

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛЕНОК n-PbTe НА ИХ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ГАЛЬВАНОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА

*Коканбаев И.М. к.ф.-м.н., профессор.
Кокандский государственный инивеситет.*

Аннотация: Экспериментально изучено влияние условий получения пленок $n\text{-PbTe}$ на их термоэлектрические и гальваномагнитные свойства. Показано, что температура конденсации 630 ± 10 К коэффициент термоэлектрической мощности ($\alpha^2\sigma$) полученных пленок $n\text{-PbTe}$ имеет максимальное значение порядка ($45 \div 50$) $\mu\text{В}/\text{K}^2\cdot\text{см}$.

Ключевые слова: термоэлектрические, гальваномагнитные, коэффициент термоэлектрической мощности, конденсация.

INFLUENCE OF OBTAINING CODITIONS OF $n\text{-PbTe}$ FILMS ON THEIR THERMOELECTRIC AND GALVANOMAGNETIC PROPERTIES

Kokanbaev I.M. Candibate of Physical and Nathermaticap Sciences prof.

Annotation: Influence of obtaining coditions of $n\text{-PbTe}$ films on their thermoelectric and galvanomagnetic properties was studient experimentally. The cefficient of thermoelectric power of these films was shown to be maxsimal ($45 \div 50$ $\mu\text{В}/\text{K}^2\cdot\text{см.}$) at the condensation temperature 630 ± 10 K.

Key words: thermoelectric, galvanomagnetic, thermoelectric power, condensation

n-PbTe PARDALARINI OLISH SHAROITLARINI PARDALARNING TERMOELEKTRIK VA GALVANOMAGNIT XUSUSIYATLARIGA TASIRI.

Kokanbayev I.M., f-m. f. n., professop. Qo'qon davlat universiteti.

Annotasiya: $n\text{-PbTe}$ pardalarining termoelektrik va galvanomagnetik xususiyatlari pardani olish texnologik jarayonlar tabiatiga bog'liqligi eksperimental tekshirilgan. Kondesasiyalanish harorati (T_k) ortishi bilan $n\text{-PbTe}$ pardalarining termoelektrik quvvat kefisientining ortishi va $T_k=(630 \pm 10)K$ oraliq 'ida maksimal ($45 \div 50$ $\text{mkV}/\text{K}^2\cdot\text{sm}$) qiymatga ega bo'lishi aniqlangan.

Kalit so'zlar: termoelektrik, galvanomagnit, termoelektrik quvvat, kondesasiya.



В настоящем работе даны результаты экспериментального исследования, посвященного изучению влияния условий получения пленок n-PbTe на их термоэлектрические и гальваномагнитные свойства[1].

Наиболее существенно на свойства пленок PbTe влияет температура конденсации T_c . Варьирование температуры испарения и степени вакуума в пределах, весьма слабо изменяет свойства пленок. Поэтому приводимые ниже данные относятся к пленкам, полученным варьированием температуры конденсации. Полученные нами пленки PbTe [2], конденсированные при $T_c \leq 445K$, при комнатной температуре обладают дырочной проводимостью, а конденсированные при $T_c \geq 470 K$ - электронной проводимостью [3].

Зависимости кинетических коэффициентов пленок PbTe, сконденсированных на подложку ПМ-1, в интервале T_c от комнатной до 660 К показаны на рис.1. В проведенных нами исследованиях, самые высокие значения σ , $R_h\sigma$, n наблюдались в пленках, полученных при $T_c = (620 \div 640) K$. Из рис.1 видно, что повышение T_c приводит к непрерывному увеличению коэффициент термоэлектрической мощности (КТМ) $\alpha^2\sigma$ пленок n-PbTe, при $T_c = (630 \pm 10) K$ пленки обладают максимальным значением $\alpha^2\sigma$, которое составляет $(45 \div 50) \text{ мкВ/К}^2 \cdot \text{см}$. Зависимость $\alpha^2\sigma$ (и других параметров) от T_c имеет узкий максимум при T_c вблизи 620 К.

Таким образом интервал температур конденсации $T_c = (620 \div 640) K$ является наиболее оптимальным для получения термоэлектрических пленок n-PbTe на полиииде. Более подробные данные о свойствах таких пленок, в сравнении с данными рис.1, представлены в таблице 1.

