

kremniy bilan birikib magniy oksidi , magniy silisidini hosil qiladi. Bulardan shuni xulosa qilish mumkinki, 800°C haroratda kremniy unumi nisbatan yuqori bo'lgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Segal, M. Material history: Learning from silicon. *Nature* 483, S43–S44 (2012). <https://doi.org/10.1038/483S43a>
2. Будагян Б.Г., Шерченков А.А., Бердников А.Е., Черномордик В.Д. Высокоскоростной метод осаждения аморфного кремния. *Микроэлектроника*, 2000, т. 29, вып. 6, с. 442-448.
3. A. Darghouth, S. Aouida , B. Bessais // High Purity Porous Silicon Powder Synthesis by Magnesiothermic Reduction of Tunisian Silica Sand//
March 2021 *Silicon* 13(7):1-10 DOI:10.1007/s12633-020-00433-1
4. Ahmad Zadi-Maad // Magnesiothermic Reduction of Amorphous and Crystalline Silica Thesis for: Bachelor of Science // июнь 2013
DOI:10.13140/RG.2.2.13104.97281
5. Абдурахманов Б.М., Ашуров М.Х., Ашуров Х.Б., Кадыров А.Л., Курбанов М.Ш., Оксенгендлер Б.Л. Проблемы и перспективы кремниевого производства в Центральной Азии Худжанд, Нури маърифат, 2016, 420 с.
6. Shriver D., Atkins P. *Kremniy va uning qotishmalari*. Ekaterinburg, 2005 yil.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК *PbTe*

Т.Ахмедов, С.М.Зайнолобидинова, М.Б.Набиев
Ферганский Государственный университет

Аннотация: В данной статье исследованы влияния отдельных компонентов на электрофизические свойства пленок.

Ключевые слова: температура подложки, концентрация свободных электронов, электродвижущие силы, зонная диаграмма, термопара, монокристаллы *PbTe* , пленочные элементы.

Введение: Известно, что монокристаллы *PbTe* обладают большим коэффициентом эластосопротивления. Но вместе с этим имеют малую механическую прочность [1]. Электрические свойства пленочных элементов из полупроводниковых соединений зависят от состава и структуры пленки. Частичные или полные разложения полупроводникового соединения при испарения в вакууме создает ряд специфических особенностей. Состав и структура пленки заметно отличаются состава и структуры испаряемого вещества. Авторы в работе [1] исследовали влияние избытка компонентов на электрофизические свойства пленок *PbTe* и установили, что в них содержится линейный *p-n* переход и с увеличением содержания теллура растут удельное сопротивление и термо э.д.с. (термо э.д.с. достигает 1000мкВ/град). Исходя из этого представляет интерес изучение влияния отдельных компонентов на электрофизические свойства пленок.

1.Технология приготовления тонких пленок.

Для испарения использовали соединение *PbTe* - типа проводимости и отдельные компоненты *Pb* и *Te* высокой чистоты. Подложки из разных диэлектрических материалов располагали перпендикулярно нормали к поверхности испарителя на расстояние от него $h=55$ мм. Пленки полученные на бумажных подложках, подложки нагревались от комнатной температуры до 150°C. Пленки, полученные в интервале температур подложки 120-130°C

обладали хорошей адгезией а имели необходимые для термоэлемента электрофизические свойства.

Значительное влияние на термоэлектрические свойства пленок оказывает скорость испарения и конструкция испарителя. Для испарения отдельных компонентов *Pb* и *Te* использовали танталовые лодочки. Сублимация *PbTe* из танталовых лодочек происходит медленно и начинается при температуре 550-600°C. Пленки получаются черного цвета, обладают плохими термоэлектрическими свойствами. По данным работы [2] при температуре 511-688°C *PbTe* легко испаряется и теплота сублимации составляет 53,3 ккал/моль, теплота диссоциации 51,4 ккал/моль. С большей скоростью *PbTe* испаряется из алундовых корзиночек.

Температура испарения при этом равна $T_u = 720 \div 780^\circ\text{C}$. Это согласуется с исследованиями Палатника и Сорокина [1]. Управление атомарно-молекулярными потоками в условиях их конденсации на подложке достигается созданием трех независимо регулируемых температурных зон (для испарения компонентов *Pb* и *Te* и для подложки). Состав пленки задавали испарением определенного количества отдельных компонентов *Pb*, *Te* и *PbTe*. Термоэлектрические пленки получены одновременным испарением составляющих материала навески из одной и из двух лодочек.

1) Из одной лодочки *PbTe*. 2) Из двух лодочек *PbTe – Pb*, *PbTe-Te* и *Pb-Te*. Конденсированные слои медленно охлаждались в вакууме до комнатной температуры. Тип проводимости определяли методом термоэ.д.с. при помощи устройства изготовленного для этих целей.

