuS ナノ結晶超格子の磁気測定から、立方体型 EuS ナノ結晶から構成される超格子は粉末よりも高い磁気特性を示すことを見出した。

以上、本論文においては磁性半導体 EuS ナノ結晶の自己組織化形成による光磁気特性および磁気物性に関して先進的知見が示された。EuS ナノ結晶の自己組織化は、光アイソレータや高密度光磁気記録材料などの新しい材料設計の指針となることが期待される。よって審査員一同は本論文が博士(工学)の学位論文として価値あるものと認めた。