Исследованы температурные зависимости кинетических коэффициентов пленок n-PbTe, полученных при $T_c = (600 \div 620) K$. Температурные зависимости снимались после того, как образцы извлекались из технологической камеры и находились в контакте с атмосферой в течение нескольких часов. Контакт с атмосферой приводит к релаксации свойств пленок за счет взаимодействия с кислородом[4]. При этом в начальный момент свойства пленок несколько ухудшается, а затем стабилизируются. Типичные температурные зависимости параметров пленок приведены на рис.1. Существенное отличие характера зависимости σ от T в пленках, в сравнении с массивными кристаллами, связано с наличием в пленках таких потенциальных барьераов, которые преодолеваются носителями заряда и тунелированием, и термоактивацией.

В области низких температур преобладает тунелирование. С повышением температуры растет вклад термоактивации. Наложение этих двух механизмов прохождения через барьер и приводит к трансформации температурной зависимости электропроводности [5]. Такой же характер температурной

зависимости σ был обнаружен в пленках n-PbTe в [1] после незначительной термообработки свежеосажденных слоев на воздухе.

T_K , K	α , мкВ/К	σ , Ом $^{-1}\cdot\text{с}^{-1}\cdot\text{М}^{-1}$	$\alpha^2\sigma$, мкВт/К $^2\cdot\text{см}$	$n_H \cdot 10^{-18} \text{ см}^{-3}$	$R_h \sigma$, $\text{см}^2/\text{В}\cdot\text{с}$
590					
610	225	100	5	5,0	130
620	220	250	12	7,1	260
620	215	986	45,6	13,2	461
630	220	101	49	12,2	511
640	200	0	38	12,0	450
640	195	950	22	9,0	400
660		576			

Таблица 1. Термоэлектрические свойство
Пленок n-PbTe в зависимости от температуры
их конденсации

К настоящему времени опубликовано большое число работ, посвященных изучению влияния условий препарирования пленок PbTe на полиимидной подложке на их термоэлектрические и гальваномагнитные свойства (см., например [2] и их библиография). Но существует еще ряд нерешенных вопросов, в частности, касающихся изучения влияния условий термовакуумной конденсации на стабильность термоэлектрических параметров и других кинетических свойств

пленок n-PbTe в процессе их эксплуатации и действия внешних возмущений. Естественно, стабильность свойств пленок должна сочетаться с высокими выходными параметрами. [7,8]

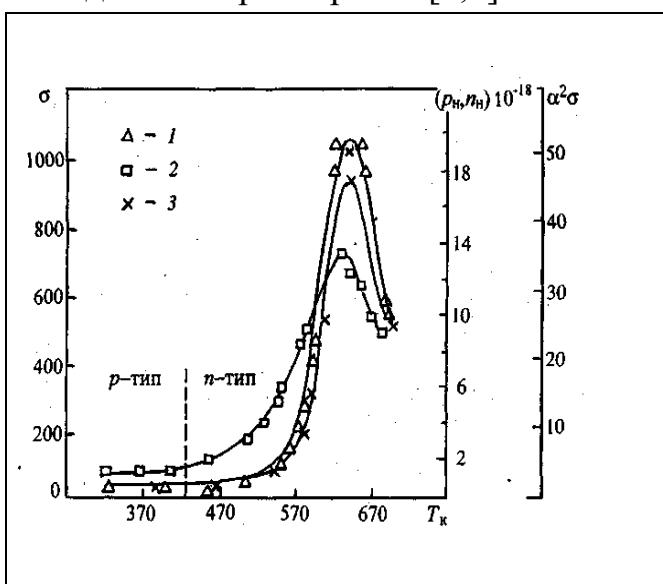


Рис.1. Зависимость

электропроводности, холловской концентрации носителей заряда и коеффициента термоэлектрической мощности пленок n-PbTe от температуры конденсации

Полученные нами пленки PbTe [9,10], конденсированные при $T_K \leq 445\text{K}$, при комнатной температуре обладают дырочной проводимостью, а конденсированные при $T_K \geq 470\text{ K}$ - электронной проводимостью [3]. Зависимости

кинетических коэффициентов пленок PbTe, сконденсированных на подложку ПМ-1, в интервале T_K от комнатной до 660 К показаны на рис1. В проведенных нами исследованиях, самые высокие значения σ , $R_H\sigma$, n юдались в пленках, полученных при $T_K = (620 \div 640)\text{ K}$. Из рис. 1 видно, что повышение T_K приводит к непрерывному увеличению КТМ пленок n-PbTe, при $T_K = (630 \pm 10)\text{K}$ пленки обладают максимальным значением $\alpha^2\sigma$, которое составляет $(45 \div 50) \text{ мкВ/К}^2 \cdot \text{см}$. Зависимость $\alpha^2\sigma$ (и других параметров) от T_K имеет узкий максимум при T_K вблизи 620 К.

