



Title	Thermoelectric Properties of Cu-M-Te
Author(s)	Theerayuth, Plirdpring
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59928
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	ティラユット プアーデビン Theerayuth Plirdprin
博士の専攻分野の名称	博士 (工学)
学 位 記 番 号	第 25639 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 24 年 9 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科環境・エネルギー工学専攻
学 位 論 文 名	Thermoelectric Properties of Cu-M-Te (M = Ga or In) Ternary Compounds with Diamond-like Structure (ダイヤモンドに類似した結晶構造を有する Cu-M-Te (M = Ga または In) 三元系化合物の熱電特性)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教授 山中 伸介 (副査) 教授 山本 孝夫 教授 下田 吉之 准教授 中川 貴 准教授 黒崎 健

論文内容の要旨

In this thesis, the thermoelectric (TE) properties of Cu-M-Te ($M = Ga$ or In) ternary compounds were studied, with the purpose of find new high performance TE materials. This thesis is composed of five chapters.

In the first chapter, the basic science, engineering, and theory of TEs were explained.

In the second chapter, the TE properties of $Cu_2Ga_7Te_7$ and $Cu_2In_4Te_7$ were studied. Both compounds showed p -type semiconductor characteristics with the defect zinc-blende structure in which one-seventh of the cation sites are structural vacancies. It was revealed that these compounds exhibited relatively high TE figure of merit ZT due to the suitable value of the Hall carrier concentration and low lattice thermal conductivity.

In the third chapter, the polycrystalline high density samples of $Cu_3Ga_5Te_9$, $Cu_2Ga_4Te_7$, $CuGa_3Te_5$, $CuGa_5Te_8$, and $CuGaTe_2$ were prepared and the effect of the amount of vacancies on the TE properties of these compounds with zinc-blende or chalcopyrite structure was examined. It was found that both the Hall mobility and the lattice thermal conductivity decreased with increasing the amount of vacancies; however, the decreasing rate of the Hall mobility was larger than that of the lattice thermal conductivity, indicating that the vacancies scattered carriers much more than phonons. Therefore, the existence of the vacancies degraded the TE performance of these compounds; in other words, $CuGaTe_2$ without vacancies would show the best TE figure of merit.

In the fourth chapter, the TE properties of polycrystalline bulk samples of $CuGaTe_2$ with the chalcopyrite structure were examined. It was discovered that $CuGaTe_2$ is an outstanding TE material with the maximum ZT value of 1.44 at 950 K. The suitable value of the Hall carrier concentration and significantly reduced lattice thermal conductivity at high temperatures make this compound a promising high-performance p -type TE material.

In the last chapter, the obtained results were summarized and the following conclusion was proposed.

The ternary compound $CuGaTe_2$ with a diamond-like structure is a novel high performance p -type TE material applicable at high temperatures.

論文審査の結果の要旨

本論文は、高性能熱電材料を開発することを目的として、ダイヤモンドに類似した結晶構造を有する Cu-*M*-Te (*M*=Ga または In) 三元系化合物の熱電特性を研究したものである。本論文は、以下の五章から構成されている。

第一章では、導入部として、熱電変換に関する基礎的な科学と理論及び過去に研究されている主要な熱電材料の熱電特性が述べられている。

第二章では、 $\text{Cu}_2\text{Ga}_4\text{Te}_7$ と $\text{Cu}_2\text{In}_4\text{Te}_7$ の熱電特性が示されている。両物質とも p 型の半導体的特性を示し、その結晶構造は、カチオンサイトの七分の一が空孔となっている閃亜鉛鉱型構造であることが示されている。適切なキャリア濃度と低い格子熱伝導率により、両物質とも比較的高い熱電変換性能指数を示すことが見出されている。

第三章では、閃亜鉛鉱型あるいはカルコパイライト型の結晶構造を有する五つの化合物： $\text{Cu}_3\text{Ga}_5\text{Te}_9$ 、 $\text{Cu}_2\text{Ga}_4\text{Te}_7$ 、 CuGa_3Te_6 、 CuGa_6Te_8 、 CuGaTe_2 について、結晶中に含まれる空孔の存在量と熱電特性の関係が示されている。空孔の存在量が増大するにつれて格子熱伝導率とキャリア移動度の両方が低減するが、移動度の低減率が格子熱伝導の低減率よりも大きいことが見出されている。このことから、これらの物質群において、空孔の存在は熱電特性の向上にとって不利に働くこと、言いかえると、空孔を含有しない CuGaTe_2 が最大の熱電変換性能指数を示す可能性があると結論付けられている。

第四章では、カルコパイライト型結晶構造を有する CuGaTe_2 の高温熱電特性が示されている。 CuGaTe_2 は 950 K で熱電変換性能指数が 1.44 を示すことが見出されている。高温域における適切なキャリア濃度と十分に低減された格子熱伝導率により、このような高い性能指数が導かれたとされている。 CuGaTe_2 は高温域で応用可能な高性能 p 型熱電材料として有望であると結論付けられている。

第五章はまとめであり、本研究で得られた成果が要約されている。

以上のように、本論文は環境・エネルギー工学、特にエネルギーの有効利用技術としての熱電発電技術の開発に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。