

## ОСОБЕННОСТИ МЕССБАУЭРОВСКИХ СПЕКТРОВ $^{119}\text{Sn}$ В БЕСЩЕЛЕВОМ СОСТОЯНИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

*Д.И.Балтрунас, С.В.Могейюнас, П.М.Старик, В.И.Микитюк*

В системе узкозонных полупроводников  $(\text{SnTe})_x(\text{PbSe})_{1-x}$  в окрестности точки инверсии зон обнаружено уменьшение вероятности эффекта Мессбауэра на  $\sim 40\%$ . Результат объяснен перестройкой фононного спектра кристалла из-за сильного электрон-фононного взаимодействия.

В последнее время много работ посвящено изучению узкозонных полупроводников типа  $A_4B_6$  и твердых растворов на их основе. Среди них имеются соединения, в которых при изменении стехиометрического состава температуры происходит инверсия зоны проводимости и валентной зоны. При этом соединение или твердый раствор проходит через бесщелевое состояние. В работе<sup>1</sup> было высказано предположение, что в системе твердых растворов  $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$  имеет место сильное электрон-фононное взаимодействие. Если это так, то в бесщелевом состоянии изменение электронного спектра должно вызвать изменение фононного спектра. С целью обнаружить это изменение авторы работы<sup>2</sup> исследовали упомянутую систему с помощью мессбауэровской спектроскопии и действительно в окрестности точки инверсии зон заметили сильное уменьшение вероятности эффекта Мессбауэра. Это уменьшение авторы работы<sup>2</sup> назвали "смягчением" фононного спектра кристалла.

Целью настоящей работы было проверить, является ли "смягчение" фононного спектра особенностью только системы  $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$  или более общей закономерностью. Для этой цели была выбрана система  $(\text{SnTe})_x(\text{PbSe})_{1-x}$ , в которой при  $x \sim 0,6$  происходит инверсия зон, наблюдаются аномалии в изменении концентрации носителей тока, коэффициента термоэдс и электропроводности<sup>3</sup>.

Образцы готовили по следующей методике. Сначала выращивали монокристаллы методом Бриджмена<sup>4</sup>, потом их растирали и осаждали на алюминиевую фольгу в спиртовом растворе

клея БФ-2. Толщина всех поглотителей составляла  $5 \text{ мг/см}^2$  по натуральному олову. Источником  $\gamma$ -квантов служило соединение  $\text{Pd}^{119}\text{Sn}$  активностью 5 мкюри. И источник, и поглотитель находились при комнатной температуре. Каждый образец мерили по 7 – 10 раз. Измерения проводили в режиме движущегося поглотителя. Мессбауэровские спектры всех образцов представляли собой одиночные неуширенные линии. По методу наименьших квадратов с помощью ЭВМ определяли ширину линии  $\Gamma$ , величину изомерного сдвига  $\delta$  и величину эффекта  $a$ . Площадь  $S$  под кривой спектра, которая прямо пропорциональна вероятности эффекта Мессбауэра, вычисляли по формуле

$$S = \pi a \Gamma / 2.$$

Результаты изменения площади под кривой мессбауэровского спектра показаны на рис.1. Как видно из рисунка, при значениях  $x \sim 0,55$  наблюдается уменьшение площади  $S$  почти на 40%. Подобное изменение наблюдали и в работе<sup>2</sup>. Столь большие изменения вероятности эффекта Мессбауэра обычно наблюдаются только в точках фазового перехода первого рода. Система  $(\text{SnTe})_x(\text{PbSe})_{1-x}$  обладает кубической структурой типа NaCl, а с помощью рентгенографических исследований фазовых превращений во всем исследованном диапазоне концентраций не обнаружено<sup>3</sup>. Постоянная решетки тоже меняется линейно. Полученный результат можно объяснить тем, что в бесщелевом состоянии из-за изменения электронного спектра и в предположении сильного электрон-фононного взаимодействия происходит "смягчение" фононного спектра, так как само уменьшение площади под кривой означает ослабление химической связи атомов олова и увеличение их амплитуды колебаний. Это также показывает, что происходит спад частот некоторых оптических мод колебаний атомов олова. Таким образом, результаты нашей работы подтверждают выводы работы<sup>2</sup> и показывают, что в бесщелевом состоянии происходит перестройка фононного спектра кристалла.

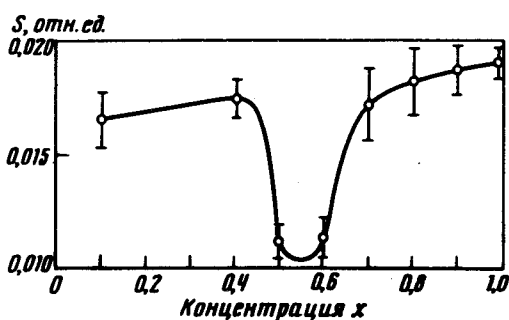


Рис. 1

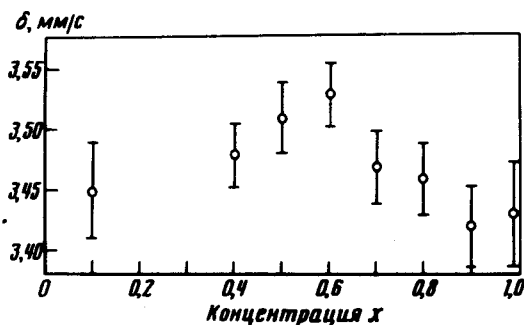


Рис. 2

Рис.1. Зависимость площади  $S$  под кривой мессбауэровского спектра от  $x$  для твердых растворов  $(\text{SnTe})_x(\text{PbSe})_{1-x}$ .

Рис.2. Изменение изомерного сдвига  $\delta$  в системе  $(\text{SnTe})_x(\text{PbSe})_{1-x}$  в зависимости от  $x$ . Значения пересчитаны относительно источника  $\text{BaSnO}_3$

Полученная зависимость изменения изомерного сдвига от  $x$  показана на рис.2. Противоположно результатам работы<sup>2</sup>, в бесщелевом состоянии наблюдается увеличение изомерного сдвига (примерно на  $0,1 \text{ мм/с}$ ). Это показывает, что плотность  $s$ -электронов на ядре олова увеличивается.

Авторы выражают благодарность К.В.Макарыясу за полезное обсуждение результатов.

#### Литература

1. Волков Б.А., Копеев Ю.В. ЖЭТФ, 1973, 64, 2184.
2. Николаев И.Н., Шотов А.П., Волков А.Ф., Марьин В.П. Письма в ЖЭТФ, 1975, 21, 144.

3. *Боровикова Р.П., Дудкин Л.Д., Казанская О.А., Косолапова Э.Ф.* Изв. АН СССР, серия неорганические  
Материалы, 1972, 8, 1762.
4. *Драпак Э.Т., Лотоцкий В.Б., Старк П.М.* УФЖ, 1978, 23, 1272.

Институт физики  
Академии наук Литовской ССР

Черновицкий  
государственный университет

---

Поступила в редакцию  
20 мая 1982 г.