

ОСОБЕННОСТИ ЯВЛЕНИЙ ПЕРЕНОСА В $\text{Pb}_{0,78}\text{Sn}_{0,22}\text{Te}$ С БОЛЬШИМ СОДЕРЖАНИЕМ ИНДИЯ

*Б.М.Вул, И.Д.Воронова, Г.А.Калужная,
Т.С.Мамедов, Т.Ш.Рагимова*

В $\text{Pb}_{0,78}\text{Sn}_{0,22}\text{Te}$ с высокой концентрацией индия при $T \lesssim 20$ К были обнаружены новые явления: крайне высокая фоточувствительность и аномальное изменение подвижности с температурой, что, очевидно, связано с фазовым переходом.

Твердые растворы $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$, как и PbTe , в последнее время стали объектом интенсивных исследований. Особый интерес вызывает изменение их свойств при легировании индием [1 – 5].

В настоящем сообщении изложены предварительные результаты исследования состава $\text{Pb}_{0,78}\text{Sn}_{0,22}\text{Te}$, впервые легированного индием до

2,7 ат%. Индий вводился в исходный материал во время выращивания из газовой фазы [6]. Измерения были сделаны на нескольких десятках образцов. Типичные характеристики приводятся для пяти из них.

На рис. 1 показаны температурные зависимости удельного сопротивления $\rho(T)$ для двух групп образцов — с концентрацией индия $C_{\text{In}} \leq 0,4$ ат% и $C_{\text{In}} > 0,7$ ат.%. Как видно из рисунка, зависимости $\rho(T)$ качественно различны для этих групп. При понижении температуры от 300 до 4,2 К в образцах с меньшим содержанием In удельное сопротивление незначительно падает (кривые 1, 2), тогда как в образцах с большим количеством индия $\rho(T)$ возрастает на семь — восемь порядков (кривые 3, 4, 5).

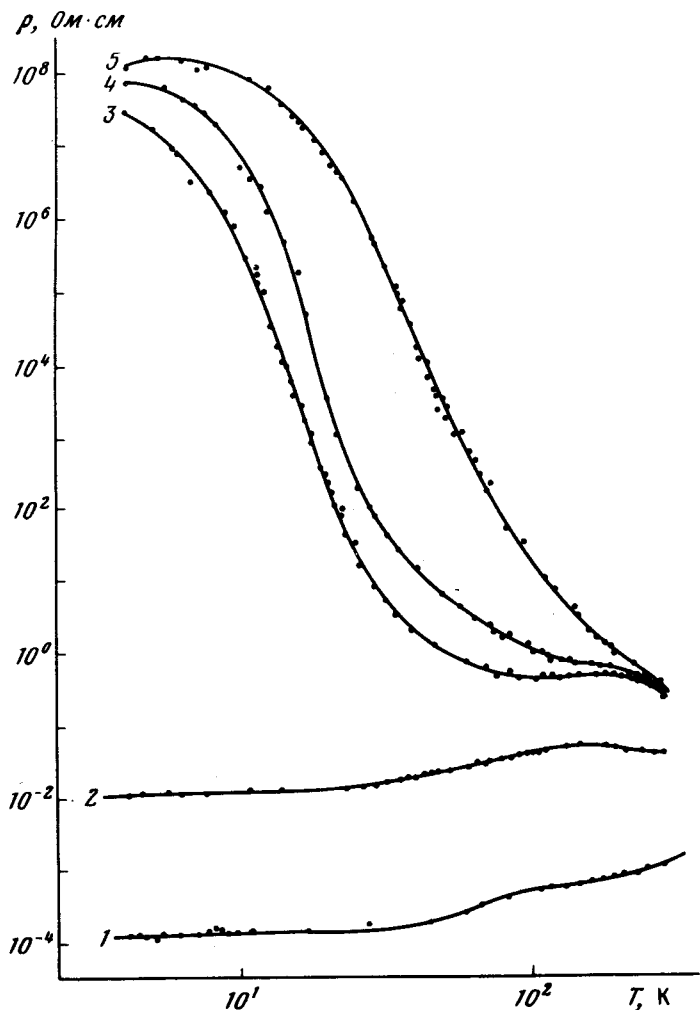


Рис. 1. Температурные зависимости удельного сопротивления для монокристаллов и пленок $\text{Pb}_{0,78}\text{Sn}_{0,22}\text{Te}$, легированных индием. Номера образцов соответствуют номерам кривых: 1 — $C_{\text{In}} = 0,01$ ат.%, монокристалл p-типа; 2 — $C_{\text{In}} = 0,4$ ат.%, пленка n-типа; 3 — $C_{\text{In}} = 0,74$ ат.%, монокристалл n-типа; 4 — $C_{\text{In}} = 0,97$ ат.%, монокристалл n-типа; 5 — $C_{\text{In}} = 2,7$ ат.%, пленка n-типа

В ходе измерений было установлено, что образцы с повышенной концентрацией I_n обладают высокой фоточувствительностью при низких температурах. Так, например, в образце 4 при $T = 4,2 \text{ К}$ $\rho_T / \rho_C \approx 10^{10}$, где ρ_T — удельное сопротивление, измеренное в темноте (точка B на рис.2), а ρ_C (точка A на рис.2) — при освещении образца через стенки лампы накаливания мощностью 40 Вт на расстоянии 10 — 20 см от образца. Длинноволновой границы фоточувствительности установить пока не удалось, определено лишь, что она находится при длине волны $\lambda > 5 \text{ мкм}$.

