

PAKS 72.20.Pa

**ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ КАДМИЕМ НА
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА AgSbTe_2** **С.С.РАГИМОВ *, Р.Ш.РАГИМОВ **, А.Э.БАБАЕВА ****Институт Физики НАН Азербайджана*,
Бакинский Государственный Университет**
sadiyar@mail.ru*

Исследованы термоэлектрические свойства $(\text{AgSbTe}_2)_{0.95}\text{Cd}_{0.05}$, полученного методом медленного охлаждения в температурной области 80÷320К. Согласно данным эффекта Холла и термоэдс вычислена эффективная масса носителей заряда ($\frac{m^}{m} = 0.5$).*

Ключевые слова: термоэлектрический материал, кристаллическая структура, проводимость, термоэдс, теплопроводность, фононы, AgSbTe_2

Тройное соединение AgSbTe_2 кристаллизуется в гранецентрированной кубической структуре типа NaCl, в которой атомы Ag и Sb разупорядоченно расположены на местах Na [1].

Решеточная теплопроводность этого соединения очень низка ($6,3 \cdot 10^{-3}$ Вт/см.К). AgSbTe_2 является перспективным термоэлектрическим материалом р-типа, работающим в области 600К [1-3] благодаря высоким значениям коэффициентов термоэдс и электропроводности. Исследование AgSbTe_2 в основном, было проведено, выше комнатной температуры с целью выявления возможности применения в различных термоэлектрических преобразователях. Исследования проводились на различных образцах, полученных различными технологическими методами: стехиометрических, с отклонением от стехиометрии, внедрением примесей, замещением основных элементов и т.д. В данной статье представлены результаты исследования термоэлектрических свойств AgSbTe_2 с допированием Cd. Представляет интерес проведение исследований термоэлектрических свойств этого материала и при низких температурах.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Исследованный состав $(\text{AgSbTe}_2)_{0,95}\text{Cd}_{0,05}$ был получен методом медленного охлаждения со скоростью 1К/мин., слиток имел серебристый цвет.

Исследования термоэлектрических свойств проведены в температурной области 80-320К. Полученные экспериментальные результаты представлены на ниже приведенных рисунках.

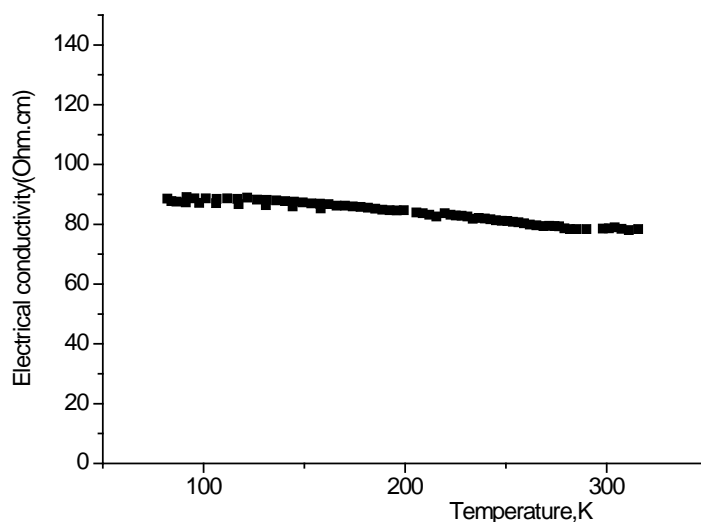


Рис.1. Температурная зависимость электропроводности $(\text{AgSbTe}_2)_{0,95}\text{Cd}_{0,05}$

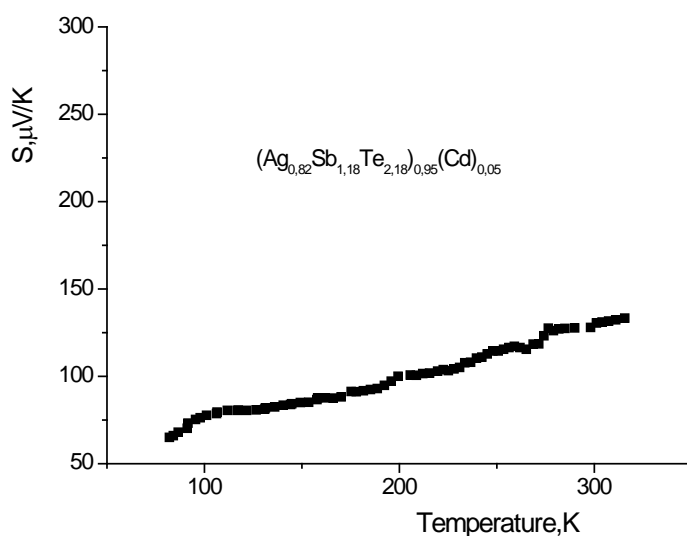


Рис.2. Температурная зависимость коэффициента термоэдс $(\text{AgSbTe}_2)_{0,95}\text{Cd}_{0,05}$

На рис.1 и рис.2 представлены температурные зависимости электропроводности и термоэдс исследованного образца соответственно. Как видно из рисунка 1, электропроводность в данной температурной области слегка уменьшается. Знак термоэдс указывает на дырочный тип проводи-

мости. Значение термоэдс возрастает с температурой во всей исследованной температурной области (Рис.2). В области 100К наблюдается слабое замедление роста температурной зависимости термоэдс. Значение термоэдс при комнатной температуре соответствует полуметаллическому поведению данного состава (125 мкВ/К). Концентрация носителей заряда, вычисленная согласно значению коэффициента Холла, была равна $p=2,7 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$.

