



# Beynəlxalq Konfrans "Fizika-2005" International Conference "Fizika-2005" Международная Конференция "Fizika-2005"

7 - 9  
İyun  
June 2005  
Июнь

№48  
səhifə  
page 191-192  
стр.

Bakı, Azərbaycan

Baku, Azerbaijan

Баку, Азербайджан

## ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДОГО РАСТВОРА $(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,95}(\text{MnTe}_2)_{0,05}$

АБИЛОВ Ч.И. \*, ИСМАИЛОВ Ш.С. \*\*, ГАСАНОВА М.Ш.\*

*\*Азербайджанский Технический Университет,  
AZ1073, Баку, пр.Г.Джавида,25*

*\*\*Азербайджанский Государственный Педагогический Университет, г. Баку*

На поликристаллическом составе  $(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,95}(\text{MnTe}_2)_{0,05}$  исследованы температурные зависимости удельной электропроводности, термо-э.д.с., общей теплопроводности и безразмерного коэффициента Нернста-Эттингаузена. Установлено, что кинетические коэффициенты проявляют неоднотипное температурное поведение, обусловленное, как с процессом перемены знака проводимости, так и сложным механизмом теплопереноса.

При исследовании физико-химического взаимодействия между  $\text{In}_2\text{Te}_3$  и  $\text{MnTe}_2$  обнаружена область ограниченных твердых растворов на основе  $\text{In}_2\text{Te}_3$ , граница которой при 300К доходит до ~5 мол%  $\text{MnTe}_2$  [1]. В настоящем сообщении приводятся результаты исследования температурных зависимостей кинетических коэффициентов сплава твердого раствора состава  $(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,95}(\text{MnTe}_2)_{0,05}$ . Измерения проводили на поликристаллических образцах по методике [2].

Температурная зависимость удельной электропроводности сплава состава  $(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,95}(\text{MnTe}_2)_{0,05}$  носит полупроводниковый характер, с небольшой примесной областью. Значение термической ширины запрещенной зоны рассчитанное по наклону кривой зависимости  $\lg\sigma \sim f(10^3/T, k)$  в области собственной проводимости составляет ~0,92эВ. Это несколько ниже значения  $\Delta E$  беспримесного  $\text{In}_2\text{Te}_3$ . Уменьшение  $\Delta E$  в сплаве  $(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,95}(\text{MnTe}_2)_{0,05}$ , видимо, связано как с физико-химическими особенностями элементов входящих в состав, так и со степенью несовершенства кристаллической решетки сформированных твердых растворов на основе  $\text{In}_2\text{Te}_3$ .

Известно, что ширина запрещенной зоны зависит от характера химической связи [3] и можно предполагать, что при формировании структуры исследуемых кристаллов степень ионно-ковалентной доли связи ослабляется, проявляя тенденцию к металлической связи, а следовательно это может стимулировать уменьшению  $\Delta E$ .

На рис. 1 приведены температурные зависимости коэффициентов термо-э.д.с. ( $\alpha$ ) и Нернста-Эттингаузена. При комнатной температуре образцы

имели электронный тип проводимости и с ростом температуры до ~500К по абсолютной величине, наблюдается уменьшение значений  $\alpha$ , с дальнейшей инверсией знака проводимости. Выше ~500К в состоянии положительного знака проводимости наблюдается рост коэффициента термо-э.д.с. Аналогичное изменение по температуре присуще и безразмерному коэффициенту Нернста-Эттингаузена ( $\epsilon_\gamma$ ) с наличием инверсии знака при ~500К.

Подобное изменение коэффициента термо-э.д.с. температурой присущее соединению  $\text{In}_2\text{Te}_3$  и твердым растворам полученным на его основе [4]. Падение коэффициента термо-э.д.с. (по абсолютной величине) при низких температурах в сплаве  $(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,95}(\text{MnTe}_2)_{0,05}$ , может быть понятной, если принять, что между проводящими состояниями находятся локализованные центры захвата, заполнение которых происходит при низких (до ~500К) температурах. Эти центры захвата могут быть связаны как с присутствием компенсирующих примесей, так и с дефектами другого рода. В кристаллах со значительным числом дефектов, образование центров захвата обычно вызвано влиянием компенсирующих примесей.

Так, вокруг компенсирующего центра возникает отталкивающее поле препятствующее занятию свободного донора носителем. В результате, такой донорный центр может поставлять подвижные вакансии.

Энергетическое положение центров захвата в этом случае зависит от распределения примесей по кристаллу. В  $\text{In}_2\text{Te}_3$  и в твердом растворе  $(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,95}$

(MnTe<sub>2</sub>)<sub>0,05</sub> содержащих значительное число дефектов, подобные центры возникают также во всех тех местах, где энергия носителей заряда превышает энергию уровня проводимости по примесям. Поэтому, центры захвата в исследуемых материалах могут сильно различаться по энергиям и их заполнение должно происходить в широком температурном интервале.

