

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОНКИХ ПЛЕНОК $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ ВБЛИЗИ СТРУКТУРНОГО ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА

А.А. ИСМАЙЛОВ, Т.Г. МАМЕДОВ, Т.С. МАМЕДОВ

Институт Физики АН Азербайджана,
370143, Баку, пр. Г. Джавида, 33

Исследованы коэффициент Холла (R_H) и термоэдс (α) тонких пленок $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ в температурном диапазоне 77+300 К как специально легированных, так и легированных атомами индия 0,3, 0,5 и 1,0 ат.%. В качестве подложек были выбраны $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ (100), BaF_2 (111). Тонкие пленки $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$, выращенные на подложках $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ (100), BaF_2 (111), обладали одинаковыми температурными зависимостями электрофизических свойств. Установлены особенности температурного поведения $\alpha(T)$ и $R_H(T)$ в тонких пленках $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$, обусловленные СФП, а также, что легирование соединения $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ атомами индия устраняет неустойчивость атомов Ge в решетке.

Соединения $A^{IV}B^{VI}$, твердые растворы и тонкие пленки на их основе составляют материальную основу создаваемых в настоящее время приемников ИК-излучения и перестраиваемых лазеров, перекрывающих широкую область длин волн ИК-спектра (2,5+32 мкм).

самым улучшать их электрофизические параметры и повышать надежность в эксплуатации.

В твердом растворе $Pb_{1-x}Ge_xTe$ на основании исследований дифракции рентгеновских лучей, поглощения ультразвука [1] и магнитной восприимчивости [2] установлено наличие структурного фазового перехода (СФП), обусловленного локальной неустойчивостью атомов Ge в решетке $Pb_{1-x}Ge_xTe$. Согласно [4] локальная неустойчивость атомов Ge приводит к поляризации решетки, которая обуславливает ее перестройку.

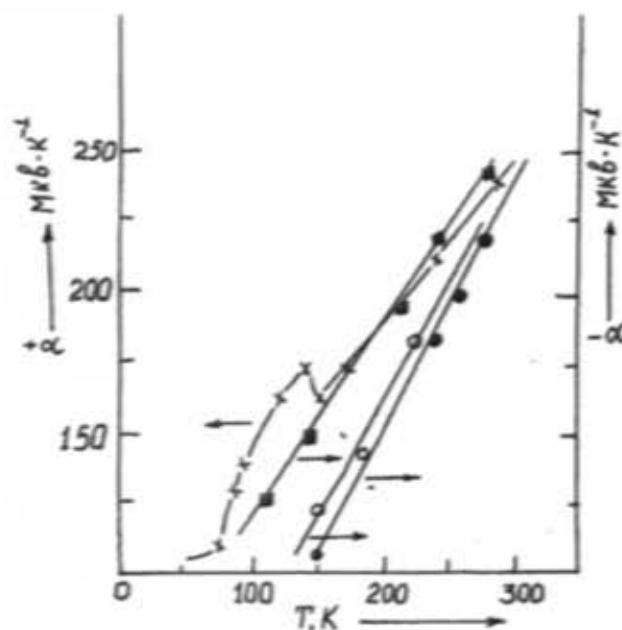


Рис. 1. Температурная зависимость термоэдс тонких пленок $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$, легированных индием (In 0,3; 0,5; 1 ат.%) в интервале температур 77+300 К.
x - нелегированная пленка; ■ - $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te+0,3\% In$;
● - $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te+0,5\% In$; ○ - $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te+1\% In$.