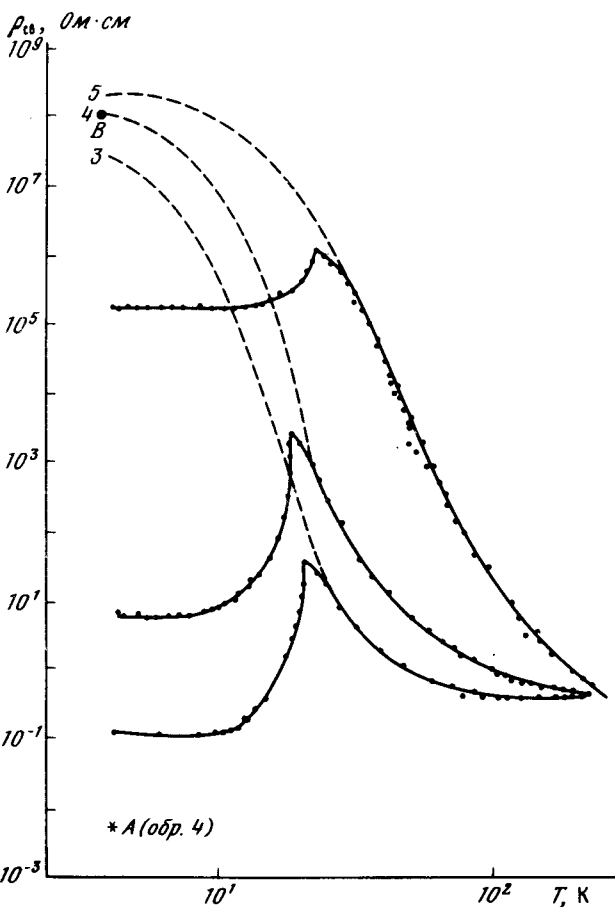


Рис.2. Температурные зависимости удельного сопротивления при освещении белым светом для образцов 3, 4, 5. Пунктирные линии — без освещения

Зависимость удельного сопротивления от температуры при постоянном освещении образцов белым светом примерно одинаковой интенсивности показана на рис.2. На этой зависимости наблюдается резко выраженный максимум удельного сопротивления при температуре около 20 К . Выше этой температуры ход $\rho_C(T)$ приближается к зависимости $\rho_T(T)$ и затем сливается с ней, т.е. фоточувствительность в этой области не обнаруживается. Такая температурная зависимость наблюдается как для образцов, взятых из разных слитков, так и для пленок, выращенных методом фотостимулированной эпитаксии.

У образцов 3 и 4 фоточувствительность настолько велика, что темновые измерения приходилось проводить при полном экранировании образцов от внешнего излучения, в том числе, от фонового, создаваемого деталями криостата, имеющими более высокую, чем образец, температуру. В этих образцах наблюдалась остаточная фотопроводимость [7]: после выключения света образцы довольно долго сохраняли высокую проводимость. В высокоомное состояние образцы можно было вернуть только нагревом выше 20 К и последующим охлаждением или воздействием электрического поля с напряженностью $E \geq E_{min}$ ($E_{min} \sim 40$ В/см для образца 3).

