



Технологические Особенности Получения Термоэлектрических Пленок N-PbTe

Коканбаев Исмаилжан Мамаджанович

Ф.-М.Н., Доцент (Кокандский Гос.пед.институт. г. Коканд. Узбекистан)

Алиев Хасанбой Ферузўгли

Студент., (Кокандский Гос.пед.институт. г.Коканд. Узбекистан)

Received 24th Feb 2022, Accepted 13th Mar 2022, Online 25th Apr 2022

Аннотация: Приведены результаты исследования термоэлектрические и гальваномагнитных свойства пленок n-PbTe. В качестве шихты использовались измельченные кристаллы n-PbTe, полученные зонной рекристаллизацией PbJ2. Рост Tk приводит к непрерывному увеличению коэффициента термоэлектрической мощности 2 (КТМ) пленок n-PbTe, при TK=630±10K пленки обладают максимальной величиной 2σ. Экспериментально показано, что при температуре конденсации TK=630±10K коэффициент термоэлектрической мощности полученных пленок n-PbTe имеет максимальное значение порядка 2σ=45÷50 мкВтК²·см.

Ключевые слова: халькогенид, теллурид, магнитосопротивления, деградации, аморфтермообработка, диапазон, подложка, полиамид, интенсивность, конденсат, термически, аморфные, термоэдс, модуль упругости, термовакуум.

Одной из важнейших проблем в создании пленочных термопреобразователей является разработка оптимальной технологии препарирования пленочных ветвей. Оптимизация технологии заключается, во – первых, в задании пленкам высокой термоэлектрической мощности; во – вторых, в нахождении таких макроскопических режимов технологии, которые обеспечивали бы повторяемость параметров пленок в каждом технологическом цикле. Такая задача включает не только подбор технологических параметров (степень вакуума в технологической камера, температура испарения и конденсации).

Известно, что существует тесная связь между технологией препарирования пленок, их составом и структурой, а также электрофизическими свойствами. С одной стороны технологические приемы формируют структуру и состав пленок, а последние определяют их потенциальный рельеф и в конечном счете физические процессы. Пленки даже одного и того же материала, зависимости от условий получения, могут иметь совершенно различные свойство. Поэтому для каждой конкретной задачи создания той или иной пленки, предназначенной для использования в различного типа первичных преобразователях, ее решение необходимо начинать с самого начала: разработки технологии, а для целенаправленной коррекции технологии проводить комплекс структурных, фазовых и электрофизических измерений.

В настоящей работе представлены технологии изготовления n-PbTe – ветвей пленочных термопреобразователей на аморфной подложке, для дальнейшие исследования их структуры, а также методика и результаты изучения электрофизических свойств.

Термоэлектрические пленки PbTe можно получать, методом открытого испарения. В наших экспериментах пленки n-PbTe получались термическим испарением в вакууме $5 \cdot 10^{-5}$ - $5 \cdot 10^{-6}$ Торр на разогретые аморфные подложки полиимидную ленту ПМ-1.

Из довольно обширного числа неориентирующих подложек особое место занимают подложки из полиимидной ленты, обладающие рядом достоинств, среди которых чрезвычайная гибкость и эластичность, термостойкость, низкая теплопроводность и др. В таблицу сведен основные характеристики полиимидных подложек, заимствованные из [1,2,3,4].

Наиболее важной из всех перечисленных выше характеристик полиимидной ленты при создании термопреобразователей является низкая теплопроводность, так как в основном теплопроводностью подложки и определяется суммарная теплопроводность пленочного термопреобразователя. Например, теплопроводность ПМ-1 в четыре раза ниже теплопроводности другой, весьма используемой при создании пленочных термопреобразователей, подложки слюды

показатель	величина
Толщина, мкм	1 – 100
Сопротивление растяженного, Н/м (300-500) К	$1,1 \cdot 10^6 - 7 \cdot 10^4$
Максимальная температура, не разрушающая материала, К	640 – 650
Модуль упругости, Н/м ²	$3 \cdot 10^9$
Коэффициент линейного расширения, К ⁻¹	$(2 \div 3) \cdot 10^{-5}$
Теплопроводность, Вт/м · К	$(1 \div 4) \cdot 10^{-1}$

Зависимость коэффициента термоэдс от концентрации носителей заряда в полупроводниках является либо логарифмической (в отсутствии вырождения), либо степенной с показателем меньше единицы (при вырождении), что слабее зависимости $\sigma \sim n$. Поэтому одним из путей повышения термоэлектрической мощности массивных материалов является увеличение в них концентрации носителей заряда. То же самое относится и к пленкам.

