

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНТАКТОВ
ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ PbTe, ЛЕГИРОВАННЫХ
ТАЛЛИЕМ, С ЭВТЕКТИКОЙ In-Ag-Au**

Т.Д.АЛИЕВА, Г.Дж.АБДИНОВА, Н.М.АХУНДОВА, И.Р.НУРИЕВ

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

Выяснено, что существует хорошая корреляция между изменениями электропроводности кристаллов PbTe и контактным сопротивлением структуры PbTe-(In-Ag-Au) при введении в кристалл примесей таллия. Эта корреляция объясняется изменением концентрации основных носителей тока в кристаллах PbTe при введении в них примесей Tl и, следовательно, высоты потенциального барьера на границе раздела в структуре PbTe-(In-Ag-Au).

Поликристаллические образцы PbTe применяются для изготовления среднетемпературных термоэлектрических преобразователей [1]. Для управления термоэлектрическими свойствами кристаллов PbTe они легируются различными примесями. Особенно интересные результаты получаются при легировании примесями таллия [2,3]. Здесь следует упомянуть сверхпроводимость с необычайно высокой для полупроводников критической температурой, резонансное рассеяние дырок, низкотемпературную теплоемкость (обусловленную резонансными состояниями таллия), аномалии сопротивления, сильную самокомпенсацию акцепторного действия таллия собственными дефектами кристаллической решетки. Кроме этого, основные параметры электронных преобразователей, наряду с фундаментальными параметрами ветвей полупроводникового материала, определяются и физическими свойствами контактов [4].

В данной работе приводятся результаты исследований электрических свойств переходных контактов синтезированных поликристаллических образцов PbTe с эвтектикой мас.% 95In+4Ag+1Au в интервале температур 77÷300К. Контакты создавали методом залуживания, электрические параметры контактов измеряли зондовым методом при переменном токе.

Слитки PbTe с примесями таллия синтезировали прямым сплавлением исходных компонентов (свинец марки С-0000, зонноочищенный теллур марки Т-3) в вакууммированных до 10^{-2} Па графитизированных кварцевых ампулах при ~1300К в течении 6 часов с применением вибрационного перемешивания. После синтеза слитки охлаждались до комнатной температуры со скоростью выключенной печи. Образцы для измерений длиной ~20мм и диаметром ~8÷10мм вырезали из синтезированных слитков на электроискровой установке.

Для объяснения полученных результатов исследована также температурная зависимость электропроводности образцов зондовым методом при переменном токе. Синтезированные слитки, из которых были изготовлены образцы для исследования, содержали примеси таллия до 0,4ат.%. Полученные результаты представлены в Таблице, из которой следует, что влияние примесей таллия на электрические свойства поликристаллических образцов и переходных контактов структур PbTe-(In-Ag-Au) носит одинаковый характер.

При введении акцепторных примесей таллия в кристаллы PbTe происходят, в основном, изменения концентрации дырок в них, т.е. изменения концентрации основных носителей тока в кристаллах. В связи с тем, что высота потенциального барьера контакта PbTe-(In-Ag-Au) обратно пропорциональна концентрации

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНТАКТОВ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ РbTe,
ЛЕГИРОВАННЫХ ТАЛЛИЕМ, С ЭВТЕКТИКОЙ In-Ag-Au

основных носителей тока (n) в РbTe, то изменение n будет сопровождаться соответствующим изменением сопротивления переходного контакта.

Таблица.

Электрические параметры поликристаллических образцов РbTe и структур на их основе.

Содержание таллия, ат. %	T=77K		T=120K		T=260K		T=300K	
	Γ_k , Ом·см ²	$\sigma_{пер}$, Ом ⁻¹ см ⁻¹	Γ_k , Ом·см ²	$\sigma_{пер}$, Ом ⁻¹ см ⁻¹	Γ_k , Ом·см ²	$\sigma_{пер}$, Ом ⁻¹ см ⁻¹	Γ_k , Ом·см ²	$\sigma_{пер}$, Ом ⁻¹ см ⁻¹
0	$1,9 \cdot 10^{-2}$	169	$1,6 \cdot 10^{-2}$	265	$3,3 \cdot 10^{-2}$	370	$3,6 \cdot 10^{-3}$	253
0,01	$1,7 \cdot 10^{-2}$	180	$1,4 \cdot 10^{-2}$	378	$5,8 \cdot 10^{-3}$	301	$4,7 \cdot 10^{-3}$	181
0,05	$3,4 \cdot 10^{-3}$	2174	$8,9 \cdot 10^{-3}$	1565	$1,06 \cdot 10^{-2}$	245	$1,21 \cdot 10^{-2}$	176
0,1	$9,5 \cdot 10^{-4}$	1389	$2,1 \cdot 10^{-3}$	1055	$2,53 \cdot 10^{-3}$	187	$2,65 \cdot 10^{-3}$	153
0,2	$5,1 \cdot 10^{-4}$	1563	$1,1 \cdot 10^{-3}$	1163	$1,3 \cdot 10^{-3}$	250	$2,21 \cdot 10^{-3}$	206
0,4	$4,9 \cdot 10^{-4}$	1760	$1,25 \cdot 10^{-3}$	1085	$1,7 \cdot 10^{-3}$	336	$2,03 \cdot 10^{-3}$	255

