

АКУСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ $Sb_2S_3 - Sb_2Se_3$.

А.О.АЛИЕВ, Л.Г.ГАСАНОВА, А.З.МАГАМЕДОВ,
А.А.МАМЕДОВ, М.А. АСЛАНОВ

Бакинский Государственный Университет

Баку, AZ-1145, ул.З.Халилова, 33

İşdə $Sb_2S_3-Sb_2Se_3$ bərk məhlul kristallarının 10-50Mhz tezlik inter-valında sönmə əmsalının temperatur asılılığı tədqiq olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, [001] istiqamətində uzununa səs dalğaları yayılarkən istər alçaq və istərsə də yüksək temperaturlu faza keçidi oblastlarında tezlik artdıqca sönmə əmsalı (α) və onun anomaliyası artır. Elektrikkeçiriciliyi çox böyük olan kristallarda sönmə elə böyük qiymətə çatır ki, laylı quruluş yox olur, sönmənin anomaliyası aradan çıxır və kristal paraelektrik fazaya keçir. Kristalda eninə dalğalar $\left(\begin{matrix} \vec{K} & \vec{C} \\ \perp & \end{matrix} \right)$ yayılarkən, alçaq temperaturlu faza keçidi oblastında α -nın anomaliyası yox olur, yüksək temperaturlu faza keçidi oblastında isə anomaliya qalır.

В работе исследована температурная зависимость коэффициента затухания кристаллов твердых растворов $Sb_2S_3-Sb_2Se_3$ в области частот 10-50 МГц. Установлено, что при распространении продольных звуковых волн в направлении [001] с повышением частоты, коэффициент затухания и его аномалии при низкотемпературном и высокотемпературном фазовых переходах, возрастает. В кристаллах с повышенной электропроводностью, затухание настолько возрастает, что слоистая структура разрушается и кристаллы становятся параэлектрическими и аномалия затухания исчезает. При распространении поперечных волн $(k \perp c)$ аномалия затухания при низкотемпературном фазовом переходе исчезает, а высокотемпературном фазовом переходе остается.

In this paper the temperature dependence of extinction coefficient has been investigated of frequencies of 10-15 Mhz in $Sb_2S_3-Sb_2Se_3$ system crystals. It is established that at distribution of sound waves in [001] direction, extinction coefficient (α) and its anomaly increases at regions of low and high temperature phase transitions. The layerers a structure and anomaly of α irredissepenrs in crystals with high conductance. At distribution of longitudione wave $k \perp c$ in crystals the anomaly of α at low temperature phuse transitio region is disappears.

Обнаруженные в кристаллах системы Sb_2S_3 и Sb_2SI сегнетоэлектрические и фотоэлектрические явления [1], особенности температурной зависимости фотопроводимости [2], а также аномалии теплоемкости и дифференциально-термического анализа [3], подтвердили наличие сегнетоэлектрических переходов в этих материалах.

В кристаллах Sb_2S_3 и $SbSI$ переход из полярной фазы в неполярную происходит через слоистую структуру (СС), которая является характерным явлением для одноосных полупроводников сегнетоэлектриков [4]. Подобные явления обнаружены и в кристаллах системы $Sb_2S_3-Sb_2Se_3$ [2]. Слоистая структура в этих кристаллах аналогична p-n-p-n структуре и в ней наблюдается явление типа тиристорного эффекта. Поскольку, кристаллы системы $Sb_2S_3-Sb_2Se_3$ имеют такую же кристаллическую структуру как Sb_2 , то подобное явление, возможно, ожидать в этих кристаллах. В работе [5] показано что, носители заряда уменьшают температуру фазового перехода (ФП) пропорционально их концентрации. Сегнетностью и слоистой структурой сегнетополупроводниковых кристаллов, объясняются многие особенности физических параметров этих кристаллов. После повышения температуры кристалла выше температуры фазового перехода, электропроводность σ_c долго остается повышенной. Однако освещение кристалла резко восстанавливает

σ_c, ϵ_c , и $tg\delta_c$, что указывает на независимость наблюдаемых процессов от диссоциации вещества.

В состоянии СС кристалл является слабо полярным. Поляризовать такой кристалл и исследовать пьезоэлектрические свойства не удастся. Однако пьезоэлектрические взаимодействия проявляются при динамических исследованиях [6].

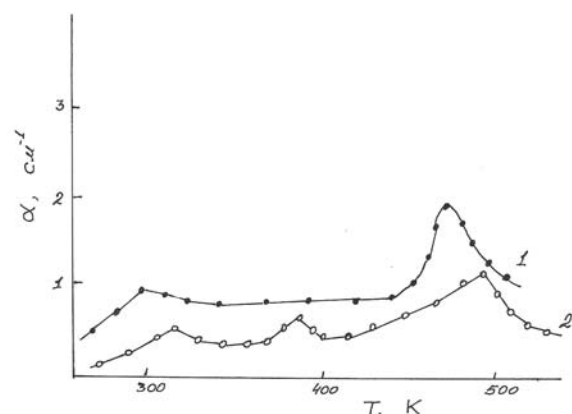


Рис.1. Температурная зависимость коэффициента затухания (α) продольной акустической волны в кристаллах Sb_2S_3 (1) и 50% Sb_2Se_3 (2) при частоте $\nu=10$ МГц.

