

ТЕРМО-Э.Д.С. ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЭВТЕКТИК A^{IV}Te-Te

Я.Н. БАБАЕВ

Нахичеванский Государственный Университет им. Ю. Мамедалиева
373630, г. Нахичевань, Университетский городок

На основе теории обобщенной проводимости для гетерогенных систем проведены расчеты термо-э.д.с при 300 К и сравнения с экспериментальными данными для ориентированных двухфазных эвтектик A^{IV}Te-Te.

Благодаря ценным физическим (магнитным, оптическим, термоэлектрическим, адгезионным, эмиссионным, тензоре-зистивным и др.) свойствам эвтектические сплавы, в том числе ориентированные двухфазные эвтектики, представляют, наряду с практическим, и научный интерес [1-3].

В работе [4] методом направленной кристаллизации по системам A^{IV}Te-Te получены эвтектические кристаллы с регулярной структурой, изучены их электрофизические свойства, определены морфологический тип эвтектики и

периоды расположения фаз. Целью настоящей работы является проведение расчета коэффициента термо-э.д.с. ранее полученных ориентированных двухфазных эвтектик A^{IV}Te-Te и сравнение расчетных данных с экспериментальными результатами.

Для выполнения настоящей работы использовано представление об ориентированной эвтектике, как о параллельно соединенных проводниках аналогично [5], где для учета влияния термо-э.д.с. эвтектического кристалла в целом, применены следующие уравнения :

$$\alpha_{\perp} = \alpha_1 + \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\left(\sqrt{\frac{1+\psi}{\psi}} - 1\right) \left[\frac{\chi_2}{\chi_1} \left(\frac{1+\psi}{\psi}\right) - \frac{\sigma_1}{\sigma_2} - \frac{\chi_2 \sigma_1}{\chi_1 \sigma_2} \left(\sqrt{\frac{1+\psi}{\psi}} - 1\right)\right]} + \left(\frac{1+\psi}{\psi}\right) \quad (1)$$

$$\alpha_{\parallel} = \left(\alpha_1 + \alpha_2 \psi \frac{\sigma_2}{\sigma_1}\right) \left(1 + \psi \frac{\sigma_2}{\sigma_1}\right)^{-1} \quad (2)$$

где α - коэффициент термо-э.д.с., σ - электропроводность, χ - теплопроводность эвтектического кристалла; α_1 и α_2 - для случаев $I \perp X$ и $I \parallel X$; I - направление силы тока, X - направление кристаллизации, или пластинок, в данном случае: индексы 1 и 2 относятся к фазам матрицы и включения, ψ - отношение объемов фаз включения и матрицы эвтектики. В рассматриваемых ориентированных эвтектиках A^{IV}Te-Te (где A^{IV}-Ge, Sn, Pb) роль включений играют пластинки A^{IV}Te, матрицы - Te.

В работе [6] развиты ранее выдвинутые теории для расчета электропроводности гетерогенных систем и использованы соответствующие уравнения с целью расчета электропроводности компонентов регулярной эвтектики GaSb - FeGa_{1,3} стержневой структуры при 80-450 К (где роль включений играют стержни или иглы FeGa_{1,3}) и получены согласованные с экспериментами результаты.

Из уравнения (1) вытекает, что суммарная величина термо-э.д.с. последовательно соединенных проводников

зависит от перепада температур на проводнике, который уже зависит от теплопроводностей проводников. Очевидно, в случае равенства теплопроводностей фаз эвтектики, уравнение (1) упростится. Допускается, что χ_2/χ_1 не изменяется от условий кристаллизации. В таблице 1 приведены литературные данные по σ, α и χ компонентов эвтектики A^{IV} Te-Te. Для эвтектики системы GeTe-Te, где $\psi=0,69$, уравнения (1) и (2) после подстановки значений $\sigma_1, \sigma_2, \chi_1, \chi_2$ имели вид :

$$7,03\alpha_{\perp} = 6,03\alpha_1 + \alpha_2 \quad (3)$$

$$80,2\alpha_{\parallel} = \alpha_1 + 79,2\alpha_2 \quad (4)$$

На основе расчетов ψ и литературных данных [7-11] решением уравнений (1) и (2) рассчитали α_{\perp} и α_{\parallel} для каждой эвтектики A^{IV} Te-Te (табл.2).

Таблица 1. Электропроводность, термо-э.д.с. и теплопроводность компонентов эвтектик A^{IV}Te-Te.

№№	Компоненты эвтектик A ^{IV} Te-Te	$\sigma, \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$	$\alpha, \text{ мкВ/К}$	$\chi \cdot 10^3, \text{ Вт/см} \cdot \text{К}$	Лит. источник
1.	Ge Te	$6,2 \cdot 10^3$	25	70	7
2.	Sn Te	$1,15 \cdot 10^4$	28	66	8
3.	Pb Te	$3,2 \cdot 10^2$	250	21	9
4.	Te	54	300	20,9	10,11

Таблица 2. Экспериментальные и рассчитанные значения термо-э.д.с. ($\alpha_{||}$ и α_{\perp}) и отношение объемов фаз ориентированных эвтектик $A^{IV}Te - Te$

№№	Эвтектика $A^{IV}Te-Te$	$\alpha_{ }$ (экс.), мкВ / К	$\alpha_{ }$ (расч.), мкВ / К	α_{\perp} (экс.), мкВ / К	α_{\perp} (расч.), мкВ / К	$\psi, V_{вкл.}/V_{матр.}$
1	GeTe-Te	98	28	112	261	0,69
2	SnTe-Te	46	30	188	248	0,88
3	PbTe-Te	328	259	234	284	0,82

Как видно из таблиц 1 и 2, экспериментальные значения $\alpha_{||}$ и α_{\perp} эвтектик $A^{IV}Te-Te$ лежат в интервале значений для исходных $A^{IV}Te$ и Te , что соответствует принципу непрерывности физико-химического анализа с непрерывным изменением состава системы. Так как в ориентированных эвтектиках обычно наблюдается анизотропия свойств, экспериментальные значения $\alpha_{||}$ и α_{\perp} несколько отличаются. Что касается значительных различий экспериментальных и расчетных данных по $\alpha_{||}$ и α_{\perp} , то основной причиной является значительная объемная доля включений.

