ISSN 1512-1461

УДК 538.93

ЭФФЕКТИВНАЯ МАССА НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В AgSbTeSe

Рагимов С.С. [1], Алиева А.И. [1], Рагимов Р.Ш. [2]

1.Институт Физики НАН Азербайджана, Az-1143, Баку, пр. Г.Джавида, 33
2.Бакинский Государственный Университет, Баку, ул. З.Халилова, 23

Проведено исследование температурных зависимостей коэффициента термоэдс и электропроводности AgSbSeTe в температурном интервале 80-350К. Согласно экспериментальным данным коэффициентов термоэдс и Холла была оценена эффективная масса носителей заряда m^*

Ключевые слова: термоэдс, электропроводность, эффективная масса, термоэлектрический материал, эффект Холла
e-mail: sadiyar@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

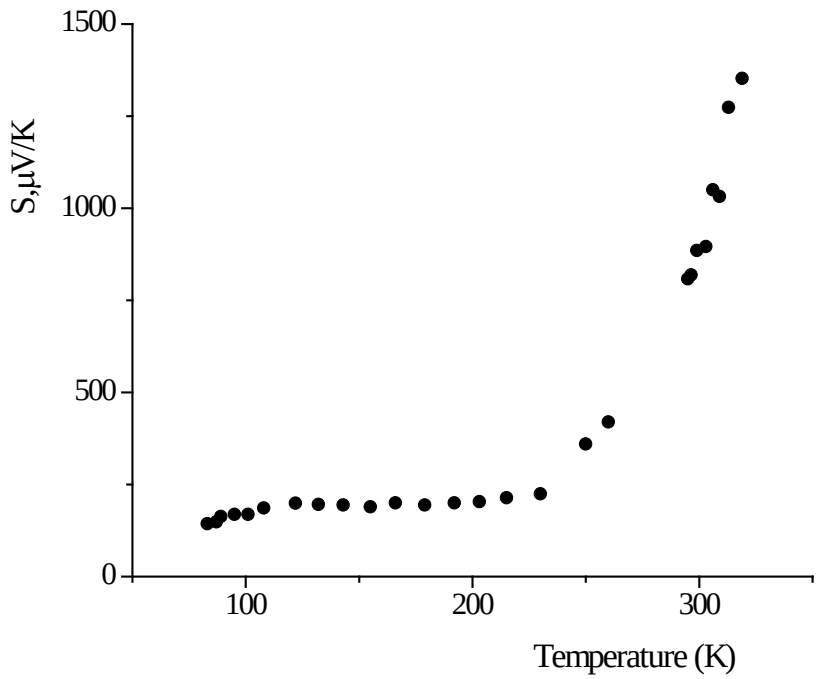
Тройные соединения $AgSbSe_2$ и $AgSbTe_2$ кристаллизуется в гранецентрированной кубической структуре типа NaCl, в котором атомы Ag и Sb разупорядоченно расположены на Na местах [1]. Согласно литературным данным [2,3], решеточная теплопроводность этих соединений очень низка (порядка $6{,}3.10^{-3}$Вт/см.К). Эти соединения являются перспективными термоэлектрическими материалами p-типа, работающим в области 600К [2-4] из-за высоких значений коэффициентов термоэдс. Исследование $AgSbSe_2$ было проведено, в основном, выше комнатной температуры с целью выявления возможности применения в различных термоэлектрических преобразователях. Поэтому, исследования проводились на различных образцах полученными различными технологическими методами; стехиометрических, с отклонением от стехиометрии, внедрением примесей, замещением основных элементов и т.д. Однако, в связи с низким значением электропроводности экспериментальные исследования этого соединение при температурах ниже комнатной практически не проводилось. Отметим, что относительно эффективной массы носителей заряда в этих соединениях тоже мало информации. В данной работе представлены результаты исследования температурных зависимостей коэффициентов термоэдс и электропроводности AgSbSeTe и данные эффекта Холла.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Синтез соединения осуществлялся сплавлением исходных компонентов в стехиометрическом соотношении с последующим медленным охлаждением. Полученные образцы имели серебристый блеск немногим количеством пор.

Эксперименты проводились четырехзондным методом в температурном интервале 80-300К. Исследованный состав имел p-тип проводимости с концентрацией носителей заряда $p=6.3.10^{17}$см$^{-3}$. Электропроводность и эффект Холла были измерены при токе 5 мА через образец. Максимальное значение магнитного поля составляло 1,5Тл. На рисунке приводится температурная зависимость термоэдс AgSbSeTe. Как видно, в широком температурном интервале значение термоэдс от температуры не зависит (100-230)К. Это наводит на мысль, что концентрация дырок в этом интервале не меняется. Однако, далее с ростом температуры значение термоэдс сильно возрастает, достигая значение 1500 мкВ/К при комнатной температуре. Знак термоэдс положительный, он совпадает со знаком коэффициента Холла, и указывает на дырочный механизм проводимости.

ISSN 1512-1461



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

Расчеты проводились, принимая во внимание модель параболической зоны с рассеянием носителей заряда преимущественно на акустических фононах.

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

$$S = -\frac{k}{e}\left[\frac{F_{r+2}}{F_{r+1}} - \eta\right] \tag{1}$$

а концентрация носителей заряда :

$$n = \frac{(2m_n kT)^{3/2}}{3\pi^2\hbar^3} F_{3/2}(\eta) \tag{2}$$

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

Сначала, по формуле (1), учитывая экспериментальное значение термоэдс, нами была вычислена значение химпотенциала. После этого, учитывая и значение концентрации по формуле (2) было оценено эффективная масса носителей заряда. Расчеты показали, что эффективная масса носителей заряда равна $\frac{m^*}{m} = 2$. Отметим, что это довольно таки высокое значение эффективной массы дырок для этого состава при комнатной температуре и на первом подходе трудно этого объяснить. Однако, если предположить, что при температурах выше 250К в структуре этого состава происходит сильные изменения, то этого можно понимать. Имеется в виду трансформация не только кристаллографической, а также электронной структуры.

ISSN 1512-1461

ЛИТЕРАТУРА

1. Geller S., Wernick J.H.. Ternary semiconducting compounds witch sodium chloride-like structure: $AgSbSe_2$, $AgSbTe_2$, $AgBiS_2$, $AgBiSe_2$. Acta Cryst. 1959, 12, p.46-52.
2. Алиев С.А., Рагимов С.С., Термоэлектрические свойства образцов системы Ag-Sb-Te, Известия РАН “Неорганические Материалы” 1992, т.28, №2, стр.329-334
3. Jovovic V., Heremans J.P., Doping effects on the thermoelectric properties of AgSbTe2, J. of electronic materials, 2009, 38, p. 1504-1509.
4. Рагимов С.С., Алиев С.А., Характер α→β –перехода Ag2Te в сплаве системы Ag-Sb-Te, отвечающем составу AgSbTe2, Известия РАН “Неорганические Материалы”, 2007, т.43, стр. 1321-1323
5. Аскеров Б.М., Кинетические эффекты в полупроводниках, Ленинград, Наука, 1970, 303с.

It was carrying out the temperature dependencies of electrical conductivity and thermal power of AgSbSeTe in 80-350K temperature intervals. According to Hall coefficient and thermal power data was estimated the effective mass m^* of charge carriyers

Article received 2017-07-01