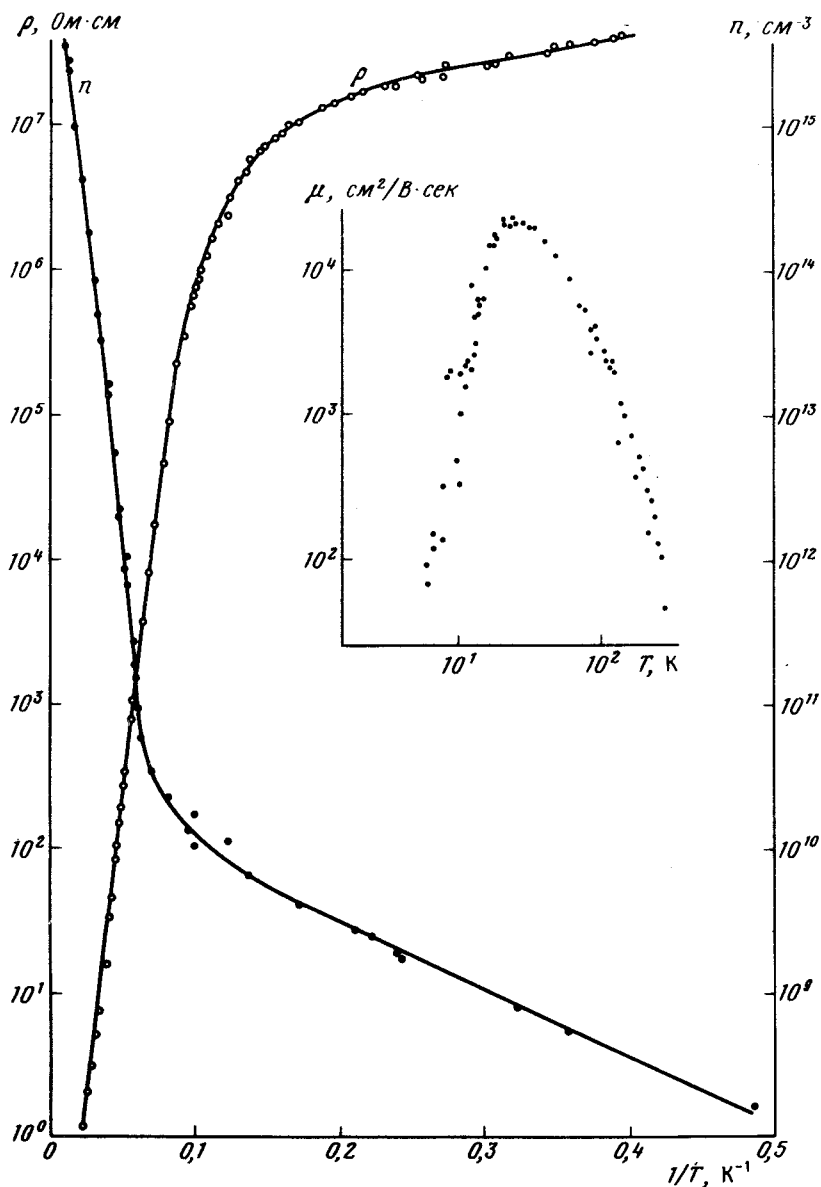


Рис. 3. Температурные зависимости удельного сопротивления, концентрации электронов и их подвижности для образца 3

Появление фоточувствительности и резкий ее рост при понижении температуры ниже 20 К совпадает также с изменением энергии активации и подвижности, как видно из температурных зависимостей $\rho = f(1/T)$, концентрации электронов $n = f(1/T)$ и подвижности $\mu = f(T)$, приведенных на рис. 3 для образца 3. Ниже 20 К абсолютные значения ρ и n могли несколько различаться от опыта к опыту, но ход их температурных зависимостей оставался всегда одинаковым.

Зависимость $\mu(T)$, приведенная на вставке на рис. 3, имеет ярко выраженный максимум. При понижении температуры от 20 до ~ 8 К подвижность падает больше, чем на два порядка, как $\mu \sim T^6$, что не может быть объяснено рассеянием на примесях. При более высоких температурах $\mu \sim T^{-3}$, что может соответствовать рассеянию на оптических фононах.

Из сравнения зависимостей $\rho(1/T)$ и $n(1/T)$ видно, что увеличение сопротивления в диапазоне температур $300 > T > 20$ К обусловлено уменьшением концентрации электронов. Зависимость постоянной Холла от температуры выявляет наличие глубоких уровней с энергиями активации 14, 19 и 30 МэВ для образцов 3, 4, 5 с концентрациями индия в них 0,74; 0,97 и 2,7 ат%.

Особенности в гальваномагнитных и фотоэлектрических свойствах исследуемого нами соединения, очевидно, связаны с происходящим в нем при $T < 20$ К фазовым переходом. Предположение о наличии при этой температуре фазового перехода в близких по составу соединениях было высказано также на основании наблюдаемых изменений диэлектрической проницаемости [8], магнитной восприимчивости [9] и подвижности [4].

Физический институт
им. П.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
3 ноября 1978 г.

Литература

- [1] В.И.Кайданов, Р.Б.Мельник, И.А.Черник. ФТП, 7, 759, 1973.
- [2] И.А.Драбкин, Б.А.Ефимова, Г.Ф.Захарюгина и др. ФТП, 7, 794, 1973.
- [3] А.Н.Вейс, В.И.Кайданов, Ю.И.Равич и др., ФТП, 10, 104, 1976.
- [4] К.И.Гейман, И.А.Драбкин, А.В.Матвеевко и др. ФТП, 11, 846, 1977.
- [5] В.А.Акимов, N.B.Brandt, L.J.Ryabova, S.M.Chudinov. Supplément au Journal de Physique, Fasc.8, C-6, 1978, C6- 1079; ФТП, 11, 1077, 1977.
- [6] О.В.Александров, Г.А.Калюжная, К.В.Кисилева, Н.И.Строганкова, Изв. АН СССР, сер. Неорганические материалы, 14, 1277, 1978.
- [7] М.К.Шейкман, А.Я.Шик. ФТП, 10, 209, 1976.
- [8] Ю.А.Браташевский, В.Д.Прозоровский, Ю.С.Харионовский. ФТП, 9, 1612, 1975.
- [9] В.М. Багинский, Р.О.Кикодзе, Г.В.Лашкарев и др. ФТТ, 19, 588, 1977.