Известно, что при $V_t < 0,28$ (где V_t - объемная доля включений или меньшей фазы) в ориентированных двухфазных эвтектиках стержневая структура стабильна, хотя имеются нарушения объемного критерия [12] в ту и обратную сторону. Переходя в объемное соотношение фаз, получим:

$$\frac{V_{вкл.}}{V_{матр.}} = \frac{0,28}{0,72} = 0,39$$

При значениях $V_{вкл.}/V_{матр.} \leq 0,39$ применение уравнений (1) и (2) для расчета $\alpha_{||}$ и α_{\perp} дает близкие к истинным значениям результаты для эвтектических композиций с достаточной периодичностью включений. А для ориентированных эвтектик систем $A^{IV}Te-Te$, отношения объемов фаз ψ лежат в интервале значений 0,69-0,82, что является главной причиной расхождения расчетных и экспериментальных данных по термо-э.д.с. Побочное влияние на значительное отличие $\alpha_{экс.}$ и $\alpha_{расч.}$ могут оказать такие факторы, как степень чистоты компонентов, возможные погрешности измерений, недостаточная периодичность фаз, степень непрерывности пластин и т.д.

Как видно из приведенных таблиц, для эвтектик $A^{IV}Te-Te$ рассчитанные значения α_{\perp} соответствуют термо-э.д.с. теллура, а $\alpha_{||}$ -соответственно, GeTe, SnTe, PbTe. Расхождение составляет для матрицы - 5-17 %, а для включений - 3-16 %. Из уравнений (1) и (2) видно, что на основе данных $\psi, \sigma_1, \sigma_2, \chi_1, \chi_2$, а также $\alpha_{||}$ и α_{\perp} , обратным решением задачи можно вычислить α_1 и α_2 , т.е. термо-э.д.с. компонентов двух однофазных эвтектик $A^{IV}Te-Te$.

- [1] А.И. Сомов, М.А. Тихоновский. Эвтектические композиции, Изд. "Металлургия", М., 1975, с. 303.
- [2] М.И. Заргарова. Азерб. хим. журн., № 4, 1977, с. 122.
- [3] Я.Н. Бабаев, Ф.М. Садыгов. Материалы конф. "Физико-химический анализ и неорганическое материаловедение", Сб. статей, Баку, 1998, с. 82.
- [4] Я.Н. Бабаев. Азерб. хим. журн (в печати).
- [5] В.В. Леонов, Е.Н. Чунарев, Ю.Е. Спектор. Физико-химические процессы в гетерогенных системах. Сб. статей, Красноярск, 1977, с. 68.
- [6] М.И. Алиев, З.А. Джафаров, А.А. Халилова, М.А. Джафарова. Fizika, т. 3, № 1, 1997, с. 12.
- [7] Н.Х. Абрикосов, Г.Т. Данилова-Добрякова, Б.Г. Робакидзе. Известия АН СССР. Журн. "Неорган. Материалы", т. 10, № 8, 1974, с. 1426.
- [8] П.Г. Рустамов, Я.Н. Бабаев. Азерб. хим. журнал, № 3, 1985, с. 81.
- [9] П.Г. Рустамов, М.А. Алиджанов, Ч.И. Абилов, Я.Н. Насиров, М.З. Ализаде. Электронная техника, серия "Материалы", вып. 12, 1975, с. 55.
- [10] Я.А. Угай. Введение в химию полупроводников. Изд. "Высшая школа". М., 1975, с. 302.
- [11] П.И. Баранский, В.П. Ключков, И.В. Потыкевич. Полупроводниковая электроника, Справочник, Изд. "Наукова Думка", Киев, 1975.
- [12] В.Н. Головин, Ю.П. Курило, В.Е. Семенов, А.И. Сомов. ФХОМ, № 3, 1968, с. 139.

Y.N. Babayev

İSTİQAMƏTLƏNMİŞ $A^{IV}Te - Te$ EVTEKTİK ƏRİNTİLƏRİNİN TERMO - E.H.Q.

Heterogen sistemlər üçün ümumiləşmiş keçiricilik nəzəriyyəsi əsasında istiqamətlənmiş ikifazlı $A^{IV}Te - Te$ evtektik ərintilərinin 300 K temperatur üçün termo - e.h.q. əmsalı hesablanmış, təcrübi nəticələrlə müqayisələr aparılmışdır.

Y.N. Babayev

THERMOELECTROMOTIVE OF THE ORIENTED EUTECTICS $A^{IV}Te-Te$

The calculations of the thermoelectromotive at 300 K and it's comparison with experimental data for oriented two-phase eutectics $A^{IV}Te-Te$ are carried out on the basis of generalized conductivity theory of heterogen systems.