

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ (Sb₂Te₃)_{0,92}(Gd₂Te₃)_{0,08} - Bi₂Te₃

**Р.А. ИСМАЙЛОВА, И.Б. БАХТИЯРЛЫ, Б.Ш. БАРХАЛОВ,
М.М. ТАГИЕВ, Р.Ю. АЛИЕВ**

*Институт Физики НАН Азербайджана
AZ1143, Баку, пр. Г. Джавида, 33*

Sb₂Te₃, Gd₂Te₃ və Bi₂Te₃ ikiqat birləşmələri əsasında 5% [(Sb₂Te₃)_{0,92}(Gd₂Te₃)_{0,08}] + 95 % Bi₂Te₃; 10 % [(Sb₂Te₃)_{0,92}(Gd₂Te₃)_{0,08}] + 90 % Bi₂Te₃ və 15 % [(Sb₂Te₃)_{0,92}(Gd₂Te₃)_{0,08}] + 85 % Bi₂Te₃ bərk məhlulları sintez edilmiş, onların termoelektrik parametrləri tədqiq olunmuş və bu materiallarda yükdaşınma mexanizmlərinin xüsusiyyətləri müəyyən edilmişdir.

На основе Sb₂Te₃, Gd₂Te₃ и Bi₂Te₃ синтезированы твердые растворы 5% [(Sb₂Te₃)_{0,92}(Gd₂Te₃)_{0,08}] + 95% Bi₂Te₃; 10 % [(Sb₂Te₃)_{0,92}(Gd₂Te₃)_{0,08}] + 90 % Bi₂Te₃ и 15 % [(Sb₂Te₃)_{0,92}(Gd₂Te₃)_{0,08}] + 85 % Bi₂Te₃, исследованы их термоэлектрические параметры и выяснены особенности механизма переноса электрического заряда в этих материалах.

On the basis of Sb₂Te₃, Bi₂Te₃ and Gd₂Te₃ binary compounds 5%[(Sb₂Te₃)_{0,92}(Gd₂Te₃)_{0,08}]+95% Bi₂Te₃; 10 % [(Sb₂Te₃)_{0,92}(Gd₂Te₃)_{0,08}] + 90% Bi₂Te₃ and 15 % [(Sb₂Te₃)_{0,92}(Gd₂Te₃)_{0,08}] + 85 % Bi₂Te₃ solid solutions have been synthesized, their thermoelectric parameters have been investigated and features of the charge transport mechanism in these materials have been revealed.

Соединения A₂^vB₃^{VI} и твердые растворы на их основе широко используются в качестве материала для *n*- и *p*-ветвей термоэлектрических преобразователей энергии [1-2]. В последние годы значительно возрос интерес к исследованию твердых растворов с участием 4-*f* переходных элементов (редкоземельных элементов – лантаноидов). Причиной этого является неполное заполнение 4-*f* уровней лантаноидов [3]. В результате за счет подвижности внутренних *f-d*-переходных электронов в твердых растворах с участием лантаноидов могут обнаруживаться ряд новых физических свойств. В этой связи исследование системы (Sb₂Te₃)_{0,92}(Gd₂Te₃)_{0,08} - Bi₂Te₃ представляет определенный научный и практический интерес.

В настоящей работе приводятся результаты исследования в широком интервале температур 110-320К термоэлектрических свойств – удельной электрической проводимости (σ), коэффициента термо-э.д.с. (α) и Холла (R_x) полученных нами твердых растворов системы (Sb₂Te₃)_{0,92}(Gd₂Te₃)_{0,08} - Bi₂Te₃ различного состава.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Для получения образцов твердых растворов системы (Sb₂Te₃)_{0,92}(Gd₂Te₃)_{0,08}-Bi₂Te₃ сначала путем совместного плавления исходных компонентов были синтезированы бинарные соединения Sb₂Te₃, Bi₂Te₃ и Gd₂Te₃. Были использованы материалы следующей степени чистоты: теллур марки “ТВ-3”, висмут – “Ви-0000”, сурьма – “Су-0000”, гадолиний – “Год М-0”. Синтез твердых растворов на основе полученных Sb₂Te₃, Bi₂Te₃ и Gd₂Te₃ проводился сплавлением взятых в расчетных соотношениях бинарных компонентов в откачанных до остаточного давления ~ 0,01 Па и запаянных ампулах при температуре 1375 К. Температура в объеме печи повышалась со скоростью 100 К/ч, при достижении температуры 1375 К рост температуры прекращался и ампула выдерживалась в тепловом поле в течение 2,5 ч, при непрерывном перемешивании вещества в ней качением. Для приведения образцов в равновесное

состояние проводился их отжиг при температуре 600 К в течении 50 часов.

