

## ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МОНОКРИСТАЛЛОВ $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te$

А.А. ИСМАИЛОВ

*Институт Физики НАН Азербайджана  
AZ 1143, Баку, пр. Г.Джавида,33*

Исследованы кинетические параметры в монокристаллах  $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te$ ,  $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te+0.1\%Al$  и  $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te+0.01\%Al$  в области температур  $77\div 300K$ . Установлено, что для нелегированных кристаллов, благодаря уровням собственных дефектов (например, вакансий Te), наблюдаются аномалии электрофизических параметров, которые исчезают при введении примесей в кристаллическую матрицу, что связано с образованием новых уровней на дефектах типа вакансии Te + атом примеси. Ни одно из перечисленных предположений не находится в явном противоречии с другими экспериментальными данными.

В последние годы возрос интерес к узкозонным теллуридам в связи с созданием на их основе перестраиваемых лазеров, перекрывающих область длин волн от 2.5 до 32мкм, что позволяет их использовать в экологических исследованиях, связанных с зондированием земли сквозь атмосферу, в спектроскопии высокого разрешения, термовидении и т.д. На практике наиболее основным из них является сплав  $Cd_{1-x}Hg_xTe$  и твердые растворы на основе теллуридов и селенидов свинца и олова. Преимущества  $Pb_{1-x}Sn_xTe$  по сравнению с  $Cd_{1-x}Hg_xTe$  заключаются в возможности получения монокристаллов большей однородности по составу и сравнительно малым сдвигом ширины запрещенной зоны от состава [1].

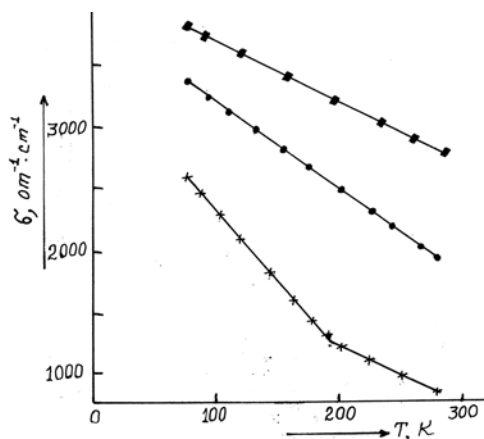
Образцы для исследований электрофизических свойств монокристаллов  $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te$  получали методом Бриджмена из расплава выращиванием поликристаллического материала, полученного непосредственным сплавлением элементов полупроводников, взятых в стехиометрическом соотношении. В качестве элементов использовались Pb, Sn, Te марки Вч. Они загружались в предварительно очищенную и протравленную традиционным способом кварцевую ампулу и откачивались до остаточного давления  $\sim 1.3 \cdot 10^{-3}$  Па. Ампулы помещали в трубчатую печь сопротивления, температуру которой медленно повышали до 917 С. После выдержки ампулы в течение 2÷3 ч. с использованием вибрации, температуру медленно понижали до комнатной. Образующийся слиток перегружали в другую ампулу, откачивали, запаивали и помещали в вертикальную печь для выращивания монокристаллов по методу Бриджмена. Температурный градиент в зоне кристаллизации составлял  $20\div 30K/cm$ , а скорость опускания ампулы  $0.1\div 0.6mm/ч$ .

Полученные монокристаллические слитки нарезались на шайбы вдоль главных кристаллографических направлений [100]. Нижеприведенные измерения соответствуют образцу с линейными размерами  $10 \times 2 \times 1 mm^3$ . Легирование образцов проводилось методом термодиффузии в процессе отжига шайб монокристаллов в парах алюминия.

Перед нанесением электродов соответствующие поверхности шайб полировались. В качестве контактов использовалось олово. Площадь контактов составляла  $10^{-2} cm^2$ . Образцы имели вид плоского конденсатора Sn- $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te$ -Sn.

С целью предотвращения возможности окисления образцы как нелегированные, так и легированные примесями Al во время их измерений находились в вакууме внутри термостатируемой камеры. Температура образцов контролировалась медь-константовой термопарой с точностью  $\pm 0.1^{\circ}C$  [2]. Исследования проводились в квазистатическом температурном режиме, при этом

скорость изменения температуры составляла  $0,1K \cdot \text{мин}^{-1}$ . На Рис.1 показаны температурные зависимости электропроводностей монокристаллов  $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te$ ,  $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te+0.1\%Al$ ,  $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te+0.01\%Al$ .

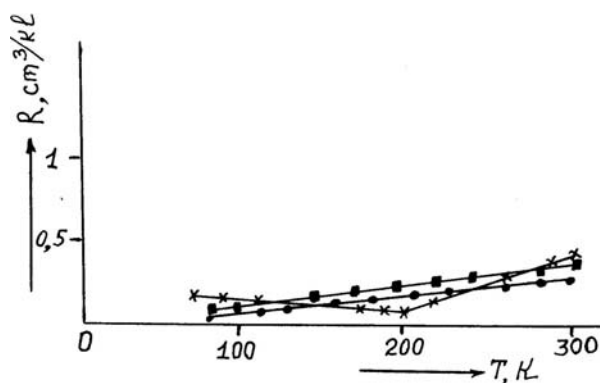


Из Рис.1 видно, что для нелегированных образцов  $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te$  при повышении температуры от 77К до 196К электропроводность резко уменьшается, а после 196К уменьшение замедляется.