Как следует из Таблицы, во всех случаях изменение электропроводности образцов при введении примесей таллия превалирует над изменением контактного сопротивления. Так, при введении 0,05ат.%Тl электропроводность кристаллов увеличивается в ~15 раз при температуре 77К. Однако сопротивление переходного контакта при этом уменьшается всего в ~ 6 раз. Такое несоответствие объясняется следующим образом.

При залуживании торцов кристаллов сплавом In-Ag-Au его приконтактный слой будет обогащаться атомами составных компонентов сплавов. Так как контактный сплав состоит, в основном, из атомов индия (содержание индия в сплаве составляет 95%) приконтактный слой будет обогащаться, в основном, его атомами. Атомы индия оказывают на РbTe ограниченное воздействие как донор, поэтому в приконтактном слое образца РbTe может происходить компенсация части акцепторных центров, созданных таллием, с донорными примесями индия. Вследствие этого концентрация основных носителей тока (дырок) в приконтактном слое уменьшается, что приводит к некоторому росту сопротивления переходного контакта.

Таким образом выяснено, что существует хорошая корреляция между изменениями электропроводности кристаллов РbTe и контактным сопротивлением структуры РbTe-(In-Ag-Au) при введении в кристалл примесей таллия. Эта корреляция объясняется изменением концентрации основных носителей тока в кристаллах РbTe при введении в них примесей Тl, и, следовательно, высоты потенциального барьера на границе раздела в структуре РbTe-(In-Ag-Au).

Ю.И.Равич, Б.А.Ефимова, И.А.Смирнов, *Методы исследования полупроводников в применении к халькогенидам свинца РbTe, РbSe, РbS*, М.:Наука, (1968) 383.

С.А.Немов, Ю.И.Равич, *УФН*, **168** (1998) 817.

Г.А.Ахмедова, Г.З.Багиева, Н.Б.Мустафаев, З.Ф.Агаев, *Fizika*, **XIII** № 1-2 (2007) 157.

А.Л.Вайнер, *Каскадные термоэлектрические источники холода*. М.: Советское радио. (1976) 136.

Д.Ш.Абдинов, Т.Д.Алиева, Н.М.Ахундова, М.М.Тагиев, *Transactions of Azerbaijan Academy of Sciences, Series of Physical-mathematical and Technical sciences, Physics and Astronomy*, **XXIII** №5(1) (2003) 41.

T.Д.АЛИЕВА, Г.Дж.АБДИНОВА, Н.М.АХУНДОВА, И.Р.НУРИЕВ

**TALLIUMLA AŞQARLANMIŞ POLIKRISTAL PbTe NÜMUNƏLƏRİ İLƏ In-Ag-Au
EVTEKTIKASI KONTAKTININ ELEKTRİK XASSƏLƏRİ**

T.C.ƏLİYEVƏ, G.C.ABDİNOVA, N.M.AXUNDOVA, H.R.NURİYEV

Göstərilmişdir ki, tallium aşqarları daxil etdikdə PbTe kristallarının elektrikkeçiriciliyinin və PbTe-(In-Ag-Au) strukturunun keçid kontakt müqavimətinin dəyişməsi arasında korelyasiya vardır. Bu korelyasiya Tl aşqarları daxil etdikdə PbTe-da əsas yükdaşıyıcıların konsentrasiyasının və nəticədə PbTe-(In-Ag-Au) strukturunun ayrılma sərhəddində potensial çəpərin hündürlüyünün dəyişməsi ilə izah olunur.

**ELECTRICAL PROPERTIES OF CONTACTS OF THE POLYCRYSTALLINE
PbTe SAMPLES ALLOYED BY THALLIUM WITH In-Ag-Au EUTECTIC**

T.D.ALIYEVA, G.J.ABDINOVA, N.M.AKHUNDOVA, H.R.NURIYEV

The good correlation between changes of the electrical conductivity of PbTe crystals and contact resistance of the structure PbTe-(In-Ag-Au) under introduction thallium impurity in a crystal has been found. This correlation has been explained by the change of concentration of the majority charge carriers in PbTe crystals under introduction Tl impurity, and hence, in height of the interface potential barrier in PbTe-(In-Ag-Au) structure.

Редактор: Дж.Абдинов