Образцы для измерений в виде параллелепипеда с размерами ~ 3x4x10 мм были вырезаны на электроискровой установке. Для удаления полученного после резки нарушенного поверхностного слоя поверхности образцов обрабатывали электрохимическим методом в растворе KOH + C₆H₆O₆ + H₂O при комнатной температуре. Длительность электрохимического травления была равна 20-25 с, плотность тока через образец составила 0,5 А/см².

Электрические контакты были нанесены сплавом состава (масс. %): 57 Bi + 43 Sn с использованием флюса ZnCl₂ + NH₄Cl + NiCl₂ + H₂O.

Коэффициенты электропроводности (σ), термо-э.д.с. (α) и Холла (R_x) измерялись на постоянном токе потенциометрическим методом [4].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования удельной электрической проводимости (σ) и коэффициента термо-э.д.с. (α) твердых растворов состава 5 % [(Sb₂Te₃)_{0,92}(Gd₂Te₃)_{0,08}] + 95 % Bi₂Te₃ (1); 10 % [(Sb₂Te₃)_{0,92}(Gd₂Te₃)_{0,08}] + 90 % Bi₂Te₃ (2) и 15 % [(Sb₂Te₃)_{0,92}(Gd₂Te₃)_{0,08}] + 85 % Bi₂Te₃ (3) представлены на рис. 1.

Из рисунка видно, что для всех трех составов твердых растворов в интервале температур 110 ÷ 320 К удельная электропроводность образцов с ростом температуры уменьшается (рис. 1, а), что аналогично поведению электропроводности металлов. Такой вид температурной зависимости электропроводности характерен для частично вырожденных полупроводников, где участвуют два механизма рассеяния носителей заряда: на заряженных примесях и тепловых колебаниях решетки.

Температурная зависимость коэффициента термо-э.д.с. для образцов всех составов характерна для вырожденных полупроводников с одним типом носителей заряда и имеет одинаковый ход – с повышением температуры его значение растет (рис. 1, б).

Согласно знаку коэффициента термо-э.д.с. все три состава твердых растворов обладают электронным типом проводимости.

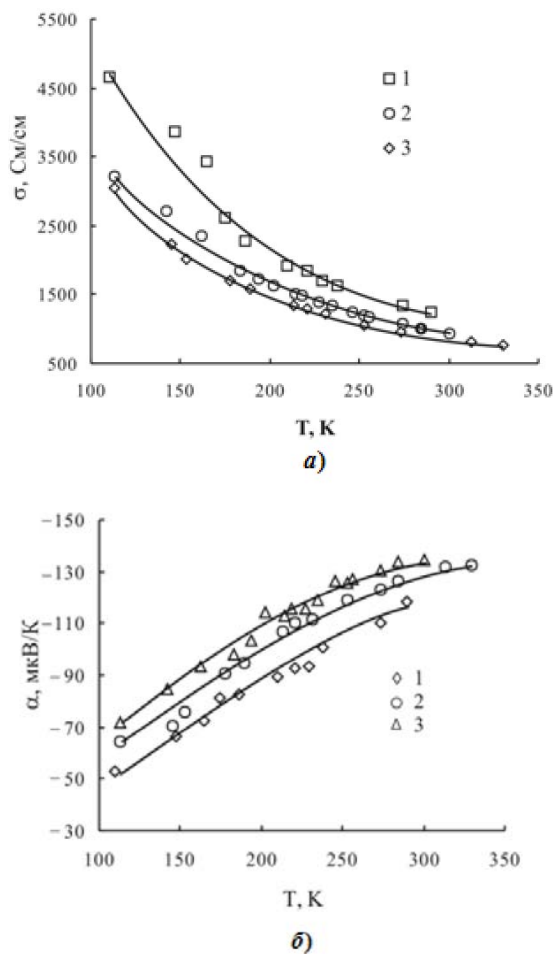


Рис. 1. Температурная зависимость коэффициента удельной электропроводности (а) и коэффициента термо-э.д.с. (б):
 1 - 5% $[(\text{Sb}_2\text{Te}_3)_{0,92}(\text{Gd}_2\text{Te}_3)_{0,08}] + 95\% (\text{Bi}_2\text{Te}_3)$;
 2 - 10% $[(\text{Sb}_2\text{Te}_3)_{0,92}(\text{Gd}_2\text{Te}_3)_{0,08}] + 90\% (\text{Bi}_2\text{Te}_3)$;
 3 - 15% $[(\text{Sb}_2\text{Te}_3)_{0,92}(\text{Gd}_2\text{Te}_3)_{0,08}] + 85\% (\text{Bi}_2\text{Te}_3)$