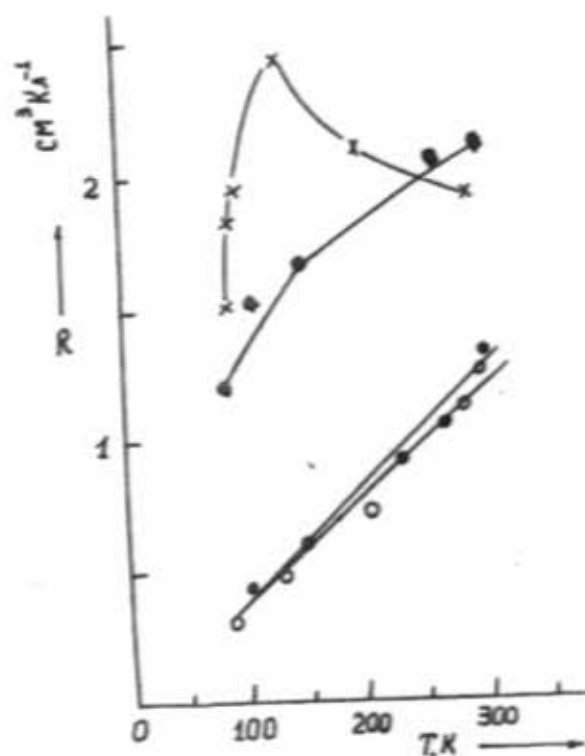


Рис. 2. Температурная зависимость константы Холла тонких пленок $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$, легированных индием (In 0,3; 0,5; 1 ат.%) в интервале температур 77+300 К.
x - нелегированная пленка; ■ - $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te+0,3\% In$;
● - $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te+0,5\% In$; ○ - $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te+1\% In$.

Благоприятные условия для применения указанных материалов создаст то, что на их основе можно создать различные гетероструктуры с наиболее совершенными переходными слоями. Последнее обусловлено тем, что состав гетеронар можно плавно изменять и достичь наиболее близких величин постоянной решетки, что, в свою очередь, позволяет значительно улучшить структурное совершенство переходных слоев гетероструктур и тем

Электрофизические свойства тонких пленок $Pb_{1-x}Ge_xTe$ до настоящего времени не были изучены. В связи с вышесказанным представляет интерес изучение электрофизических свойств в тонких пленках $Pb_{1-x}Ge_xTe$.

В настоящей работе получены и исследованы коэффициент Холла (R_H) и термоэдс (α) в тонких пленках $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ в температурном диапазоне 77+300 К как специально нелегированных, так и легированных атомами индия 0,3; 0,5 и 1,0 ат.%. В качестве подложек были выбраны монокристаллы $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ (100), BaF_2 (111). Температуры испарителя и подложки варьировались независимо. Скорость осаждения пленок изменялась в пределах 150-300°C. Вакуум во время осаждения поддерживался в пределах 2×10^{-5} мм.рт.ст. Были получены пленки толщиной 1+1000 мкм, имеющие зеркальную поверхность и характеризующиеся р-типом проводимости. Соединение $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ легированное атомами индия имело п-тип проводимости. На рис.1 и 2 приведены температурные зависимости термоэдс (α) и коэффициента Холла (R_H) пленок $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ толщиной 600 мкм, полученных на подложке $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ (100). Температурные зависимости $\alpha(T)$ и (R_H) пленок, полученных на подложке BaF_2 (111) не отличались в пределах погрешности орт, приведенных на рис.1,2. На кривой $\alpha(T)$ в интервале 77+130 К наблюдается рост α с увеличением температуры (рис.1), что связано с уменьшением концентрации дырок. Об этом свидетельствует также рост в этой области температур постоянной Холла (R_H) (рис.2). В окрестности $T=130$ К зависимость $\alpha(T)$ проходит через минимум и растет с дальнейшим ростом температуры. Наблюдаемая аномалия в зависимости $\alpha(T)$ исследованных тонких пленок обусловлена, как и в монокристаллах $Pb_{1-x}Ge_xTe$ [1+3],

сегнетоэлектрическим ФП в этих соединениях. Причем, температура этого ФП очень чувствительна к составу x . Постоянная Холла (R_H) при $T=T_c$ проходит через минимум и уменьшается с повышением температуры. Такое поведение $R_H(T)$, по-видимому связано с уменьшением знака температурной зависимости ширины запрещенной

зоны при СФП, а именно при $T < T_c$ имеем $\frac{\partial E_g}{\partial T} < 0$ и

$$\frac{\partial E_g}{\partial T} > 0 \text{ при } T > T_c. \text{ На основании вышесказанного, мож-}$$

но утверждать, что аномальное поведение $\alpha(T)$ и $R_H(T)$ в тонких пленках $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ в окрестности $T=130$ К обусловлено, как и в монокристаллических образцах, СФП.

