

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

**FarDU.
ILMIY
XABARLAR-**

1995 йилдан нашр этилади
Йилда 6 марта чиқади

5-2020

**НАУЧНЫЙ
ВЕСТНИК.
ФерГУ**

Издаётся с 1995 года
Выходит 6 раз в год

| | |
|---|----|
| А.Абдурахмонов Яшил рангинг миллий шеъриятда ўзига хос ифодаси (испан ва ўзбек лирикаси мисолида) | 79 |
| О.Абобакирова Ўзбек болалар ҳикоячилигининг бадиий хусусиятлари..... | 83 |
| Д.Турдалиев Рус фольклоршунослигида анъанавий лингвистик формулалар..... | 92 |
| И.Ҳабибуллаев Хуршид Дўстмуҳаммад қиссаларида руҳий-психологик тасвир (“Нигоҳ” қиссаси асосида)..... | 98 |

ТИЛШУНОСЛИК

| | |
|--|-----|
| А.Муҳиддинов Нутқ актини биомолекуляр ва ментал кодлаштириш жараёнларининг изоморфлиги ва алломорфлиги | 103 |
| Р.Сайфуллаева, Ҳ.Ҳамроева Ўзбек рақс терминларининг лингвокультурологик таснифи..... | 108 |
| З.Акбарова Турли функционал услублардаги матнларда тил воситаларидан фойдаланган ҳолда оламни моделлаштириш..... | 113 |
| Н.Шарафутдинова Ўткир Ҳошимовнинг “Тушда кечган умрлар” асарида қўлланилган мифоним ва теонимлар таҳлили..... | 118 |
| Ў.Исламов Адабий тил - нутқ маданиятининг олий шакли..... | 122 |
| Л.Абдуллаева Аббревиация-ўзбек ва инглиз тилларида сўз ясаш усули сифатида..... | 126 |

ПЕДАГОГИКА, ПСИХОЛОГИЯ

| | |
|---|-----|
| С.Абдурахмонов, Ш.Ибрагимов Талабаларнинг мустақил ишларини ташкил этишнинг ташкилий усуллари..... | 129 |
| У.Абдуллаева Чет тили бўйича кўникмаларни баҳолашда ёш хусусиятларига кўра ёндашув принциплари..... | 134 |

ИЛМИЙ АХБОРОТ

| | |
|--|-----|
| Ў.Омонова Алмаштириш операторларини қуришнинг композицион усули ҳақида..... | 139 |
| А.Раҳматжонзода Баъзи умумлашган гипергеометрик функцияларнинг интеграл кўринишини топиш масалалари..... | 143 |
| Б.Каримов, Р.Эргашев, А.Сирождидинов Sn асосида шаффоф ўтказувчи электродлар..... | 147 |
| А.Урунов, С.Элмонов Тишли-ричагли механизмлардан тузилган комбинацион механизмнинг параметрларини асослаш ва кинематик текшириш | 150 |
| Д.Аббосова, А.Ибрагимов, О.Назаров Ephedra equisetina bunge ўсимлиги баргларида олинган эфир мойи таркибий қисмларининг ГХ-МС таҳлили..... | 154 |
| М.Ахмадалиев, И.Асқаров, Н.Юсупова, М.Икромова ЗФАМЭД смоласининг олиниши..... | 158 |
| С.Маматқулова, Ш.Абдуллаев, Р.Деҳқонов Helianthus tuberosus L. (Топинамбур) ўсимлиги илдиз мевасидан турли муҳитларда пектин моддасини ажратиб олиш ва функционал гуруҳларини аниқлаш..... | 161 |

Sn АСОСИДА ШАФФОФ ЎТКАЗУВЧИ ЭЛЕКТРОДЛАР
ПРОЗРАЧНЫЕ ПРОВОДЯЩИЕ ЭЛЕКТРОДЫ НА ОСНОВЕ Sn
TRANSPARENT CONDUCTIVE Sn BASED ELECTRODES

Б.Каримов¹, Р.Эргашев², А.Сирожиддинов³

¹ Б.Каримов

— ФарДУ физика-математика фанлари номзоди, доцент.

² Р.Эргашев

— ФарДУ ўқитувчиси.

³ А.Сирожиддинов

— Тошкент ахборот технологиялари университети, компьютер инженери факультети компьютер тизимини пойхалаш йўналиши магистранти.

