

ПРОЯВЛЕНИЕ ПОЛЯРНОЙ ТЕРМО-ЭДС В $Pb_xGe_{1-x}Te$

Барышников А.С., Санов В.В.

Благовещенский государственный педагогический университет.

г.Благовещенск, Россия.

Эффекты, величина которых зависит от направления и значения спонтанной поляризации, можно разделить на два класса: это эффекты первого порядка, такие как пьезоэффект, пироэффект, и эффекты более высоких порядков, когда спонтанная поляризация влияет на другие физические величины – электропроводность, теплопроводность, термо-эдс и т.д. Если эффекты первого типа достаточно хорошо изучены, то эффектам второго типа посвящено сравнительное небольшое число работ [1-3].

Соединения A^4B^6 являются одновременно сегнетоэлектриками и узкощельными полупроводниками, что не позволяет напрямую наблюдать эффекты первого типа. В [1] была предложена методика поляризации кристаллов и керамики теллурида германия с использованием градиента температур и механических напряжений. В [2,3] были обнаружены эффекты, обусловленные наличием спонтанной поляризации в GeTe, такие как полярная теплопроводность и полярная термо-э.д.с.

Для исследования полярных эффектов вблизи сегнетоэлектрического фазового перехода наиболее перспективны твердые растворы $Pb_{1-x}Ge_xTe$, в которых изменением состава можно плавно смещать фазовый переход [4], а легирование галлием приводит к возникновению глубокого примесного уровня ян-теллеровского типа, что приводит к значительному падению проводимости в области низких температур.

Целью данной работы являлось исследование термо-эдс в $Pb_{0,95}Ge_{0,05}Te$ в районе сегнетоэлектрического фазового перехода в зависимости от того, поляризован образец или нет.

В работе использовались поликристаллические образцы $Pb_{0,95}Ge_{0,05}Te$ с добавкой Ga 1,5 ат.%. Концентрация носителей, определенная из постоянной Холла, составляла $\sim 10^{17} \text{ см}^{-3}$ при 300 К и $2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$ при 77 К. Образцы имели форму параллелепипеда с размерами $4 \times 4 \times 15$ мм, в качестве электродов использовалась индий – галлиевая паста.

Наличие относительно низкой проводимости и высоких значений диэлектрической проницаемости вблизи фазового перехода позволяет определять диэлектрическую проницаемость непосредственно из ёмкости образца [5]. Диэлектрические измерения проводились на частоте 1 МГц с помощью цифрового измерителя импеданса E7-12. Температура сегнетоэлектрического фазового перехода для исследуемых образцов составила $T_c \approx 132$ К.

Для создания частичной поляризации охлаждение образца через фазовый переход осуществлялось с градиентом температуры порядка 30-40 К, который создавался градиентной печкой [1-2]. После охлаждения образец выдерживался некоторое время для устранения гра-

диента температур при температуре 77 К, после чего производился медленный нагрев с малым градиентом (1-4 К). Для измерения температур на концах образца использовались медь-константановые термопары. Измерения напряжения и разности температур проводились в автоматизированном режиме с использованием цифровых приборов Щ68003 и Ф-266. Сигналы с приборов через карту Advantech PCL-812PG вводились в персональный компьютер, рассчитывавший усредненные значения искомым величин по десяти измерениям. Для построения экспериментальной кривой в температурном интервале 77-250 К проводилось порядка 10^3 измерений.

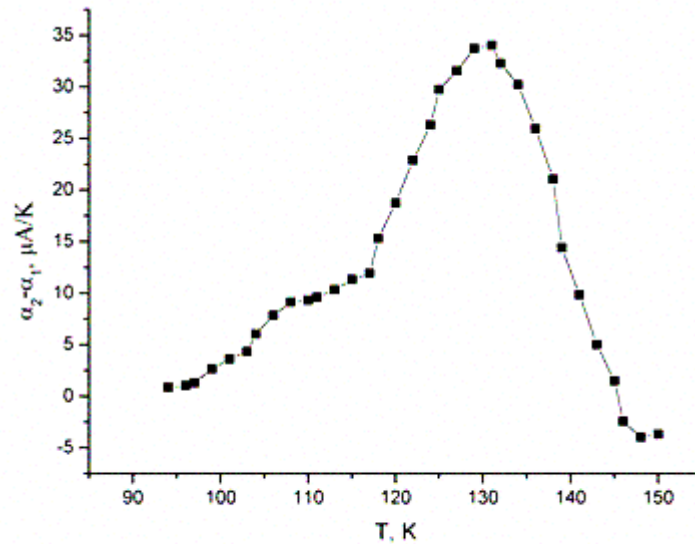


Рис. 1

На рис.1 приведена температурная зависимость разности термокоэффициентов ($\alpha_2 - \alpha_1$) для поляризованного и неполяризованного образцов. Как следует из рисунка, поляризация образца влияет на термоток в $\text{Pb}_{0.95}\text{Ge}_{0.05}\text{Te}$. Результаты эксперимента можно свести к следующему: ниже фазового перехода в сегнетофазе для поляризованных образцов кроме классической термо-э.д.с. появляется дополнительная составляющая, не зависящая от знака градиента температуры. Немного выше фазового перехода ($\sim 10\text{K}$) эта составляющая исчезает. По величине дополнительный сигнал соизмерим с сигналом термо-э.д.с. и может превосходить его.

Такой результат может объясняться существованием полярной термо-э.д.с. Как следует из [4], величина термотока определяется соотношением:

$$d \mathbf{j}_i^{\mathbf{r}} = a_s s \nabla T = \mathbf{r} \left[-e |v_{12}| \frac{\Phi_o}{E} \frac{T}{w_o} \frac{(\nabla T)^2}{m^* T^3} \left(\frac{\bar{E}}{T} \right)^{5/2} n_o \right],$$

где \mathbf{r} – некоторый коэффициент, определяемый симметрией кристалла, v_{12} – межзонная скорость электрона, \bar{E} – усредненное по зоне значение ширины запрещенной зоны, Φ_o –

электронный параметр порядка, пропорциональный P_s , ω_0 – частота мягкой моды, m^* – эффективная масса, n_0 – концентрация носителей. В первом приближении эта зависимость ложится на экспериментальную кривую, хотя в связи с неопределенностью некоторых параметров однозначно утверждать, что мы имеем дело с полярной термо-э.д.с., нельзя. К такому эффекту может привести и проявление классического пирозффекта.

Литература

1. Girshberg Ya. G., Kalimullin R.Kh., Egorov V.A., Bursian E.V //Sol. State. Communs. – 1985. – V.53. – P.633 - 636.
2. Бурсиан Э.В., Гиршберг Я.Г., Калимуллин Р.Х., Клецкин А.В., Харионовский Ю.С //ФТТ. – 1985. – Т.27, № 9. – С.2825-2826.
3. Бурсиан Э.В., Гиршберг Я.Г. Когерентные эффекты в сегнетоэлектриках. – М.: Прометей, 1989. – 198 с.
4. Бушмарина Г.С., Грузинов Б.Ф., Дробкин И.А., Лев Е.Я., Нельсон И. В. //ФТП. 1977. Т.11. №10. С.1874.
5. Maslov V.V., Baryshnikov S.V., Copelevich Ya.V.//Ferroelectrics. 1982. V.45. P.51.