Легирование соединения $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ атомами индия устраняет неустойчивость атомов Ge в решетке (рис.2).

Выводы

Результаты вышесказанных экспериментов позволяют говорить о высокой степени повторяемости температурных зависимостей электрофизических свойств тонких пленок $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$, выращенных на монокристаллических подложках того же состава ориентации (100) и BaF_2 (111), что, по-видимому, связано с технологией метода их получения. Высокое качество полученных образцов позволило установить особенности температурного поведения $\alpha(T)$ и $R_H(T)$ в тонких пленках $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ обусловленные СФП, а также то обстоятельство, что легирование соединения $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ атомами индия устраняет неустойчивость атомов Ge в решетке.

[1] S. Takaoka, K. Murase. Phys. Rev. B. 1979, 20, № 7, p. 2883-2888.

[2] Г.В. Лашкарев, А.В. Бородовой, С.Д. Радченко, Е.И. Сьянко, В.П. Федорченко. ФТП, 1987, 10, 1921-1923.

[3] Т.С. Мамедов, А.А. Исмаилов, И.К. Эфендиева, Р.А. Ахмедов. Препринт ИФАН Азерб. Респ., Баку, 1996, № 19,9.

[4] Б.Е. Бугмейстар, К.Д. Глинчук. УФН, 1985, т. 146, 3, 459-491.

Ə.Ə. İsmayılov, T.Q. Məmmədov, T.S. Məmmədov

$Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ NAZİK TƏBƏQƏSİNİN ALINMASI VƏ STRUKTUR FAZA KEÇİD YAXINLIĞINDA ELEKTROFİZİKİ XASSƏLƏRİNİN TƏDQIQI

Məqalədə $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ nazik təbəqəsinin alınması və 77+300 K temperatur intervallında elektrofiziki xassələri tədqiq olunmuşdur. Altiq kimi $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ (100), BaF_2 (111) monokristalları götürülmüşdür və göstərilmişdir ki, $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ (100), BaF_2 (111) altıq üzərinə hopdurulmuş $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ nazik təbəqələrinin elektrofiziki xassələrinin temperatur asılılığında fərq yoxdur, $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ nazik təbəqələrində $\alpha(T)$ və $R_H(T)$ -nin temperatur asılılığındakı xüsusiyyət struktur faza keçidi ilə əlaqədardır və $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ nazik təbəqəsinin indium atomları ilə aşqarladığıda elektrofiziki xassələrinin temperatur asılılığındakı xüsusiyyət aradan qalır.

A.A. Ismailov, T.G. Mamedov, T.S. Mamedov

PREPARATION AND INVESTIGATION OF ELECTROPHYSICAL CHARACTERISTICS OF THIN FILMS $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ AT NEAR STRUCTURAL PHAZE TRANSITION

Prepared and investigated Hall coefficient (R_H) and thermal electromobility force in the temperature range 77+300 K in thin films $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ (100), BaF_2 (111) has been chosen as substratum. Thin films of $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ are prepared on the $Pb_{0,6}Ge_{0,4}Te$ (100) and BaF_2

(111) substratums had identical temperatural dependence of electrophysical characteristics. Peculiarity of dependence of $\alpha(T)$ and $R_x(T)$ in thin films $Pb_{0.6}Ge_{0.4}Te$ is caused with structural phase transition, also that $Pb_{0.6}Ge_{0.4}Te$ including with In atoms, removed non stability of Ge atoms in cells.

Дата поступления: 22.01.97

Редактор: Р.Б. Шафисаде