OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

| | |
|---|---|
| Title | Si-As-Te系非晶質(ガラス)半導体の電気的及び光学的性質に関する研究 |
| Author(s) | 布下, 正宏 |
| Citation | 大阪大学, 1975, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/664 |
| rights | |
| Note | |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

【87】

| | |
|---|---|
| 氏名・(本籍) | 布下(ぬの した) 正宏(まさ ひろ) |
| 学位の種類 | 工学博士 |
| 学位記番号 | 第3404号 |
| 学位授与の日付 | 昭和50年3月25日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第5条第2項該当 |
| 学位論文題目 | Si-As-Te 系非晶質(ガラス)半導体の電気的及び光学的性質に関する研究 |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 難波 進<br>(副査) 教授 牧本 利夫 教授 桜井 良文 教授 藤沢 和男<br>教授 末田 正 助教授 浜川 圭弘 |

## 論文内容の要旨

本論文は，著者が三菱電機株式会社中央研究所において行なってきた，Si-As-Te系非晶質（ガラス）半導体の電気的および光学的性質に関する研究の成果をまとめたものである。その内容は7章と謝辞とによって構成され，以下に各章の概略を述べる。

第1章では，まずカルコゲナイドガラスを中心とする非晶質半導体に関する研究の沿革と意義を簡単に述べ，本研究の目的を明らかにしている。さらにこの分野における本論文の占める位置と重要性を明確にしている。

第2章では，カルコゲナイド系ガラス半導体の種類と特徴を掲げ，その中からSi-As-Te系ガラス半導体を本研究の対象にした理由を述べている。この系のガラス半導体の製作に採用した高周波誘導加熱による独特の試料溶融法と，実験・測定のための試料準備過程について記している。作成されたSi-As-Te系ガラス半導体の基礎特性を測定評価し，その結果からこの三成分系半導体のガラス化組成領域を明らかにしている。

第3章では，主にSi-As-Te系ガラス半導体の電気的および光学的特性の測定結果を示し，そのガラスの半導体的性質を明らかにしている。そのデータの解析から電気的および光学的エネルギーバンドギャップを求め，その半導体的性質はGe, Siなどの単結晶半導体の真性域バンド伝導と基本的に同等であることを実証し，電子状態密度のエネルギー分布などの物理的意味について考察している。さらに交流電気伝導や光伝導の結果を示し，それより推定される局在準位の存在を考慮して，これらの実験結果を総合して説明できるエネルギーバンド模型を提案している。

第4章では，三成分系のSi-As-Te系ガララス半導体のガラス化領域内の24の組成の試料を選択し，

その質量密度，熱膨脹係数，ガラス転移点，X線回折および電気的・光学的特性のSi, As, Teの含有量による組成依存性を測定した結果を示している。それらはすべてSi, Teの含有量に対して直線的変化を示し，Asにはほとんど依存しないという系統的な組成依存性が見い出される。その結果からこの系のガラス半導体の原子的性質と電子的性質との関連，すなわち三次元架橋網目構造の中に短距離秩序として保存されている化学(共有)結合がそのバンドギャップにはたす役割について考察している。

第5章では，急冷によって作成されたSi-AS-Te系ガラス半導体のガラス転移点近傍の温度での熱処理による安定化現象を質量密度，熱膨脹，比熱などの基礎特性の変化を通して観測し，ガラスの安定化過程すなわちガラス転移現象の原子的および熱力学的意味を明らかにしている。それを基にして熱処理に伴う電気的および光学的特性の変化の測定結果が内部応力歪・余剰蓄積エネルギーの緩和と密接に関連していることを明らかにしている。その系統的な変化の解析から，ガラス網目構造の長距離秩序の欠除によるポテンシャルの乱れや内部ミクロ電界が，バンドギャップ内に電子の局在準位を誘起し，このガラス半導体の電子状態や電気伝導などの物理的性質にはたす特異な役割について考察している。

第6章では，この材料の固体素子への応用の一例として，Si-As-Te-（Ge）系ガラス半導体を用いた閾値スイッチ素子の開発について述べている。安定した高性能の閾値スイッチ素子を開発するために，この現象の基になっている高電界電気的破壊に対する素子構造，材料，印加電圧，周囲温度などの影響を調べた結果を示し，その動作機構について考察している。その結果に基づいて試作された多層薄膜サンドウィッチ型閾値スイッチ素子の性能特性を示すとともに，安定性，再現性，寿命などの応用実用に関する問題点を明らかにし，その対策を検討している。

第7章は，本研究で得られた主な成果を列挙し，本論文の結論を総括している。

最後に，本研究を進めるにあたり，御指導，御鞭撻ならびに御援助を賜わった方々へ謝意を表し，本論文の稿を結んでいる。

## 論文の審査結果の要旨

本論文は，カルコゲン系ガラス半導体のなかでも比較的安定でガラス化領域の広いSi-As-Te系半導体について，独特の製法によってこれを作製し，その電気的ならびに光学的性質と，それらの組成依存性について行なった一連の基礎的研究の成果をまとめたものである。ガラス半導体が単結晶半導体に比べてもつ大きな特質の一つは，混合する組成元素の割合によって，その性質が連続的に制御できることである。

布下君は，Si-As-Te系半導体のガラス化領域を正確に決めるとともに，その電気伝導度，光学定数，禁止帯幅エネルギーなどの電子的性質が成分比によってどう変わるかを明らかにした。またアンニーリング熱処理による光学吸収端の移動を，フランツ・ケルディシュ効果を用いて精密に測定し，これを示差熱分析，ガラス転移温度の熱処理効果と比較して，アモルファス組織と局在電子状態との関

連を解明する幾つかの重要な実験的証拠を出した。これらの研究成果は，いまだ未知な事柄の多い非晶質材料の電子物性の分野に貢献するところが大きく博士論文として価値あるものと認める。