The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Pb1-xGexTeおよびPb1-xSnxTe半導体の相転移における電気的性質の研究
Author(s)	鷹岡, 貞夫
Citation	大阪大学, 1978, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32171
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

【4】

氏名・(本籍)	鷹岡貞夫
学位の種類	理学博士
学位記番号	第 4333 号
学位授与の日付	昭和53年6月13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	**$Pb_{1-x}Ge_xTe$ および $Pb_{1-x}Sn_xTe$ 半導体の相転移における電気的性質の研究**
論文審査委員	(主査) 教授 伊達 宗行 教授 金森順次郎 教授 山田 安定 助教授 鈴木 勝久 助教授 邑瀬 和生

論文内容の要旨

PbTe-GeTe，およびPbTe-SnTe混晶系半導体は，一定の組成域で結晶構造がNaCl型立方晶⇆As型菱面体晶と，構造相転移することが知られている。

電気抵抗の温度変化の測定より相転移温度（T_c）付近に抵抗の異常な増大を見出した。$Pb_{1-x}Ge_xTe$ と $Pb_{1-x}Sn_xTe$ について，抵抗異常を組織的に研究し，T_c と x の関係を求め，X線, capacitance. ヘリコン波，超音波吸収などの実験と比較しよい一致をみた。

さらに強磁場中でこの抵抗異常が高温側に移ることを見出した。TOフォノンと電子—正孔対励起結合モデルに基いて，この現象の説明を試みた。その相互作用をTOフォノン振動数にくりこんだ式は，次のようになる。

$$\omega_{TO}^2=\alpha\,(T-T_o)-\frac{2}{MNa^2}\sum_k|\Xi(k)|^2\frac{f(E_{vk})-f(E_{ck})}{E_{ck}-E_{vk}}$$

ここで左辺第一項はTOフォノンの非調和項による項で，第二項はTOフォノンと電子—正孔対励起の結合による項である。強磁場をかけると，電子と正孔の分散E_{ck}と E_{vk}はLandauレベルに分かれ状態密度が変化して，第2項の相互作用が強くなる。このため $\omega_{TO}^2(T)=0$ を与える転移温度 $T=T(H)$ が高温側に移る。

このモデルに基いて，$Pd_{1-x}Ge_xTe$（$x=0.01$）でキャリヤ数の異なる試料での実験データを，1つのパラメータ $|\Xi|^2/\alpha$ でほぼ説明出来た。

同様のことが$Pb_{1-x}Ge_xTe$($x=0.015$)，$Pb_{1-x}Sn_xTe$（$x=0.40$）でも行われた。

次に$Pb_{1-x}Ge_xTe$（$x=0.015$, 0.0125）でT_cよりかなり低温で，Shubnikov-de Haas効果を測定

した。この振動周期の角度依存性の測定とHall効果から求めたキャリア数を使用して，T_c以下でのバンド構造の変化を研究した。その結果T_c以下では，conductionバンドは〈111〉valley（u // 〈111〉）が他の3つのvalleyより，キャリア数が多くなっていて，valenceバンドではその逆になっていることが，判明した。またBiをドープした$Pb_{0.6}Sn_{0.4}Te$ではShubnikov-de Hasas効果の温度変化などの測定により，有効質量とg因子を決めることに成功した。

$Pb_{1-x}Ge_xTe$（$0 \leqq x \leqq 0.07$）について，赤外領域で透過率の測定より，バンドギャップEgの温度変化を組織的に行った。その結果，EgはT_cより下では増加すること，又T_cより高温側でEgの温度係数が，xを増すと共に減少することを見出した。EgのT_cより低温側での増加は，Six bandモデルで相転移による副格子の相対的変位uとひずみεを考慮に入れることにより，ほぼ説明出来た。

以上のことより，Ⅳ—Ⅵ族半導体である（Pb-Ge-Sn）Te混晶系において，強磁場と相転移との相互作用を抵抗異常の測定から，実験的および理論的に研究した。

さらにShubnikov-de Haas効果と赤外吸収の温度変化より，相転移によるバンド端近くの電子構造の変化を研究した。

論文の審査結果の要旨

PbTe-GeTeおよびPbTe-SnTe混晶系半導体は1定の組成域でNaCl型立方晶が不安定となり，2次的相転移温度T_c以下で菱面体晶型をとることが知られている。しかし相転移の微視的理解については極めて不十分な状況であった。

鷹岡君は格子欠陥が少なく均一性のよい単結晶を広い組成域に亘って気相成長法により育成し，この物質系について相転移の機構を微視的立場から理解するために主として電流輸送現象について研究した。まず転移温度T_c近傍にピークをもつ比較的鋭い抵抗異常を見出し，これについて系統的に探究し極めて興味ある結果をえている。また対象とする系が微小エネルギー・ギャップを有すことに着目して電子—TOフォノン相互作用によるソフトフォノン振動数を磁場によって制御することを試みた。一方，強磁場中におけるTOフォノン振動数に関して上記のモデルに基いて理論を展開した。鷹岡君は抵抗異常のピークが磁場によって高温側にシフトすることをはじめて観測した。とくに量子極限以上の磁場で現象は顕著である。この結果は彼自身の理論式と適合させうることがわかった。これは磁場によって格子結合を制御し，相転移の微視的機構の究明に重要な貢献をしたものであり高く評価される。また方法自体が大変独創性に富んだものである。

鷹岡君はまたシブニコフ・ド・ハース効果および赤外吸収の温度依存性から低温相における結晶変形に伴うバンド端近傍の変化を研究し，相転移と電子—格子変形相互作用の関係を明らかにした。以上の際だった研究を評価して，理学博士の学位論文として十分価値あるものと認める。