

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $(Bi_2Te_3)_{1-x}(TlA^{III}B_2^{VI})_x$

Ч.И.АБИЛОВ

*Азербайджанский Технический Университет
Az1073, Баку-73, пр. Г.Джавида, 25*

М.М.СЕЙДОВ, Я.Н.БАБАЕВ

*Нахичеванский Государственный Университет
Нахичеван-373630, Университетский городок*

Исследованы температурные зависимости (80-750К) электрофизических параметров твердых растворов $(Bi_2Te_3)_{1-x}(TlA^{III}B_2^{VI})_x$. Определены значения термоэлектрической эффективности отдельных составов при различных температурах. Показано, что сплавы твердого раствора $(Bi_2Te_3)_{1-x}(TlA^{III}B_2^{VI})_x$ обладают относительно высоким значением термоэлектрической эффективности и их можно использовать при изготовлении преобразователей энергии.

The temperature dependences (80-750 K) of electrophysical parameters of solid solutions $(Bi_2Te_3)_{1-x}(TlA^{III}B_2^{VI})_x$ are investigated. The meaning thermoelectrically effectively of some separately compositions the different temperatures are studied. Values of thermoelectric efficiencies $(Bi_2Te_3)_{1-x}(TlA^{III}B_2^{VI})_x$ structures are certain at various temperatures. Alloys of the solid solution possess rather high vale of thermoelectric efficiency and they can be used at manufacturing alternative converters of energy.

В связи с тем, что Bi_2Te_3 является надежным термоэлектрическим материалом, выявление на его основе новых сложных по составу твердых растворов и определение пригодности применения их в создании преобразователей энергии является актуальной задачей твердотельной электроники.

Ранее нами был изучен характер физико-химического взаимодействия между Bi_2Te_3 и соединениями типа $TlA^{III}B_2^{VI}$ (где $A^{III} = GaIn$; $B^{VI} = Se, Te$). При построении диаграмм состояния было определено, что во всех системах существует области твердых растворов на основе Bi_2Te_3 [1-3]. Поэтому изучались температурные зависимости электрофизических параметров различных составов из этих гомогенных областей и определены значения термоэлектрической мощности $\alpha^2\sigma$ и коэффициента эффективности (Z) ряда сплавов. Электрофизические параметры исследовались в интервале 80-750К (кроме общей теплопроводности, которая исследовалась при 300-700К) на поликристаллических образцах параллелепипедной формы по методике [4]. На температурных зависимостях термоэлектрических параметров твердых растворов $(Bi_2Te_3)_{1-x}(TlA^{III}B_2^{VI})_x$ наблюдаются некоторые аномальные поведения связанные, по-видимому, как со сложностью составов, так и с особенностями электронных конфигураций замененных и замещающих элементов. Всем сплавам присуща общая закономерность увеличения значений термической ширины запрещенной зоны с ростом в составе твердых растворов количества второго компонента. Это связано с усилением локализации электронов, статистически расположенных между атомами и пустотами- (вакансиями) в кристаллической решетке формирующихся твердых растворов. Одновре-

менно важную роль в этом вопросе играет и разница между значениями электроотрицательностей замененных и замещающих элементов. Наряду с указанными особенностями электрофизических параметров, определенной значимостью обладают температурные зависимости термоэлектрической ($\alpha^2\sigma$) мощности и эффективности (Z) новых твердых растворов $(Bi_2Te_3)_{1-x}(TlA^{III}B_2^{VI})_x$.

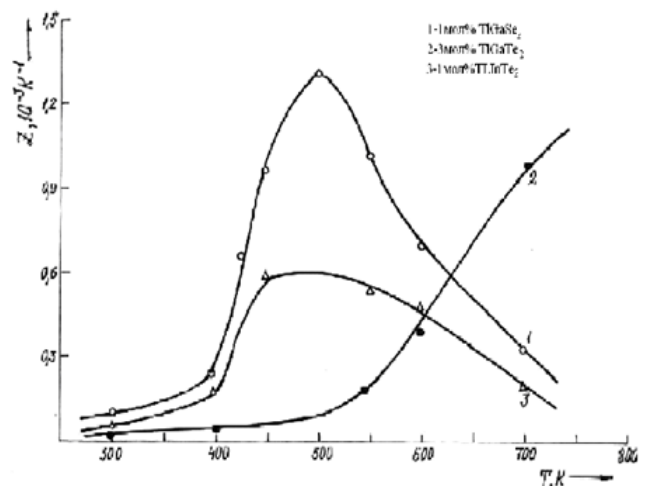


Рис.1. Температурная зависимость коэффициента термоэлектрической эффективности некоторых составов твердых растворов $(Bi_2Te_3)_{1-x}(TlA^{III}B_2^{VI})_x$

