

Title	ELECTRICAL AND OPTICAL PROPERTIES OF Si-As-Te CHALCOGENIDE GLASSES FABRICATED IN A MICROGRAVITY ENVIRONMENT
Author(s)	Kolahi, Wahidc Shams
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/40248
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏名	コラヒフヒドシヤムス Kolahi Wahidc Shams
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 13210 号
学位授与年月日	平成9年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学位論文名	ELECTRICAL AND OPTICAL PROPERTIES OF Si-As-Te CHALCOGENIDE GLASSES FABRICATED IN A MICROGRAVITY ENVIRONMENT (微小重力下で作製された Si-As-Te カルコゲナイドガラスの電気および光学的物性)
論文審査委員	(主査) 教授 岡本 博明
	(副査) 教授 蒲生 健次 教授 奥山 雅則 教授 服部 公則 教授 濱川 圭弘

論文内容の要旨

カルコゲナイド系 Si-As-Te アモルファス半導体は、広い範囲のガラス化成領域を有し、物理定数が広範囲に亘り制御可能であるという特徴がある。たとえば、バンドギャップは0.6eV から2.5eV まで可変であり、これは各種結晶半導体のギャップを一挙にカバーするものである。

しかしながら、本材料系は構成元素の比重がそれぞれ異なるため、均一な構造を作製するのが困難とされてきた。この問題を克服するために微小重力化での作製をスペースシャトルによる宇宙実験により実現した。その結果、均一な構造をもつ上記材料の試料を作製することに成功した。本研究では上記宇宙試料と地上試料との比較検討を行うことにより両材料の物性の相違について検討した。

宇宙試料は、地上で作製された試料に比べ、より広い光学的バンドギャップ及び、より小さな Urbach エネルギーを持ち、構造乱れが小さいことが明らかとなった。

また、これらの材料の物性をより詳細に理解するために高圧力印加時の物性の変化について検討した。電気抵抗率に於いては印加圧力が低い領域では、地上試料に比べ宇宙試料は、その変化の小さいことが見出された。また、Urbach エネルギーの変化は、宇宙試料の場合、ある圧力域まではいったん上昇し、それ以上の圧力印加に於いては減少するという特異な性質をもつこと、またこの時、バンドギャップの変化は Si のような 4 配位共有結合固体のそれと類似していることが判明した。

これらの事実より、地上と宇宙試料には価電子帯頂上での電子状態が大きく異なっている。即ち、価電子帯構造は、地上試料の場合非結合電子対の性質を持つが、宇宙試料の場合は共有結合性の特性を持つという仮説が導かれた。

上記モデルの妥当性を検討するために XPS 分光測定を行った結果、価電子帯スペクトルの相違より、地上試料の価電子帯上部は非結合性バンドから成り、宇宙試料では共有結合性バンドから構成されるという本モデルの直接的証拠が得られた。また地上及び宇宙試料の内核準位スペクトルに見られる化学シフトの違いからは、地上試料には Te クラスタが存在していることが示唆される。以上より宇宙の微小重力環境を利用して、均質で高品質なアモルファス半導体を作製できる可能性を実証した。

論文審査の結果の要旨

スペースシャトル技術の開発により、これまで特定国家の政府機関のみが独占してきた宇宙空間は、21世紀においては、民間にも本格的にその門戸を開いた新たなフロンティアとなることが期待されている。そこは、太古の昔より地上物質を支配してきた地球重力の束縛が解かれる場であり、工学的価値をもつ新機能物質の合成がもたらされる可能性は十二分にある。このような未来を見据え、本論文では、Si-As-Teカルコゲナイドガラスの微小重力下での作製の試みと得られた試料の電気的および光学的特性に関する一連の研究成果がまとめられている。

この種の多元素化合物アルモファス半導体の作製においては、構成元素の比重の違い等に起因した構造不均一性の問題が生じる。これを抑制するため、従来の航空機やロケットによる実験に比べ、遙かに長い時間にわたって微小重力環境を利用できるスペースシャトルにおいて、Si-As-Teカルコゲナイドガラスの材料実験は行われている。電気的および光学的測定の結果、地上で作製された試料に比べ、宇宙試料はより広い光学的バンドギャップおよび小さな Urbach エネルギーを持つことが明らかとなり、構造乱れが小さいことが結論されている。

また、本論文ではこの新材料の物性をより明確にするために高圧実験が行われている。電気抵抗率の圧力誘起変化からは、低圧域での抵抗率の変化の様子が地上と宇宙試料とで顕著な差異を示すことが見いだされている。一方、光学吸収スペクトルの測定により、宇宙試料の Urbach エネルギーはある圧力域までいったん上昇しそれ以上の圧力印加で減少するという特異な性質をもつこと、およびバンドギャップのふるまいは Si のような 4 配位共有結合固体のそれと類似していること等が明らかにされている。これらの実験事実をベースに、価電子帯頂上の電子状態は地上および宇宙材料とで大きく異なっており、地上試料の価電子帯は非結合電子対の性質をもつが、宇宙試料では共有結合の特性をもつというモデルが提案されている。

高圧実験の結果から得られた電子構造モデルの妥当性を確認するため地上および宇宙試料について XPS 観測が行われている。測定された価電子帯スペクトルより、地上試料の価電子帯上部は非結合性バンドから成り、宇宙試料では共有結合性バンドから構成されるという先述のモデルの直接的証拠が得られている。また、地上、宇宙試料の内核準位スペクトルに見られる化学シフトの違いから、地上物質内におけるテルクラスタの存在を見だし、宇宙材料の構造均一性が確認されている。

以上の研究結果は、乱れの少なく均質な材料作製のための微小重力利用という、多元系アモルファス材料分野においての先駆的貢献を成したものであり、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。