**Рис.1.**

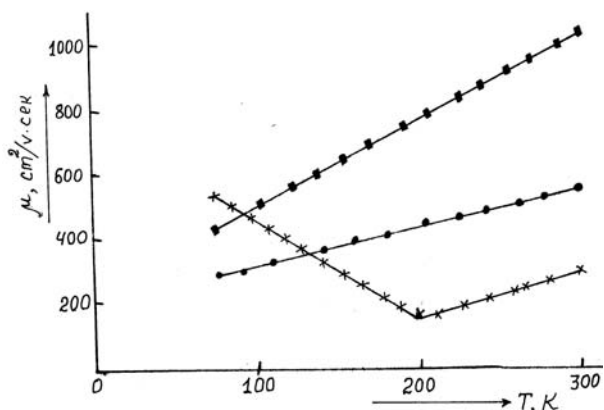
Температурные зависимости электропроводности:  
 x- $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te$ ,  
 ■- $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te + 0.1\% Al$ ,  
 ●- $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te + 0.01\% Al$ .

Под действием легатуры аномалии температурной зависимости электропроводности, постоянной Холла и Холловской подвижности исчезают, при этом в зависимости от степени легирования наклон кривых изменяется (Рис.2 и Рис.3).



**Рис.2.**

Температурные зависимости постоянной Холла:  
 x- $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te$ , ■- $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te+0.1\% Al$ ,  
 ●- $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te+0.01\% Al$



**Рис.3.**

Температурные зависимости Холловской подвижности:  
 x-  $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te$ , ■- $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te +0.1\% Al$ ,  
 ●- $Pb_{0.8}Sn_{0.2}Te+0.01\% Al$ .

Происхождение глубоких локальных и квазилокальных уровней и связанных с ними электронных метастабильных состояний в легированных сплавах  $Pb_{1-x}Sn_{0.2}Te$  к настоящему времени остается неопределенным. Можно предположить, что квазилокальный уровень  $\epsilon$  является энергетическим уровнем примеси [3-6] собственных дефектов (например, вакансии Te), появление которого стимулируется введением примеси в кристаллическую матрицу [7-9], или уровнем кластеров дефектов типа вакансия + атом примеси [10]. Ни одно из перечисленных предположений не находится в явном противоречии с другими экспериментальными данными.

1. С.Г.Рзаев, А.А.Исмаилов, Т.С.Мамедов, Т.Г.Мамедов, *Fizika*, №3 (1999) 58.
2. А.А.Ismailov, Sh.G.Gasymov, T.S.Mamedov, K.R.Allakhverdiev, *Sov. phys. semicon.*, **26** (1997) 1955.
3. В.И.Кайданов, Р.Б.Мельник, И.А.Черник, *ФТП*, 7 (1973) 225.

4. С.Н.Лыков, И.А.Черник, *ФТП*, **14** (1980) 1861.
5. И.А.Драбкин, Б.Я.Мойжес, *ФТП*, **15** (1981) 625.
6. С.Р.Чащин, И.П. Гужева, Н.С.Барышев, Ю.С.Хорионовский, И.С.Аверьянов, *ФТП*, **16** (1982) 525.
7. Б.А.Волков, О.А.Панкратов, *ДАН СССР*, **99** (1980) 255.
8. Б.М.Вул, И.Д.Воронова, С.П.Гришечкина, Т.Ш.Рагимова, *Письма в ЖЭТФ*, **33** (1981) 346.
9. К.Н.Gresslehner, L.Palmetshoftr, *J. Appl. Phys.*, **51** (1980) 4735.
10. J.L.Merz, J.P.Ziel, R.A.Logan, *Phys. Rev. B*, **20** (1979) 654.

### **Pb<sub>0.8</sub>Sn<sub>0.2</sub>Te MONOKRISTALININ ELEKTROFIZIKI XASSƏLƏRI**

**Ə.Ə.İSMAYILOV**

Pb<sub>0.8</sub>Sn<sub>0.2</sub>Te, Pb<sub>0.8</sub>Sn<sub>0.2</sub>Te+0.1%Al və Pb<sub>0.8</sub>Sn<sub>0.2</sub>Te+0.01%Al monokristallarında 77÷300K temperatur intervalında kinetik parametrlər tədqiq edilmişdir. Müşahidə olunmuşdur ki, aşqarlanmamış kristalların məxsusi defektlərinin səviyyəsi sayəsində (məsələn,Te-un vakansiyaları) elektrofiziki parametrlərdə anomaliya yaranır. Anomaliq, kristal matrisiya aşqar daxil etdikdə Te vakansiya + atom aşqarları tipli defektlərində yeni səviyyələrinin əmələ gəlməsi ilə aradan qaldırılır.Göstərilənlər əvvəlki təcrübələrlə uygunsuzluq yaratmır.

### **ELECTRICAL PROPERTIES of Pb<sub>0.8</sub>Sn<sub>0.2</sub>Te SINGLE CRYSTALS**

**A.A. ISMAILOV**

The kinetics parameters of monocrystals Pb<sub>0.8</sub>Sn<sub>0.2</sub>Te, Pb<sub>0.8</sub>Sn<sub>0.2</sub>Te+0.1%Al, Pb<sub>0.8</sub>Sn<sub>0.2</sub>Te+0.01%Al were investigated in the temperature range 77÷300K.

The anomaly of electrophysicals parameters was established for the dopped crystals owing to leves of own defecs (for example Te vacancy). This anomaly behaviour disappeared owing new leves vacancy Te+dopping atoms which occured under dopping the crystals. This hypothesis did not conflict with other experimental results.

Редактор: С.Мехтиева