

Title	長波長レーザーによる微小ギャップ半導体における磁気光吸収の研究
Author(s)	清水, 啓一郎
Citation	大阪大学, 1980, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/32594">https://hdl.handle.net/11094/32594</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名・(本籍)	清水啓一郎
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 4962 号
学位授与の日付	昭和 55 年 3 月 25 日
学位授与の要件	基礎工学研究科 物理系専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	長波長レーザーによる微小ギャップ半導体における磁気光 吸収の研究
論文審査委員	(主査) 教授 成田信一郎 (副査) 教授 長谷田泰一郎 教授 中村 伝 助教授 望月 和子 助教授 西田 良男

### 論文内容の要旨

$\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$  合金は伝導帯と価電子帯のエネルギーギャップが狭い半導体で、その成分比の変化に従いバンドギャップを始めとする種々のパラメーターが変化する。 $\text{HgTe}$  は零ギャップで電子間のクロン相互作用に基づくポテンシャルの非局所性が、 $\Gamma_8$  バンドのエネルギースペクトルを大きく変化させる事が理論的に明らかにされた。第一に  $\text{HgTe}$  と  $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$  ( $X=0.19$ ) の  $\Gamma_8$  バンドの構造を波長  $96.5\mu\text{m}$  から  $1730.9\mu\text{m}$  の遠赤外光を用い、磁気光吸収の研究によりポテンシャルの非局所性の効果を検出する事を目的とした。測定は液体ヘリウム温度 ( $4.2\text{K}$ ) で、遠赤外の光源として  $\text{CO}_2$  レーザー光励起遠赤外レーザーを用いファラデー配置で、超伝導マグネットを使用して磁場強度  $65\text{kOe}$  の条件下で行なった。結果として、ポテンシャルの非局所性を考慮した方が禁制遷移が唯一つか現れず実験事実を良く説明出来る事が分かり、 $\Gamma_8$  バンドの Luttinger パラメーターとして、 $\gamma_1=-14.0$ ,  $\gamma_2=7.8$ ,  $\gamma_3=-7.4$ ,  $\kappa=-10.0$  の値を得た。更に、共鳴アクセプター準位のゼーマン分裂を観測しその磁場中の構造をグリーン関数を用いて計算し、実験との比較を行なった。 $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$  ではヘリコン波のファブリーペロ干渉から、格子誘電率とプラズマ周波数を決定した。第二に  $\text{PbTe}$  はその誘電定数について数多くの異なった値が報告されている、そこで光学的に誘電定数を求める事を目的として研究を行なった。 $\text{PbTe}$  はキャリア濃度が高く非常に高い反射率を示す為、ストリップライン法を用いた。誘電異常による吸収の磁場強度から、誘電定数として  $\epsilon_0=1300$ ,  $\epsilon_\infty=33$ ,  $\omega_{\text{TO}}=18\text{cm}^{-1}$  を得た。また、このストリップラインを用いて  $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$  中のテルルの空孔に基づく深い共鳴アクセプター準位による誘電異常を観測し、そのエネルギー値として伝導帯の底から  $9.4\text{meV}$  の値を得た。

## 論文の審査結果の要旨

伝導帯と充満帯のエネルギーギャップの小さい微少ギャップ半導体は近赤外のレーザ、デテクター等の応用面で重要な半導体として最近色々な面から、研究が進められている。

本論文は2つの代表的な微少ギャップ半導体系列（水銀、カドミウム）テルルと（鉛、錫）テルルの中から、水銀テルルと19%カドミウムの入った水銀テルルおよび鉛テルルをとりあげ、磁気光吸収の研究を行ったものである。用いた光源は著者等の努力により、当研究室で世界に先がけて安定した動作に成功した炭酸ガスレーザ励起の遠赤外レーザによるもので、 $96.5\mu\text{m}$ より $1730.9\mu\text{m}$ の50本以上に及ぶレーザ線が用いられた。80kGの磁場のもとファラデ配置とストリップライン方式で測定がなされた。水銀テルルは零ギャップの半導体と考えられ、伝導帯と充満帯が $\Gamma$ 点でくっついているため、両バンド電子間の交換相互作用にもとづくポテンシャルの非局所性よりバンドエネルギーが大きく変化することが理論的に提唱された。この研究によって始めて実験的にその証拠をある程度つかんだものとする。またこのような微少ギャップ半導体ではアクセプタが伝導帯の中に存在する興味深いケースだが、ここではグリーン関数をつかった計算が行われ、水銀テルルの場合、アクセプタの磁場中のふるまいが実験と比較された。

鉛テルルは大きな誘電定数をもっていることが知られ、これまで10指にあまる測定がなされたが、500 から数千におよぶ値が報告され大きくばらついている。この実験ではストリップライン方式の磁気光吸収によって信頼すべき値1300を得た。

また19%カドミウムの入った水銀テルルについてもファラデ配置とストリップライン方式での光磁気吸収がはかられ伝導帯の中に入ったアクセプタ準位の性質、誘電定数等に新しい知見が得られた。研究は物理の立場からも新らしくまた興味深い結果を得ており、また応用面からも有効な結果を与えており、学位論文として価値あるものと考えられる。