Одним из преимуществ термовакуумной технологии пленок PbTe является то, что при достаточно высоких вакууме и температурах конденсации концентрация носителей заряда в пленках близка к исходной концентрации в шихте. В связи с этим обычно необходимую концентрацию носителей заряда в термоэлектрических пленках PbTe обеспечивают соответствующим легированием шихты. качестве шихты использовались измельченные кристаллы n-PbTe, полученные зонной перекристаллизацией. Исходный материал был легирован PbI_2 и имел следующие параметры $\sigma \approx (3,4-3,6)10^3 \text{ Ом}^{-1} \text{ см}^{-1}$, $n \approx (2 \div 3) \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$, $80 \div 100 \text{ мкВ/К}$ при $T=300 \text{ К}$.

Пленки получали на промышленной установке “Альфа-01”, позволяющей в одном технологическом цикле получать 5 – 10 пленок, в зависимости от их конфигурации. В технологическом эксперименте использовались испарители в виде алундовых корзиночек, которые изготавливались следующим образом: из вольфрамовой проволоки диаметром 0,8 – 1,0 мм навивали коническую спираль с малым шагом. Эта спираль с внутренней и наружной стороны покрывалась спиртовой суспензией мелкого порошка окиси алюминия (Al_2O_3), после чего прогревалась на воздухе до образования тонкого белого покрытия, заполняющего пространство между витками. После сумки на воздухе корзиночки спекали в вакууме ($\sim 1 \cdot 10^{-5}$ Торр) пропуская ток через спираль, что обеспечивало её нагревание до температуры 1770 К. Исследование показали, что

наиболее технологичными оказались тигли, в виде конуса с диаметром основания $6 \div 8$ мм, в котором имеется отверстие $3 \div 4$ мм. Такая конструкция испарителя исключала выбрасывание испаряемого вещества при быстром нагревании тигля. Кроме того, такие тигли позволили вести испарение при высоких скоростях и обеспечивали равномерное осаждение материала на подложку.

При поиске оптимального технологического режима конденсации пленок $n - PbTe$ с высокими термоэлектрическими параметрами температуры испарения и конденсации варьировались в пределах $T_U = 1000 \div 1200$ К и $T_K = 300 \div 600$ К соответственно. Расстояние от испарителя до подложки составляло $6 - 8$ см. Пленки с высоким коэффициентом термоэлектрической мощности и хорошей адгезией получались при скорости испарения $400 \div 450$ Å/c ($T_U = 1120 \div 1170$ К) и конденсированные в узком температурном интервале $T_K = 620 \div 640$ К. При этих же режимах обеспечивается наиболее структурно - упорядоченным пленкам соответствуют самые высокие термоэлектрические свойства. Экспериментально показано [7,8] что при температуре конденсации $T_K = (630 \pm 10)$ К коэффициент термоэлектрической мощности полученных пленок $n - PbTe$ имеет максимальное значение порядка $(45 \div 50)$ мкВт/К² · см.

Список использованной литературы

1. Чопра К.Л. Электрические явления в тонких пленках. М. Мир. 1972. 436 с.
2. Атакулов Ш.Б. Коканбаев И.М. Термические и радиационно стимулированные процессы в поликристаллических пленках халькогенидов свинца. Ташкент. Фан. 1992-.95.с.
3. Атакулов Ш.Б. Коканбаев И.М. Мухамедиев М.А. Микроструктура пленок теллурида свинца на аморфной подложке // ДАН Уз. ССР. -1985.-В. 9.С.30-32.
4. Гольцман Б.М., Дашевский З.М., Кайданов В.И., Коломоец Н.В. Пленочные термоэлементы: физика и применение- М.: Наука. -1985. -232 С.
5. Палатник Л. С., Сорокин В. С. Тонкие пленки полупроводниковых соединений // Изв.АН СССР. Неорг. материалы.- 1969. – Т. 5. –В. 5. –С. 822- 852.
6. Пленочные материалы ПЭТФ, Пм- 1. Каталог справочник // Черкаси. Отделение НИИТЭХИМ. - 1974. – 26 с.
7. Коканбаев И. М. Закономерности формирования термоэлектрических свойств пленок $n-PbTe$ на аморфной подложке // Uzbek Journal of Physics. – 2002. Vol.4(№2). PP.139-140.8
8. Коканбаев И. М. Experimental Technique for Measuring Electrical, Thermoelectric and Galvano-Magnetic Properties of Films $n-PbTe$. International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding. 21073 Hamburg, Germany Phone. June 21, 2021 s.342-346.