



Title	微小ギャップ半導体PbTe-SnTeにおける格子不安定性の研究
Author(s)	西, 清次
Citation	大阪大学, 1979, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32616
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)	西 清 次
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	第 4724 号
学位授与の日付	昭和 54 年 9 月 29 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	微小ギャップ半導体 PbTe-SnTe における格子不安定性の研究
論文審査委員	(主査) 教授 邑瀬 和生 (副査) 教授 大塚 翁三 教授 斎藤 晴男 教授 伊藤 宗行 助教授 鈴木 勝久

論 文 内 容 の 要 旨

PbTe-SnTe 系の半導体は、高温で NaCl 立方晶で、温度の低下に伴い NaCl 相が不安定になる傾向を示す。実際 SnTe では菱面体晶へ 2 次の構造相転移が生ずる。本研究では、合金組成の全領域にわたる結晶を作製し、静的誘電率、比抵抗、ホール係数の測定によって格子不安定性に関する情報を得て、微視的立場から構造相転移の機構を論じた。

単結晶は気相成長法により育成した。asgrown の結晶は、化学量論比からのずれによる高濃度のキャリアを含むので、これを isothermal の条件で金属過剰のソースと共に低温度でアニールを行ってキャリア数を制御した。

$Pb_{1-x}Sn_xTe$ ($x = 0 \sim 0.4$) について、低キャリア濃度 ($1 \sim 20 \times 10^{17} cm^{-3}$) の結晶が得られ、ミリ波 (35~50GHz) 磁気プラズマ反射より静的誘電率 ϵ_s を決定した。パルス磁場 (最大 250 kG, 幅 3 msec.) 中に Faraday 配置に置いた平行平板上の試料内の Fabry-Perot 干渉より ϵ_s が求められる。測定は 4.2 K ~ 100 K の範囲で行った。 $1/\epsilon_s$ は高温でキュリー則に従い、低温 (≤ 40 K) では温度係数が小さくなる。この振舞は格子の 4 次の非調和項によって説明した。キュリー定数は x によらず、キュリー温度は x と共に単調に増大することを見出した。4.2 K の ϵ_s は $x \sim 0.35$ で発散的に増大することがわかり、 $x = 0.4$ の結晶では ~20 K で相転移が実測された。

組成の大きな結晶 ($x = 0.45 \sim 1.0$) では、キャリア濃度が高く ($p = 2 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{20} cm^{-3}$) 以上の測定が困難であり、代りに比抵抗およびホール係数を 4.2 ~ 300 K で測定した。相転移温度での比抵抗異常を観測し、組成およびキャリア濃度の広い範囲に亘る単結晶について、相転移温度を決定した。高いキャリア濃度 ($> 1 \times 10^{20} cm^{-3}$) では、相転移温度がキャリア濃度に強く依存するのに対し、低濃度領域で

はその依存性が少いことがわかった。この傾向は従来のバンド間・電子一格子相互作用モデルのみでは説明出来ない。そこで空格子の担う役割の重要性を指摘し、これを半定量的に論じた。又ホール係数の相転移温度以下での増大を、格子変形によるバレイの分裂による2種キャリア伝導のモデルを考えて説明した。

論文の審査結果の要旨

微小エネルギー・ギャップ半導体： $\text{PbTe}-\text{SnTe}$ 擬二元合金系は物性物理の研究対象としても、応用面においても極めて興味ある物質である。最も興味ある特色の1つは NaCl 相が低温に近づくにつれて不安定性をしめすことで、ある一定の組成域では実際、相転移を起すことが知られている。キャリアはフェルミ縮退しており、非常に狭い最小エネルギー・ギャップを有し、高いキャリア易動度なども重要な性質である。この系でキャリアや合金組成を制御することにより、多彩な特徴を統一的に把握することが望まれていた。

西君は格子不安定性と合金組成やキャリア数の関係を組織的に研究し、微視的な立場で現象の物性物理的な解明を行った。 NaCl 相の不安定化にともなって横波光学フォノンがソフト化するが、この観測には通常のラマン散乱や赤外反射の方法は無力である。また、縮退半導体のゆえ、低周波電気容量の測定はできない。西君の採った方法はこれらの困難を克服して、強磁場下で、静的誘電率の温度依存性を広い組成域で測定することを可能にした。この結果をフォノン-フォノン相互作用を取り入れて解析した。また、西君は従来考えられていた「最小ギャップが不安定性に重大な効果を与える」という見解が当っていないことを見出し、イオン性による独自の議論を行った。また電流磁気効果の測定により、相転移温度 T_c が見かけ上キャリア数に依存する現象を精密に測定し、理論的考察を行った。すなわちキャリアのみならず格子空孔が重要な役割を演ずることを指摘した。低温相でのHall係数の異常増加は格子変形によるバンド端の縮退の分離に關係して、バレイ間のキャリア再配分によるものと結論した。

以上のように、西君の論文は微小ギャップ半導体の強誘電的構造相転移を微視的立場から実験的に深く究明したものであり、他に類をみない結果を提出し、本質を衝いたものと見られる。よ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。