



Title	サブミリ波磁気分光によるPb _{1-x} Sn _x Te半導体の格子振動とバンド端構造の研究
Author(s)	市口, 恒雄
Citation	大阪大学, 1981, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33258
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・(本籍)	市 口 恒 雄
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	第 5 3 7 1 号
学位授与の日付	昭 和 56 年 6 月 22 日
学位授与の要件	理学研究科 物理学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学 位 論 文 題 目	サブミリ波磁気分光による $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$ 半導体の格子振動 とバンド端構造の研究
論文審査委員	(主査) 教 授 呂 瀬 和 生 教 授 伊 達 宗 行 教 授 大 塚 穎 三 教 授 櫛 田 孝 司 助教授 小 谷 章 雄

論 文 内 容 の 要 旨

$\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$ 合金半導体は、その狭いエネルギー・ギャップと構造相転移に関連して、バンド端構造と格子の不安定性との興味が持たれる。

本論文において、 $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$ の Reststrahlen 領域に発振波長を持つ HCN レーザー及び自作の光励起分子ガスレーザー (CH_3OH 及び HCOOH を使用) を用いた磁気プラズマ分光学的手法により、種々の素励起を観測し、 $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$ のバンド端構造と光学的格子振動について同時に、かつ詳細な研究を行った。これらの半導体は低温でも 10^{17}cm^{-3} 程度のキャリアーを持ち、格子系及び電子系の素励起は互いに結合している。本研究において、多くのレーザー発振線を用いることにより、電子系及び格子系の情報を分離して精度よく得る道を開拓した。

その結果、混合比の異なる試料について、有効質量 (m_t , m_l)、TO-phonon 振動数 (ω_{TO}) 及び、光学的誘電率 (ϵ_∞) を決定し、混合比 x の増加と共に、有効質量の減少と、TO-phonon のソフト化を確認した。有効質量のバンド・ギャップに対する依存性は、Dimmock によって提案された“6-バンド・モデル”に基づいて解析し、そのパラメータを信頼できる新しい値に改めた。一方、TO-phonon のソフト化については、相転移のメカニズムに関して提唱された“バンド間電子-格子相互作用モデル”に従って考察を加えた。

又、PbTe において、スピン-フリップを伴う組合せ共鳴の観測に初めて成功した。電気双極子励起の組合せ共鳴の観測の可能性は、この物質系において既に予言されていたが、今まで観測された例はなかった。組合せ共鳴の磁場方向に対する依存性の解析より、 g -テンソルが求められた。さらに、サイクロトロン質量と g 値は、それぞれ大きな異方性を持つにも拘らず、その積は方向に依存せずに一

定で約 1.3 となる事実を見い出した。このことは、スピン分離とランダウ分離の比は角度に依らないことを意味する。これらの結果を“6-バンド・モデル”によって解析し、離れたバンドの影響は、有効質量に対しては大きく寄与するが、 g 値に対してはほとんど寄与しないことを明らかにした。

測定感度を高めるための実験的手段として strip-line を用いたが、従来その伝播モードは厳密には解析されていなかった。本研究においては、その伝播モードを厳密に計算し、試料の誘電分散と strip-line の透過スペクトルの関係についても考察した。さらに、その特殊な偏光状態は組合せ共鳴の観測を有利に導く可能性があることを示唆した。

論文の審査結果の要旨

PbTe-SnTe 合金半導体はバンド・ギャップが狭く、強誘電的構造相転移の微視的機構を探る上で好都合な典型的物質で、ここ数年間いろいろなアプローチの研究が行われている。市口君は電子系と格子系の相互作用の重要性を認識し、両系についての新しい精緻な情報を得ることに成功した。実験方法としては、レーザー光を用いて強磁場中のストリップ・ラインに置かれた試料の磁気プラズマ波を励起する技法を採用した。研究目的に適った光源として、多種のレーザー光を取り出せる光ポンピング・サブミリ波レーザーを早くから自作し、これを用いてストリップ・ライン伝送スペクトルを従来になく精密に測定した。次に、磁場の配置と大きさの異なる場合について、試料の誘電関数を取り入れたストリップ・ライン伝送の詳しい解析と数値計算を行い、実測のスペクトルを分析した。その結果、伝導帯および価電子帯端の構造を規定するバンド・パラメタを極めて正確に求めている。さらに、スピン・反転の組合せ共鳴をはじめて観測し、共鳴線の方向依存性の測定より、 g テンソルを精密に決め、バンド構造と g 値の関係を明らかにした。格子系に関しては、横波の光学フォノンの合金組成依存性を調べ、格子不安定性の機構を論じた。

以上のように、本論文は高度な実験技術と理論的解析により、ストリップ・ライン分光法を大きく発展させ、PbTe-SnTe 系における基本的なパラメタに対し、信頼できる値を求め、構造相転移の実質的議論や応用面に役立つ材料を提示した力作である。したがって、理学博士の学位論文として十分価値あるものと認める。