

Title	Optically Detected Cyclotron Resonance in II - VI Compound Semiconductors
Author(s)	佐藤, 和郎
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3155120
DOI	10.11501/3155120
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	佐藤和郎
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第14368号
学位授与年月日	平成11年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Optically Detected Cyclotron Resonance in II-VI Compound Semiconductors (II-VI族化合物半導体の光検知サイクロトン共鳴)
論文審査委員	(主査) 教授 大山 忠司 (副査) 教授 大貫 惇睦 教授 邑瀬 和生 助教授 中田 博保 助教授 竹田 精治

論文内容の要旨

Photoluminescence (PL)測定は、キャリアの緩和過程を研究する上で有効な測定手段である。Cyclotron Resonance (CR)測定は、半導体中のバンド構造やキャリアの散乱過程を調べる上で有効な測定方法である。この二つの優れた測定手段を組み合わせたのが、Optically Detected Cyclotron Resonance (ODCR)測定である。ODCRは、その有用性から最近注目を集めている測定手段である。本研究では、この ODCR 測定と共に PL 測定及び CR 測定を典型的な II-VI化合物半導体である CdTe 及び ZnSe の基礎物性を探る目的で行った。CdTeは、ガンマ線の検出器や光デバイスの材料として注目を集めている物質である。ZnSeは、次世代の光デバイスの材料として注目されている。これらの物質は、デバイスを作製する上で、基礎物性の解明が期待されている。

具体的には、ODCRは、CRが生じた時の PL の変化量を観測する測定である。従って、CRのためキャリアの温度が上昇した時のダイナミクスを研究する事ができる。ODCRには二種類の測定方法がある。一つ目の測定方法は、分光器の波長をある特定の PL ラインに固定し、磁場掃引を行い ODCR 信号を測定するものである。もう一つの測定方法は、CRが生じる磁場を試料に印加し、分光器の波長を掃引して ODCR 信号を観測する方法である。

磁場掃引 ODCR 信号のスペクトル形状を詳しく調べる事により、その形状は、PL信号の起源に依存している事が分かった。この事から、CdTeと ZnSe のエキシトン系の形成過程を決定する事ができた。また、ODCR信号が正の信号となるか負の信号となるかは、試料の移動度に依存する事が分かった。本実験の条件下では、試料の移動度は、主に試料中のドナー不純物濃度により決定される。そして、ドナー不純物濃度の違いは、電子のエネルギー分布に影響を与える。ドナー不純物濃度の違いが、電子のエネルギー分布にどのような影響を与えるかを評価するのに最適な方法がモンテカルロシミュレーションである。このモンテカルロシミュレーションを行う事により、試料中のドナー不純物の濃度がどのように電子のエネルギー分布に影響を与えるかを評価した。そして、このエネルギー分布のシミュレーションの結果から、ODCR信号の正負がどのようなメカニズムで決定されるかを明らかにした。また、ZnSe中の DA 発光の起源については、長年議論が続いており、いくつかのモデルが提唱されているが、本研究において、ZnSe中の DA 発光の ODCR 信号を解析する事により、DA発光のモデルを決定する事ができた。

論文審査の結果の要旨

フォトルミネッセンス測定およびサイクロトロン共鳴法は半導体の物性研究と結晶評価において基本的で非常に有効な手段である。

本論文はこれらの2つの方法を組合せて、更に一歩進んだアプローチの開発に取り組み、マイクロ波領域における「光検知サイクロトロン共鳴法」を確立したものである。この方法を典型的なII-VI族化合物半導体のCdTeおよびZnSeに応用し、伝導電子と励起子や束縛励起子などの発光中心との相互作用に関するダイナミックスを解明した。とくに、伝導電子の様々な緩和機構を考慮に入れたMonte Carloシミュレーションによっていろいろな状況における電子のエネルギー分布を計算し、得られた実験結果を見事に解析した。

この研究を通して得られた知見は、半導体における非平衡電子系のダイナミカル特性を追求するうえで非常に重要で、博士(理学)の学位論文として十分価値あるものと認める。