На рис.1 представлена температурная зависимость коэффициента термоэлектрической эффективности некоторых составов твердых растворов $(Bi_2Te_3)_{1-x}(TlA^{III}B_2^{VI})_x$. Видно, что термоэлектрическая эффективность исследуемых сплавов имеет средние

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $(Bi_2Te_3)_{1-x}(TlA^{III}B_2^{VI})_x$

значения. Если учесть, что применяемые в термоэлектрических преобразователях энергии твердые растворы на основе Bi_2Te_3 при 300 К имеют значение Z в пределе $(0,6 \div 1,1) \cdot 10^{-3} K$ [5], то полученных в настоящей работе значения термоэлектрической эффективности для твердых растворов $(Bi_2Te_3)_{1-x}(TlA^{III}B_2^{VI})_x$ можно считать приемлемыми. Несмотря на то, что твердый раствор состава $(Bi_2Te_3)_{0,99}(TlGaSe_2)_{0,01}$ имеет относительно высокое значение Z , однако интервал рабочей температуры этого сплава не широкий. Твердый раствор $(Bi_2Te_3)_{0,99}(TlInTe_2)_{0,01}$ обладает несколько низкими значениями Z , однако предел рабочей температуры у него более расширенный, что является важным фактором для техники термоэлектричества. Для других составов исследуемых твердых растворов, которые не отражены зависимостью $Z \sim f(T)$ на рис. 1, рассчитаны значения $\alpha^2 \sigma$. Так, в частности для состава $(Bi_2Te_3)_{0,97}(TlGaSe_2)_{0,03}$ при $80 K \alpha^2 \sigma = 1,8 \cdot 10^{-6}$

Вт/смК², при $300 K \alpha^2 \sigma = 6,0 \cdot 10^{-6}$ Вт/смК², при $500 K \alpha^2 \sigma = 18,4 \cdot 10^{-6}$ Вт/смК² и при $700 K \alpha^2 \sigma = 6,0 \cdot 10^{-6}$ Вт/смК². Этот состав при 550 К обладает значением $Z = 1,1 \cdot 10^{-3} K^{-1}$. Твердый раствор состава $(Bi_2Te_3)_{0,99}(TlGaTe_2)_{0,01}$ имеет; при 300 К $\alpha^2 \sigma = 0,3 \cdot 10^{-6}$ Вт/смК² и при 600 К $\alpha^2 \sigma = 3,2 \cdot 10^{-6}$ Вт/смК². Твердый раствор $(Bi_2Te_3)_{0,97}(TlInTe_2)_{0,03}$ при 300 К имеет $\alpha^2 \sigma = 0,2 \cdot 10^{-6}$ Вт/смК², при 500 К $\alpha^2 \sigma = 0,6 \cdot 10^{-6}$ Вт/смК² и при 700 К $\alpha^2 \sigma = 1,1 \cdot 10^{-6}$ Вт/смК².

Таким образом, результаты исследования термоэлектрических свойств показали, что среди твердых растворов $(Bi_2Te_3)_{1-x}(TlA^{III}B_2^{VI})_x$ имеются составы, обладающие приемлемыми значениями эффективности, и они могут использоваться при изготовлении термоэлектрических преобразователей.

- [1]. Ч.И.Абилов, М.М.Сеидов. Фазовая диаграмма и электрофизические свойства сплавов системы $Bi_2Te_3-TlGaTe_2$. Изв. РАН Неорган. Материалы. 2005, т.41, №7, с.285-286.
- [2]. М.М.Сеидов, Ч.И.Абилов, Я.Н.Бабаев. Физико-химические свойства сплавов системы $Bi_2Te_3-TlGaSe_2$. Изв. ВУЗ России Химия и химическая технология. 2004, т.47, №4, с. 159-161.
- [3]. М.М.Сеидов. Фазовая диаграмма $Bi_2Te_3-TlGaTe_2$. Материалы XIX конференции по химии. Турция, Измир, 2005, Типогр. Эгейского университета, с. 736.
- [4]. Л.П.Павлов Методы измерения параметров полупроводниковых материалов. М., Высш. шк., 1987, 239с.
- [5]. Б.М.Гольцман, В.А.Кудинов, И.А.Смирнов Полупроводниковые термоэлектрические материалы на основе Bi_2Te_3 . М., Наука, 1973, 321 с.

Received: 10.02.2007