Аннотация

Sn асосида шаффоф ўтказувчи электродлар физика ва электроника соҳасидаги кўплаб муаммоларга ечимдир. Қуйидаги мақолада Sn асосида шаффоф ўтказувчи электродларни кўплаш, олиш методи, чидамплиги, нисбийлиги, тайёрланиши ва фойдаланиши кўриб чиқилган.

Аннотация

Прозрачные проводящие электроды на основе Sn самые актуальные решения многих проблем в области физики и электроники. В данной статье рассмотрено использование, методы получения, стойкость, соотношения, изготовление и применение прозрачных проводящих электродов на основе Sn

Annotation

Transparent conductive Sn based electrodes are the most relevant solutions to many problems in physics and electronics. This article discusses the use, production methods, resistance, ratio, manufacture and application of transparent conductive Sn based electrodes

Таянч сўз ва иборалар: электрод, асбоб, оптоэлектроника, автоматика, фоторезистив, фотопотенциометр, вакуум, пиролиз, реактив, плёнка, кадмий.

Ключевые слова и выражения: электрод, прибор, оптоэлектроника, автоматика, фоторезистивная, фотопотенциометр, вакуум, пиролиз, реактивный, плёнка, кадмий.

Keywords and expressions: electrodes, devices, optoelectronics, automation, photoresistive, photopotentiometer, vacuum, pyrolysis, reactive, film, cadmium

Прозрачные электроды необходимы во многих современных фотоэлектрических приборах, используемых в оптоэлектронных приборах, измерительных цепях, схемах автоматической регистрации и контроля излучения. В частности, в слоистых фоторезистивных структурах могут быть использованы при изготовлении омических электродов и токоведущих контактов для фоторезисторов, фотопотенциометров, оптронов и т.д. [1]. Все материалы для прозрачных электродов (за исключением тонких напыленных металлических пленок из золота, серебра и др.) представляют собой полупроводниковые пленки окислов.

Тонкие пленки окислов олова или индия - ITO (оксидов индия и олова) имеют низкое сопротивление и высокую прозрачность [2, 35-40].

Прозрачные проводящие тонкие плёнки получают четырьмя методами:

1. Вакуумное испарение. Вакуумное испарение производится при давлении 10^{-3} -

10^{-5} мм.рт.ст и температура подложки 350° - 400° С, однако условия испарения металла (Sn, In) и порошка (SnO_2 , In_2O_3) несколько различны.

Сопротивление плёнок SnO_2 несколько велико, по этому методу при сравнительно низкой температуре ($\sim 400^{\circ}$ С) можно получить пленку In_2O_3 имеющую сопротивление $2 \cdot 10^{-4}$ ом·см и прозрачностью 80-90% в видимой области спектра [2].

2. Пиролиз кристаллического олова. Пиролиз $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ позволяет получить слои по следующей схеме. Сначала подложку промывают в серноокислом растворе в течение 1 минуты, затем промывают подогретой проточной водой, ополаскивают дистиллированной водой, обезжиривают спиртом и сушат путем обогрева теплым воздухом. Такая промывка обеспечивает очистку стекла от различных поверхностных загрязнений, которые отрицательно сказываются на прочности сцепления слоя со стеклом.

Очищенная подложка нагревается в печи до температуры 380-550°C. Одновременно нагревается другая печь с повышенной температурой 30-40°C. Образующиеся пары, смешиваясь с подводимым воздухом, поднимаются и по шлюзу или по трубопроводу попадают в первую печь, где осаждаются на подложку в виде тонкого слоя.

Метод пиролиза материала $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ позволяет получать слои SnO_2 с сопротивлением от несколько Ом до сотен тысяч Ом путем добавления в исходный материал примеси в виде треххлористой сурьмы SbCl_3 .

3. Реактивное катодное распыление металлического олова. Сущность этого способа, являющегося одним из прогрессивных способов получения слоев SnO_2 , состоит в том, что распыление Sn ведется при температуре подложки 400°C в атмосфере кислорода, смешанного с инертным газом (например, смесь аргон-кислород) при давлении от 10^{-3} - 10^{-2} , в результате чего на подложке образуются пленки окислов распыляемого олова вида SnO_2 и SnO_x , где $x < 2$. Этот метод позволяет получить прозрачные проводящие пленки сопротивлением $2 \cdot 10^{-4}$ ом·см и прозрачностью 80-90% в видимом диапазоне длин волн.

