



Title	Spectroscopic Study of Magnetic Semiconductors : Europium Chalcogenides
Author(s)	秋本, 良一
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39173
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	秋 本 良 一
博士の専攻分野の名称	博士（理学）
学位記番号	第 11436 号
学位授与年月日	平成 6 年 4 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科 物理系専攻
学位論文名	Spectroscopic Study of Magnetic Semiconductors : Europium Chalcogenides (磁性半導体ユーロピウムカルコゲナイトの分光学的研究)
論文審査委員	(主査) 教授 西田 良男 (副査) 教授 冷水 佐壽 教授 鈴木 直 助教授 小林 融弘

論文内容の要旨

本論文は、磁性半導体ユーロピウムカルコゲナイトの電子状態について光学的手法で研究した成果をまとめたもので、六章よりなる。

第一章は序論であり、本研究の背景について概説するとともに、本研究に関連する従来の研究の概要について述べ、その電子状態の理解について従来未解決であった問題点を指摘している。さらに、著者が行った研究の目的と意義について述べて、本論文がこの分野で占める位置について明らかにしている。

第二章では、実験に際して必要となる薄膜結晶とバルク単結晶の作成方法とその評価について述べている。薄膜単結晶については、ホットウォールエピタキシー法により、EuTeの薄膜作成に成功し、その作成条件や結晶成長過程について論じられている。また、バルク単結晶については、この物質の融点が2000°C以上と高温のため、密封式のタンクステンつぼを用いたブリッジマン法で作成した。そのさい、仕組成を調整することにより、n型及びp型の伝導を示すものが作成可能であることを示し、将来のこの物質でのキャリアー数制御の方向について示している。

第三章では、電気的測定、磁気的測定方法や、定常光励起およびパルス光励起による発光スペクトル、蛍光励起スペクトル、吸収スペクトル、ラマンスペクトルの測定方法について述べている。さらに、このような光学的測定を磁場中下や、超高压下で行う方法についても述べている。

第四章では、EuS、EuSe、EuTeについておこなった各種の光学的測定について系統的に、実験結果を列挙している。

第五章は、実験結果の解析と議論に当てられている。まず、EuSeの発光と吸収の圧力効果より、この物質の最低光学的励起状態に関与すると思われる5d軌道と6s軌道のエネルギー的な相対位置関係について論じている。発光の始状態が、5d軌道から構成されていることが明らかになった。さらに、EuTeのラマン散乱の実験により、従来は強磁性相でしか観測されないと考えられていた、L0 (Q~0) のラマン散乱線が反強磁性相や常磁性相でも、入射光のエネルギーを選ぶことにより共鳴的に散乱強度が増大し、観測可能であることを示した。この共鳴ラマン散乱のしきい値より、EuTeにおける6s軌道のエネルギー位置が、吸収端より0.5eV高エネルギー側に位置することがわかった。また、5d軌道に励起された電子は励起中心に局在するのに対して、6s軌道に励起された電子は非局在化し、その波動関数は結晶中

に広がると結論された。第二に、この物質の電子格子相互作用の強さを、吸収スペクトル、発光スペクトルより見積もった。その結果、電子格子強結合系であるアルカリハライドと同程度に強く格子と相互作用することがわかった。第三に、磁気相転移が電子格子相互作用に及ぼす影響を、発光スペクトルの温度変化、磁場変化より調べた。その結果、常磁性相から強磁性相への転移により電子格子相互作用の強度が増大し、常磁性相から反強磁性相への転移によりその強度が減少することがわかった。この事実を、光励起状態の電子の波動関数の広がりが各磁気相により変化することと関連させて論じている。第五に、EuTeにn型キャリアーをドープした縮退半導体における非金属金属転移を、光反射スペクトルより調べた結果について論じている。非金属転移の原因が、キャリアー密度の減少ではなく、電子の移動度を決めている電子の散乱の緩和時間の減少であることがわかった。

第六章は、結論であり本研究で得られた成果を、包括的にまとめている。

論文審査の結果の要旨

磁性半導体 EuX (X = S, Se, Te) は電子バンド構造を介して、磁性、光学的性質、電気伝導が互いに関係する物質である。本論文は、この物質の分光学的特徴を常磁性状態で調べ、次に磁気秩序状態に転移したときの分光的变化を測定して、この物質の特性を総合的に論じ解釈している。

第一章では、本研究に関する過去の報告を紹介した後、光吸収と発光の解析を行う上で励起子格子強結合系の観点および磁気ポーラロンの観点をとることの必要性を述べ、この研究の目的、意義を説明している。

第二章では使用した単結晶の製作、Bridgman法とホットウォール法について述べ、キャリアー数の制御と結晶作成条件を調べている。

第三章では測定方法について、吸収、発光、ラマン散乱、さらに圧力および磁場を印加した場合の測定、磁気測定等を説明している。

第四章では実験結果について、吸収と発光スペクトル、ラマンスペクトル、これらの圧力および磁場効果を述べている。さらに電気伝導度と磁化の測定結果が示されている。

第五章では実験結果を解析して、以下の事柄について新しい情報を明らかにしている。
①電子帯構造について、6s状態による共鳴ラマン散乱の結果から6s状態は5d状態より0.5eV上にある。
②4f - 5d励起子吸収の電子格子結合定数がはじめて決定され、アルハライドと同じ程度に強結合系である。また、発光は励起子固有発光である。
③磁気相転移に伴うスペクトルの変化は、励起子波動関数の広がりが磁気ポーラロン効果により変化することに起因する。
④高い伝導度をもつn型EuTeが磁気相転移に伴って金属非金属転移を起こす機構は、電子密度の変化によるものではなく散乱時間の変化による。

以上の研究成果は学術的に極めて評価の高いものであり博士（理学）の学位論文として価値有るものと認める。