Ранее, при исследовании термоэдс AgSbTe_2 в температурной области (100-220)К было обнаружено замедление роста термоэдс [4]. Однако, добавление кадмия в AgSbTe_2 приводит к сглаживанию температурной зависимости термоэдс, не ухудшая его термоэлектрических свойств.

Согласно экспериментальным данным по коэффициентам термоэдс и Холла была оценена эффективная масса носителей заряда m^* .

Расчеты проводились, на основе модели параболической зоны в предположении рассеяния носителей заряда преимущественно на акустических фононах.

Согласно [5] для любой степени вырождения электронного газа в стандартной зоне коэффициент термоэдс определяется в следующем виде:

$$S = -\frac{k_0}{e} \left[\frac{F_{r+2}}{F_{r+1}} - \eta \right], \quad (1)$$

а концентрация носителей заряда:

$$n = \frac{(2m_n k_0 T)^{3/2}}{3\pi^2 \hbar^3} F_{3/2}(\eta), \quad (2)$$

где k_0 - постоянная Больцмана, e - заряд электрона, m - эффективная масса, F - однопараметрический интеграл Ферми, T - абсолютная температура и η - приведенный химпотенциал.

Сперва, по формуле (1), учитывая экспериментальное значение термоэдс, нами было вычислено значение химпотенциала. После этого, учитывая и величину концентрации по формуле (2) была оценена эффективная масса носителей заряда. Расчеты показали, что эффективная масса носителей заряда равна $\frac{m^*}{m} = 0.5$.

Следует отметить, что создание высокочувствительных устройств, работающих в качестве тепловых датчиков в области комнатной температуры, является важной задачей. Для этого требуются материалы с высокими значениями термоэдс и низкими значениями теплопроводности.

Известно, что термоэлектрическая эффективность определяется выражением

$$Z = \frac{S^2 \sigma}{k}, \quad (3)$$

где S -коэффициент термоэдс, σ - коэффициент электропроводности и k - коэффициент теплопроводности.

Несмотря на не очень высокое значение эффективности при комнатной температуре ($Z=0.3 \cdot 10^{-3} \text{K}^{-1}$), этот материал можно использовать в качестве чувствительного элемента р-типа благодаря высокому значению его удельной чувствительности $\delta=S/k$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mc.Hugh J.P., Tiller W.A., Haszko S.K., Wernick J.H., Phase Diagram for the Pseudobinary System $\text{Ag}_2\text{Te}-\text{Sb}_2\text{Te}_3$, J. Appl. Phys., 32(1961) 1785-1788.
2. Jovovic V., Heremans J.P., Doping Effects on the Thermoelectric Properties of AgSbTe_2 , J. of Electronic Materials, 38 (2009) 1504-1509.
3. Рагимов С.С., Алиев С.А., Характер $\alpha \rightarrow \beta$ –перехода Ag_2Te в сплаве системы $\text{Ag}-\text{Sb}-\text{Te}$, отвечающем составу AgSbTe_2 , Известия РАН “Неорганические атериалы”, т.43, с. 1321-1323, (2007)
4. Алиев С.А., Рагимов С.С. Термоэлектрические свойства образцов системы $\text{Ag}-\text{Sb}-\text{Te}$, Известия РАН “Неорганические Материалы” т.28, №2, с.329-334, (1992)
5. Аскеров Б.М. Кинетические эффекты в полупроводниках. М.: Наука, 1970, 303 с.

KADMIUM ELEMENTİ İLƏ AŞQARLAMANIN AgSbTe_2 -İN THERMOELEKTRİK XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ

S.S.RƏHİMOV, R.Ş.RƏHİMOV, A.E.BABAYEVA

XÜLASƏ

Yavaş soyutma üsulu ilə alınmış $(\text{AgSbTe}_2)_{0.95}\text{Cd}_{0.05}$ maddəsinin 80-320K temperatur intervalında termoelektrik xassələri tədqiq edilmişdir. Holl və termoe.h.q. əmsallarına görə yükdaşıyıcıların effektiv kütləsi hesablanmışdır ($\frac{m^*}{m} = 0.5$).

Açar sözlər: termoelektrik material, kristallik struktur, keçiricilik, termoeHQ, istilikkeçiriciliyi, fononlar, AgSbTe_2

THE INFLUENCE OF CADMIUM DOPING ON THE THERMOELECTRIC PROPERTIES OF AgSbTe_2

S.S.RAHIMOV, R.Sh.RAHIMOV, A.E.BABAYEVA

SUMMARY

The paper studies the thermoelectric properties of $(\text{AgSbTe}_2)_{0.95}\text{Cd}_{0.05}$, obtained by slowly cooling method in 80-320K temperature interval. According to Hall and thermal power datum, the effective mass of charge carriers ($\frac{m^*}{m} = 0.5$) was calculated.

Key words: thermoelectric material, crystalline structure, conductivity, phonons, AgSbTe_2

Поступила в редакцию: 20.10.2014 г.

Подписано к печати: 24.11.2014 г.