Если ультразвуковая волна (УЗВ) с частотой ω , распространяется в среде характеризующейся одним временем релаксации τ параметра порядка, а направление, деформация и параметр порядка изменяется как $\exp i(\omega t - kr)$, где $k = \frac{\omega}{v} - i\alpha$, α – коэффициент затухания, v – вещественная часть скорости звука. Для установившейся волны [7]:

$$\alpha^2 = g_\infty^2 - \frac{g_\infty^2 - g_0^2}{1 + i\omega\tau},$$

здесь g_∞ – скорость звука для бесконечной частоты, g_0 – равновесная скорость.

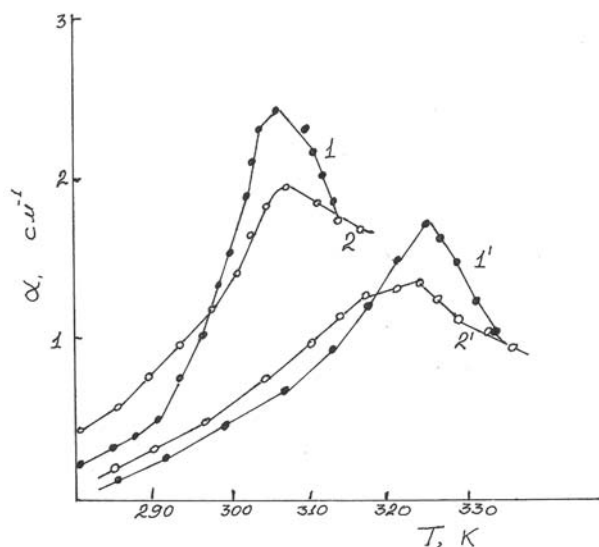


Рис.2. Затухание поперечной акустической волны при $\nu=15$ МГц в кристаллах Sb_2S_3 (1,2) и 50% Sb_2Se_3 (1', 2')
1, 1'–охлаждение
2, 2'–нагревание

Учет диполь-дипольного взаимодействия [4] между изменениями поляризации в различных точках кристалла, приводит к тому, что в одноосном сегнетоэлектрике при пьезоэлектрическом взаимодействии, аномальные акустические свойства должны наблюдаться только для

случая, когда k перпендикулярен к полярной оси. Если волна распространяется параллельно оси одноосного кристалла, то не должна иметь место аномалия вызванная пьезоэлектрической связью, но должна проявиться электрострикционная аномалия, благодаря тепловым флуктуациям поляризации.

Акустические исследования кристаллов системы Sb_2S_3 - Sb_2Se_3 проводились импульсным методом в диапазоне частот 10÷50 МГц.

Исследование показало, что формирование СС сопровождается ростом коэффициента затухания (α) начиная от температуры фазового перехода (T_c) для продольной УЗВ по направлению оси – “с”, совпадающей с направлением [001] (Рис. 1). С повышением частоты затухания и его аномалии, при низкотемпературном (НФП) и высокотемпературном фазовых переходах (ВФП), возрастает. В кристаллах с повышенной электропроводностью ($\sigma_{33}(0) = (10^{-6} - 10^{-5}) \rho_m^{-1} m^{-1}$) затухание настолько возрастает, что слоистая структура разрушается, и кристаллы системы Sb_2S_3 - Sb_2Se_3 становятся параэлектрическими и аномалия α исчезает.

Для поперечных волн, распространяющихся поперек оси – “с” с направлением смещения частиц вдоль оси – “с”, аномалия α при ВФП аналогична аномалиям при ФП в других сегнетоэлектриках [7]. Однако, время релаксации τ_i обуславливает температурный гистерезис (Рис. 2).

При распространении поперечных волн с $k \perp c$, когда смещение направлено вдоль оси – “с”, α при $T > T_c$ монотонно растет и аномалия в области НФП отсутствует. Затухание α в области ВФП можно описать механизмом Ландау-Халатникова. Нужно отметить, что изменение скорости акустической волны при ВФП не превышает 5 м/с.

[1]. A.Z.Panahov, A.O.Aliyev and M.H.Agayev. Photoelectric and photosegnetoelectrics phenomenon in single crystals-semiconductors SbSI. University Ataturc, 2000, p.155-160.
[2]. A.O.Aliyev, A.Z.Magomedov, M.A.Aslanov, S.M.Musaev, C.D.Dzhabadova. Особенность температурной зависимости спектрального распределения фоточувствительности сегнетоэлектриков-полупроводников системы $Sb_2S_3 - Sb_2Se_3$. BDU «Xəbərlər», 2004, №4, s. 163-169.
[3]. A.O.Aliyev, I.M.Ismailov, P.M.Mamedov, G.S.Ahmedov. Каллометрическое и термографическое исследование сегнетополупроводниковых кри-

сталлов системы $Sb_2S_3 - Sb_2Se_3$. АМЕА, Fizika, 2007, с.2.
[4]. И.И.Горшик, В.М.Фридкин Влияние неравно-весных носителей тока на образование границ между фазами в сегнето-полупроводнике SbSI. ФТТ, 1968, т.10, с. 2878.
[5]. В.М. Фридкин Сегнетоэлектрики-полупроводники. М.Наука, 1979.
[6]. А.П.Леванюк, К.А.Минаева, Б.А.Струков Об аномальном поглощении звука вблизи точек Кюри одноосных сегнетоэлектриков. ФТП, 1968, т.10, с. 2443.
[7]. Р.Блинц, Б.Жеки Сегнетоэлектрики и антисегнетоэлектрики. М.Мир, 1975, 36 с.