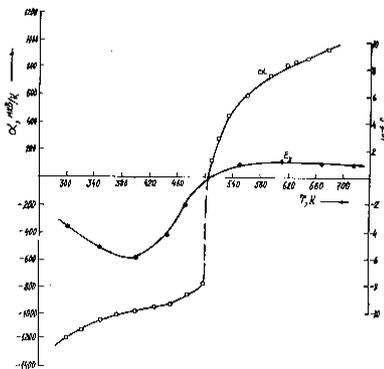


Рис.1. Температурная зависимость коэффициентов термо-э.д.с. ( $\alpha$ ) и Нернста Эттингаузена ( $\epsilon_y$ ) твердого раствора  $(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,95}(\text{MnTe}_2)_{0,05}$

На рис.2 представлена температурная зависимость общей теплопроводности ( $\kappa_{\text{общ}}$ ) твердого раствора  $(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,95}(\text{MnTe}_2)_{0,05}$ . Как видно, если не учесть участок между  $\sim 500\text{-}530\text{K}$  изменение кривой общей теплопроводности с температурой происходит по отрицательному степенному закону. В области температур, где наблюдается инверсия знака коэффициентов термо-э.д.с. и Нернста-Эттингаузена изменение общей теплопроводности имеет несколько стабильный характер. Для более подробного анализа теплопереноса в  $(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,95}(\text{MnTe}_2)_{0,05}$  необходимо проследить за температурными изменениями электронной и фоновой составляющих теплопроводности. Однако, в связи с тем, что образцы имели относительно низкие значения концентрации носителей тока (порядка  $10^{16} \text{ см}^{-3}$ ), вычисление электронной доли теплопроводности по формуле Видемана-Франца затруднительно. Поэтому, принимая значение общей теплопроводности за фоновую теплопроводность, а ее обратное значение за решеточное теплосоппротивление, составлен график зависимости  $W_p \sim f(T)$ , который также приведен на рис.2. Как видно, до  $\sim 420\text{K}$  тепловое сопротивление кристаллической

решетки изменяется согласно трехфононным процессам, качественно совпадая с теоретическим изменением теплосоппротивления ( $W_p^0$ ). Однако, начиная с указанной температуры вплоть до температуры инверсии знака проводимости появляется дополнительное тепловое сопротивление ( $\Delta W_p$ ). Видимо, в интервале температуры  $\sim 420\div 500\text{K}$  в трехфононный процесс теплопроводности накладывается оптико-акустический механизм теплопереноса. Количественно величину влияния подобного механизма можно оценить как  $\Delta W = W_{\text{эксп.}} - W_{\text{з.фонон.}}$ . В дальнейшем, до  $\sim 540\text{K}$  наблюдается ослабление температурной зависимости фононного теплосоппротивления. Выше  $\sim 540\text{K}$  ход температурной зависимости  $W_p$  сопровождается нарастанием дополнительного теплосоппротивления кристаллической решетки. Природа дополнительного теплосоппротивления в твердых растворах еще обуславливается рассеянием фононов на точечных дефектах и если учесть что исследуемый твердый раствор получен на основе такого дефектного соединения как  $\text{In}_2\text{Te}_3$ , то не исключено, что ощутимый вклад в рассеянии фононов, а следовательно и на температурную зависимость  $W_p$  вносит концентрация вакантных мест в кристаллической решетке. Оценка решеточной теплопроводности по формуле Клеменса показало, что  $\chi_p \sim cT^{-n}$  (где,  $c$  - постоянный коэффициент характеризующий кристаллическую структуру) и "n" меняется в пределе - (0,17÷0,32).

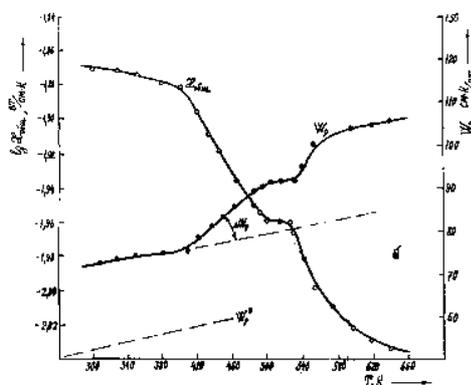


Рис.2. Температурная зависимость коэффициента общей теплопроводности ( $\kappa_{\text{общ}}$ ) и решеточного теплосоппротивления ( $W_p$ ) твердого раствора  $(\text{In}_2\text{Te}_3)_{0,95}(\text{MnTe}_2)_{0,05}$

[1]. Гасанова М.Ш., Ахмедова (Велиев) Дж.А., Абилов Ч.И., Аждарова Д.С. Фазовая диаграмма системы  $\text{In}_2\text{Te}_3 - \text{MnTe}_2$  // Изв.ВУЗ Химия и химическая технология (Россия) 2005, т.48, №1, с.134-135.

[2]. Охотин А.С., Пушкарский А.С., Боровикова Р.П., Симонов В.А. Методы измерения характеристик термоэлектрических материалов и преобразователей М., Наука, 1974, 173с.

[3]. Пенкаля Н. Очерки кристаллохимии Л., Химия, 1974, 496с.

[4]. Рустамов П.Г., Насиров Я.Н., Алиджанов М.А., Бабаев Я.Н. Термоэлектрические свойства  $\text{In}_2\text{Te}_3$  и твердых растворов  $(\text{In}_2\text{Te}_3)_{1-x}(\text{SnTe})_x$  // Изв.АН СССР, Неорган. материалы, 1977, т.13, №4, с.746-747.