2. Эксперимент

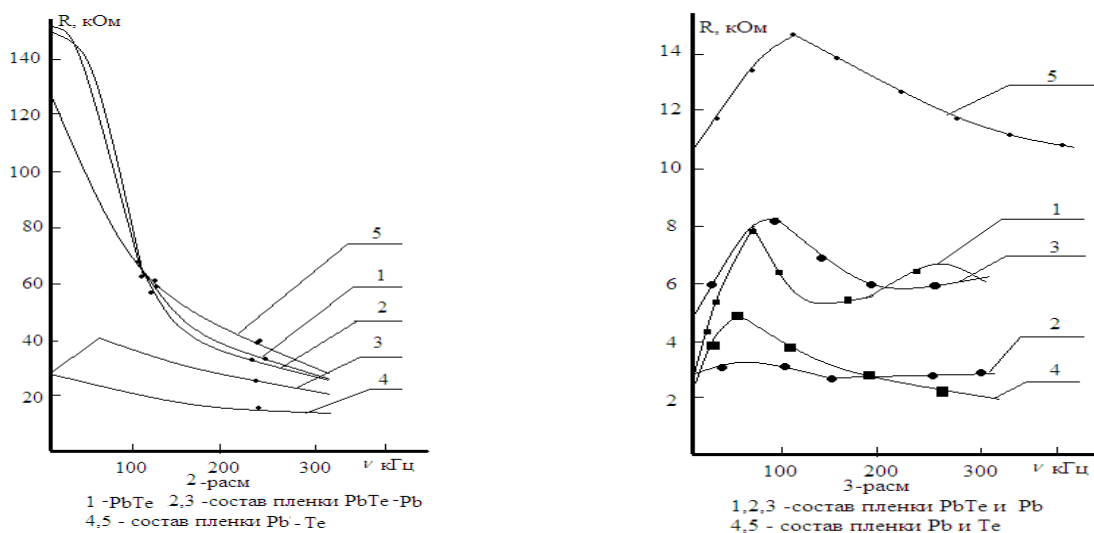
Для создания одноосной деформации на образце пленки приклеивали на гибкую стальную пластинку клеем момент и термообработывали. Пластинку с датчиком устанавливали зажимом испытательного устройства. Установка позволяла деформировать образец (растягивать и сжимать) в широком диапазоне. Исследуемые образцы деформировались до $\varepsilon = \pm 1,32 \cdot 10^{-3}$ отн.ед. Степень отклонения свободного конца стальной пластинки контролировалось индикатором часового типа. Напряжение питания и ток, протекавший через пленку измеряли соответственно вольтметром М 253 и амперметром М 254 соответственно. Исследование частотной зависимости сопротивления пленок проводилось при помощи звукового генератора ГЗ-7А и лампового вольтметра ВЗ-2А (рис.2) и (рис.3). Толщину чувствительного слоя определяли методом взвешивания в интерференционном микроскопом МИИ-4. Оба метода дают близкие результаты.

3. Результаты эксперимента

Тип проводимости пленок определяли после извлечения из вакуумной установки. При этом было установлено, что пленки толщиной менее 1 мкм полученные из *PbTe* стехиометрического состава, обладают дырочной проводимостью, а более толстые - электронной.

Для выяснения влияния условий получения на проводимость пленок из одной и той же навески производилось несколько последовательных напыления. При этом было установлено, что тип проводимости пленок не зависит от последовательности напыления, а зависит только от толщины. Эти результаты, по-видимому, свидетельствуют о том, что дырочная проводимость тонких пленок *PbTe* не является следствием наличия в них избыточного

количества атомов теллура, скорее всего она связана с адсорбцией атомов кислорода. Это согласуется с исследованиями авторов [1]. Пленки системы $PbTe-Te$ и $Pb-Te$ с увеличением избытка теллура над стехиометрией, получились p -типа, а пленки $PbTe-Pb$ и $Pb-Te$ с увеличением свинца n -типа проводимости.



Литература

1. Л.С.Палатник, В.К.Сорокин «Основы пленочного полупроводникового материаловедения». «Энергия», М.1973.
2. М.Б.Набиев., Ш.Б. Атакулов., Ф.Ю. Ахмедов., М.М. Мирзаев., Р.Т. Расулов «Особенности легирование пленок $PbTe$ элементами V группы» O'zbekiston Fizika Jurnalı, Volume 9, Number 4, 2007, стр 247-253.
3. М.Б.Набиев.,И.С.Ходиев.Решения задачи о возможностях нестационарного термоэлектрического охлаждения с использованием импульсов тока прямоугольной формы. Uz.Res.Innovatsion rivojlanish Vazirligi, Uz.Res. Fanlar Akademiyasi.Uz.MU. 'Ilmiy tadqiqotlar' Xalqaro- SAMITI. TASHKETNT-2022 .23.02.22.185-191.
4. М.Б.Набиев.Экстремальные режимы работы полупроводниковых термоэлементов и устройств на их основе.»Монография» Издательство «Classic» ISBN:978-9943-6874-4-8 Фергана 2020

ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКИХ СЛОЁВ МОЛИБДЕНА МЕТОДОМ МСРП НА МОНОКРИСТАЛЛЫ КРЕМНИЯ

Музафарова С. А., Хусанов З.М., Махмудов М.А., Кенжаева З.С.
НИИ физики полупроводников и микроэлектроники при НУУз.

В рамках данной работы представлены особенности магнетронного распыления металлов, таких как молибден, а атмосфере инертного газа аргона в объёме с целью введением атомов Mo вглубь поверхности кремния методом термоциклирования для создания термостойких кремниевых монокристаллов и структур на их основе для микроэлектроники.

В магнетронных распылительных системах распыление материала происходит за счёт бомбардировки поверхности мишени ионами рабочего газа, образующимися в плазме аномального тлеющего разряда.