

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА $Pb_{0.9}Ge_{0.1}Te$, ЛЕГИРОВАННЫХ ИНДИЕМ

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

Институт Физики АН Азербайджана

370143, Баку, пр. Г. Джавида, 33

Исследовано влияние атомов индия на кинетические свойства $Pb_{0.9}Ge_{0.1}Te$. Установлено, что при $T=128$ К кристаллы претерпевают структурный фазовый переход, который исчезает при легировании индием.

Соединения $A^{IV}B^{VI}$ и твердые растворы 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). Благоприятные условия для применения указанных материалов создает то, что на их основе можно создать различные гетероструктуры с наиболее совершенными переходными слоями. Последнее обусловлено тем, что состав гетеропар можно плавно изменять и достичь наиболее близких величин постоянной решетки, что в свою очередь позволяет значительно улучшить структурное совершенство переходных слоев гетероструктур и тем самым улучшить их электрофизические параметры и повысить надежность в эксплуатации.

турного фазового перехода (СФП) [3,4], при котором изменяются электропроводность, емкость p-n перехода и

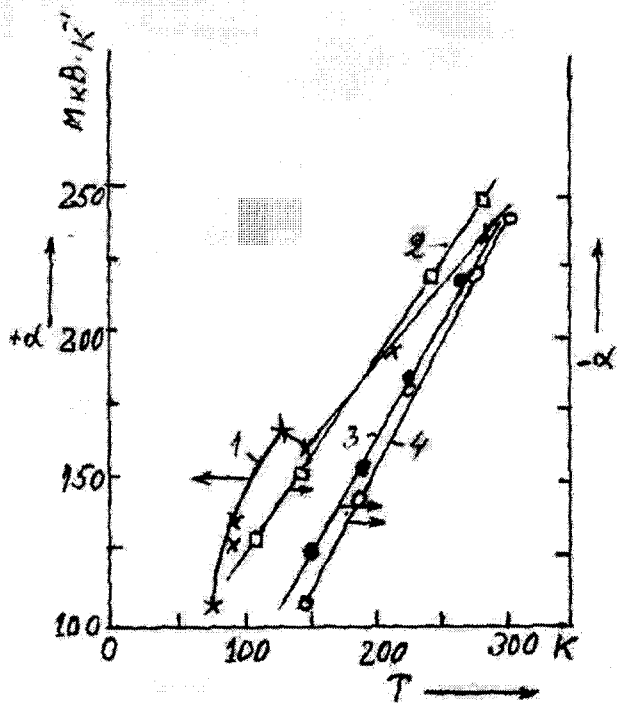


Рис. 1. Температурная зависимость термо-эдс (α – чистый кристалл; \circ – $Pb_{0.99}Ge_{0.1}Te + 0.3$ ат.% In; \bullet – $Pb_{0.99}Ge_{0.1}Te + 0.5$ ат.% In; \square – $Pb_{0.99}Ge_{0.1}Te + 1$ ат.% In).

Наряду с этим, свойства этих материалов можно изменять в широких пределах легированием различными примесями. Наибольший интерес вызывает легирование этих материалов индием, поскольку он в них проявляет донорные свойства и создает квазилокальные уровни, проявляет амфотерность, а также создает глубокие уровни в запрещенной зоне $Pb_{1-x}Sn_xTe$ [1,2]. Так, например, в твердых растворах $Pb_{1-x}Ge_xTe$ на основании экспериментальных данных надежно установлено наличие струк-

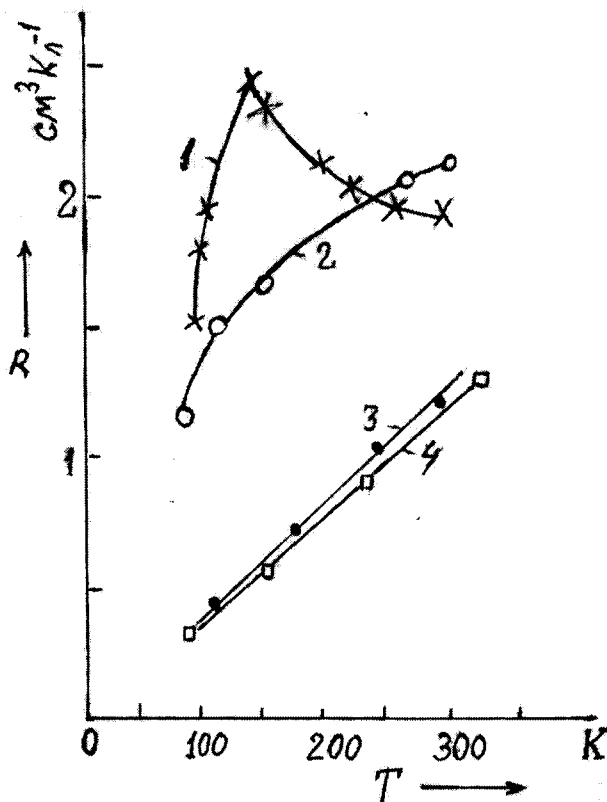


Рис. 2. Температурная зависимость константы Холла. (\times – чистый кристалл; \circ – $Pb_{0.99}Ge_{0.1}Te + 0.3$ ат.% In; \bullet – $Pb_{0.99}Ge_{0.1}Te + 0.5$ ат.% In; \square – $Pb_{0.99}Ge_{0.1}Te + 1$ ат.% In).