Исследования температурной зависимости коэффициента Холла (R_H) показали, что в коэффициент Холла (R_H) не зависит от температуры, откуда следует, что в исследованной области температур концентрация носителей тока не зависит от температуры, а их

подвижность ограничивается, в основном, рассеянием на акустических колебаниях. Значения коэффициента Холла для образцов 1÷3 составляют, соответственно, 0,10; 0,08 и 0,04 $\text{cm}^3/\text{Kл}$ а концентрации носителей тока, вычисленная из коэффициента Холла для образцов 1÷3 составляют, соответственно, $6,2 \cdot 10^{19}$; $7,7 \cdot 10^{19}$ и $1,55 \cdot 10^{20} \text{cm}^{-3}$.

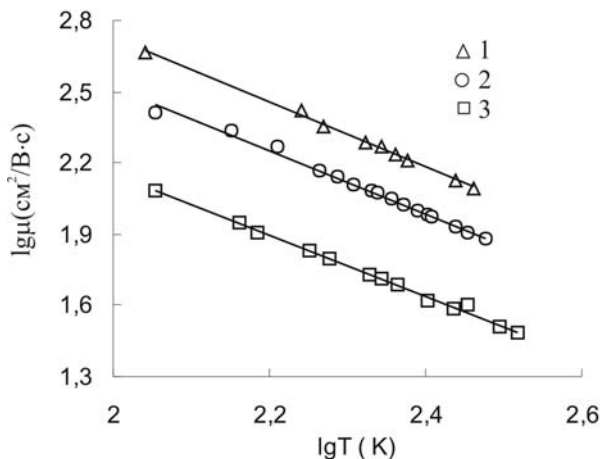


Рис. 2. Температурная зависимость подвижности носителей тока для исследованных твердых растворов. Обозначения те же, что и на рис 1.

Следует отметить, что подвижность носителей тока для всех исследованных составов твердых растворов в исследованном интервале температур изменяется по степенному закону $\mu \sim T^{-n}$, где $n = 1,30 \div 1,35$ (рис. 2), что свидетельствует в пользу того, что такую зависимость можно объяснить рассеянием на акустических фонах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе $\text{Sb}_2\text{Te}_3, \text{Gd}_2\text{Te}_3$ и Bi_2Te_3 синтезированы твердые растворы 5% $[(\text{Sb}_2\text{Te}_3)_{0,92}(\text{Gd}_2\text{Te}_3)_{0,08}] + 95\% \text{Bi}_2\text{Te}_3$; 10% $[(\text{Sb}_2\text{Te}_3)_{0,92}(\text{Gd}_2\text{Te}_3)_{0,08}] + 90\% \text{Bi}_2\text{Te}_3$ и 15% $[(\text{Sb}_2\text{Te}_3)_{0,92}(\text{Gd}_2\text{Te}_3)_{0,08}] + 85\% \text{Bi}_2\text{Te}_3$, исследованы их термоэлектрические параметры и выяснены особенности механизма переноса электрического заряда в этих материалах.

[1]. Л.И. Анатычук. Термоэлементы и термоэлектрические устройства. Киев, Наук. думка, 1979, 768 с.
 [2]. Б.М. Гольцман, В.А. Кудинов, И.А. Смирнов Полупроводниковые термоэлектрические материалы на основе Bi_2Te_3 . М.: Наука, 1972. 320 с.

[3]. Е.И. Ярембаи, А.А. Елисеев. Халькогениды редкоземельных элементов. М.: Наука, 1975. 260с.
 [4]. А.С. Охотин, Н.С. Пушкарский и др. Методы измерения характеристик термоэлектрических материалов и преобразователей. М.: Наука, 1974. 320 с.

Daxil olunub: 01.07.2007