При произвольных температурах конденсации концентрация носителей заряда в пленках ниже концентрации в исходной шихте. При $T_K \approx 620\text{ K}$ концентрация электронов в пленках максимально приближается к концентрации в исходной шихте. Для этой температуры конденсации отличие может составлять 10 - 30 %.

Нами были исследованы температурные зависимости кинетических коэффициентов пленок n-PbTe, полученных при $T_K = (600 \div 620)\text{K}$. Температурные зависимости снимались после того, как образцы извлекались из технологической камеры и находились в контакте с атмосферой в течение нескольких часов. Контакт с атмосферой приводит к релаксации свойств пленок за счет взаимодействия с кислородом. При этом в начальный момент свойства пленок несколько ухудшается, а затем стабилизируются. Типичные температурные зависимости параметров пленок приведены на рис.1. Существенное отличие характера зависимости σ от T в пленках, в сравнении с массивными кристаллами, связано с наличием в пленках таких потенциальных барьеров, которые преодолеваются носителями заряда и тунелированием, и термоактивацией. Наложение этих двух механизмов прохождения через барьер и приводит к трансформации температурной зависимости электропроводности [4]. Такой же характер температурной зависимости σ был обнаружен в пленках n-PbTe в [6] после незначительной термообработки свежеосажденных слоев на воздухе.

Полученные результаты (см.таблицу) показывает однозначную кореляцию между структурным совершенством n-PbTe и их термоэлектрическими свойствами. Наиболее совершенной структурой [10,11] и

лучшим коэффициентом термоэлектрической мощности обладают пленки конденсированные в узком температурном интервале $T_K=(600 \div 640)K$, т.е наименее структурно-упорядоченным пленкам соответствуют самые высокие термоэлектрические свойства

ЛИТЕРАТУРА

1. Гольцман Б.М., Дашевский З.М., Кайданов В.И., Коломоец Н.В. Пленочные термоэлементы: физика и применение- М.: Наука. -1985. -232 С.
2. Атакулов Ш.Б., **Коканбаев И.М.** Термические и радиационно – стимулированные процессы в поликристаллических пленках халькогенидов свинца (монография). // Фан.Ташкент.-1992.-96 с
3. **Коканбаев И.М.** Закономерности формирования термоэлектрических свойств пленок n-PbTe аморфной подложке //Журнал проблемы преобразования энергии (Москва РАН). -1990. - №2. -С. 39-40.
4. **Коканбаев И.М.** О термоэлектрических свойствах пленок n-PbTe //Инж.Физич.Журн. Минск. -2003. Т. 76. - № 2. -С. 166-167.
5. Равич Ю.И., Ефимова Б.А., Смирнов И.А. Методы исследования полупроводников в применении халькогенидов свинца PbTe, PbSe, PbS.- М. Наука.- 1968.- 383 С.
6. **Коканбаев И.М.** Влияние атмосферного кислорода на термоэлектрические свойства пленок n – PbTe //Журнал проблемы преобразования энергии (Москва РАН). -1991. - №1. -С. 24-25.
7. Otaqo'ziyevna, Toxirova Maxfuzaxon, and Abdumanonova Firuza Abdualiyevna. "THE ROLE AND ROLE OF VIRTUAL TECHNOLOGIES IN SOLVING INTERDISCIPLINARY APPLIED ISSUES ON NEWTON'S LAWS AT SCHOOL." *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal* 10.12 (2022): 118-121.
8. Otaqo'ziyevna, Toxirova Maxfuzaxon. "METHODS OF SOLVING FINITE ISSUES OF APPLICATION OF NEWTON'S LAWS IN SCHOOL." *INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL SCIENCE & INTERDISCIPLINARY RESEARCH ISSN: 2277-3630 Impact factor: 7.429 11.07* (2022): 29-33.
9. Ataqulov Sh.B., **Kokanbaev I.M.** Oxygen diffusion to the bulk and crystalline boundaries in PbTe //Solid State Communications. -1987. -V.61. – N.6. -P. 369-372.
- 10 **Коканбаев И.М.** Деградация термоэлектрических свойств пленок n – PbTe в атмосферном кислороде //Инж.Физич.Журн. Минск. -2003. -Т. 76. - № 2. -С. 168-170.
11. Ш.Б.Атақулов, И.М.Коканбаев , М.А.Мухамадиев. Микроструктура пленок теллурида свинца на аморфной подложке. //ДАН РУз.-1985.- № 9. –С.30-32.