электрофизические параметры материала. Интересно отметить, что к таким результатам приводит легирование индием почти всех халькогенидов свинца [1]. Поэтому представляет интерес исследование влияния индия на электрофизические свойства $Pb_{1-x}Ge_xTe$ и особенно в области СФП.

В работе проведено экспериментальное исследование коэффициентов Холла (R_x) и термо-эдс (α) в образцах $Pb_{0.99}Ge_{0.1}Te$, выращенных методом Бриджмена в температурном диапазоне 77÷300 К. В нелегированных образцах на зависимости $\alpha(T)$ в интервале 77÷128 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_x) (Рис.2). При $T_c=128$ К на зависимости $\alpha(T)$ наблюдается инверсия хода кривой 1 (Рис.1).

В работах [3,4] на основании экспериментальных данных достоверно установлено, что инверсия на зависимости $\alpha(T)$ обусловлена структурно-фазовым переходом в твердых растворах $Pb_{1-x}Ge_xTe$. Так же показано, что температура СФП может сильно изменяться в зависимости от x .

Как видно из рис.2 (кривая 1), зависимость $R_x(T)$ при $T_c=128$ К достигает максимума и при $T > 128$ К уменьшается, что указывает на рост концентрации дырок с температурой.

Такое поведение $R_x(T)$, по-видимому, связано с изменением знака температурной зависимости ширины запрещенной зоны при СФП, а именно при $T < T_c$ имеем $\partial E_g / \partial T > 0$ и $\partial E_g / \partial T < 0$ при $T > T_c$. На основании вышесказанного можно утверждать, что в $Pb_{0,99}Ge_{0,1}Te$ при $T=128$ К происходит структурно-фазовый переход. Зависимости $\alpha(T)$ и $R_x(T)$ для образцов $Pb_{0,99}Ge_{0,1}Te$, легированных индием, отличается от нелегированных. При $N_{In} \geq 0.3$ ат.% инверсия на зависимости $\alpha(T)$ исчезает (Рис. 1, кривые 2 и 3) и уже при $N_{In} \geq 0.5$ ат. % становится линейной (Рис. 2, кривая 3). Исчезновение

инверсии на кривых $\alpha(T)$ и $R_x(T)$ свидетельствует о том, что легирование твердых растворов $Pb_{1-x}Ge_xTe$ атомами индия устраняет СФП.

Рядом авторов [3-5] СФП в $Pb_{1-x}Ge_xTe$ объясняется локальной неустойчивостью атомов Ge в решетке указанных соединений. Согласно [6], неустойчивость атомов Ge приводит к поляризации решетки, которая обуславливает перестройку решетки. Установленные в настоящей работе факты дают основание сделать вывод о том, что атомы индия закрепляют атомы Ge в решетке твердых растворов $Pb_{1-x}Ge_xTe$, вследствие чего предотвращается поляризация решетки и тем самым устраняется возможность СФП.

Таким образом установлено, что зависимости $\alpha(T)$ и $R_x(T)$ в нелегированных твердых растворах $Pb_{1-x}Ge_xTe$ при $T=128$ К претерпевают инверсию. Наблюдаемые инверсии в зависимостях $\alpha(T)$ и $R_x(T)$ обусловлены структурно-фазовым переходом в $Pb_{1-x}Ge_xTe$. Выявлено, что легирование твердых растворов $Pb_{1-x}Ge_xTe$ индием устраняет СФП.

- | | |
|---|---|
| [1] В.И. Кайданов, Ю.И. Равич. УФН, 1985, т.145, в. 1, с. 51-86. | [4] Г.В. Лашкарков, А.В. Бродовой, С.Д. Летюченко, М.В. Радченко, Е.И. Слынько, В.П. Федорченко ФТП, 1987, в. 10, с. 1921-1923. |
| [2] С.Г. Рзаев, Т.С. Мамедов, Ш.А. Алиханов. ЭТ, Материалы, 1988, в. 4, с. 62-65. | [5] T. Suski, S. Taraoka, K. Ishii, K. Murase. J. Phys. C; Sol. St. Phys., 1984, v. 17, p. 2181-2192. |
| [3] S. Taraoka, K. Murase. Phys. Rev. B, 1979, v. 20, № 7, p. 2823-2833. | [6] Б.Е. Вугмейстер, К.Д. Глинчук. УФН, 1985, т. 146, в. 3, с. 459-491. |

S.Q. Rzayev, A.A. İsmayilov, T.S. Məmmədov, T.Q. Məmmədov

İNDİUMLA AŞQARLANMIŞ $Pb_{0,99}Ge_{0,1}Te$ –UN ELEKTROFİZİKİ XASSƏLƏRİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ

$Pb_{0,99}Ge_{0,1}Te$ -un kinetik xassələrinə indium atomunun təsiri öyrənilib. Göstərilib ki, bu kristalda $T=128$ K-də struktur faza keçidi baş verir və kristalı indium ilə aşqarladıqda o yox olur.

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

ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF $Pb_{0,99}Ge_{0,1}Te$ DOPED BY INDIUM

The influence of In atoms on kinetic properties of $Pb_{0,99}Ge_{0,1}Te$ was investigated. It was established that at $T=128$ K these crystals undergo structure phase transition, which disappear at the doping.