4. Гидролиз растворов хлорного олова. Этот метод получил наибольшее распространение. Он позволяет получить электропроводящие полупроводниковые слои SnO_2 путем обработки нагретой до температуры 500-550°C подложки растворами $\text{SnCl}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Процесс образования слоя протекает в течение нескольких секунд. В образовавшемся слое в основном содержится двуокись олова SnO_2 , в структуре которой имеются моноокись олова SnO и незначительное количество металлического олова Sn. Химически чистая без этих примесей SnO_2 является диэлектриком. Наличие примесей Sn и SnO вызывает нарушение структуры кристалл SnO_2 и приводит к появлению электрической проводимости слоя.

Нами, методом вакуумного испарения и пиролиза кристаллического олова, получены усовершенствованные полупрозрачные контакты, имеющие очень

высокое качество. Исследованы прозрачность и сопротивление полученных образцов [3,4].

Поставленная цель достигается тем, что в качестве металла используют кадмий или олово и перед катодным распылением на пластины кадмия или олова термически испарением наносят соответственно слой олова или кадмия толщиной 0,02-0,03 мкм, причем для пластины кадмия с нанесенным слоем олова катодное распыление проводят в газовой смеси, содержащей 60-65 об% аргона и 35-40 об % кислорода, а для пластин олова с нанесенным слоем кадмия катодное распыление проводят в газовой смеси, содержащей 15-20 об% аргона и 80-85 об % кислорода. Температура подложки 400°C. Эти режимы были идентифицированы нами для осаждения слоев ИТО с оптимальными оптоэлектрическими свойствами на стеклянных подложках.

В плёнках SnO_2 (CdO) с наличием незначительного количества кадмия (олова), изготовленных путем катодного распыления без последующих отжигов, значительно улучшается электропроводность и прозрачность образцов.

При этом при увеличении толщины слоя кадмия или олова ($d > 0,03$ мкм) ухудшается прозрачность образцов, а при уменьшении ($d < 0,02$ мкм) – электропроводность.

На пластинку из кадмия размером $1 \times 0,3 \times 0,1$ см путём термического испарения в вакууме порядка 10^{-4} мм. рт. ст. наносят тонкий слой олова толщиной 0,02 мкм и укрепляют в качестве катода в установке катодного распыления, причём конструкция держателя катода обеспечивает циркуляцию жидкого охлаждения во внутренней полости для поддержания температуры катода в определенных пределах. Анод состоит из блока алюминия со вставленной пластинкой нагревателя, на котором размещают 2-8 подложек одновременно. В качестве подложек берут пластины из стекла размером $2,7 \times 10 \times 0,3$ см, которые предварительно обрабатывают азотной кислотой, затем кипятят в дистиллированной воде 15-20 мин. и высушивают, протирают спиртом. При изготовлении проводящих прозрачных плёнок камеру заполняют смесью инертного газа и кислорода в соотношении:

а) для пластин кадмия с нанесенным слоем олова катодное распыление проводят в газовой смеси, содержащей 60-65 об. % аргона и 35-40 об.% кислорода.

Б) для пластин олова с нанесенным слоем кадмия катодное распыление проводят в газовой смеси, содержащей 15-20 об. % аргона и 80-85 об. % кислорода.

При плотности тока $1,45-1,5 \text{ мА/см}^2$ ($E=2 \text{ Кв/см}$) в вакууме порядка 10^{-2} мм.рт.ст. производят распыление со скоростью 90-100А/мин, для формирования на стеклянной подложке прозрачной проводящей плёнки окиси кадмия толщиной 0,1-0,15 мкм. Прозрачность плёнки в области $\lambda=700-720$ нм 80%, а сопротивление 90 Ом.

Прозрачный контакт может быть применен при изготовлении сложных полупроводниковых приборов.

Данный способ имеет следующие положительные аспекты:

-увеличение адгезионных свойств плёнок;

-обеспечение стабильности плёнок;

-увеличение надёжности полупроводниковых приборов.

Настоящий способ изготовления прозрачных проводящих плёнок из окиси кадмия или олова используется для изготовления электродов к фотоприемникам с хорошей адгезией плёнок к подложке, химической стабильностью и без дополнительных отжигов.

Для изготовления прозрачных токопроводящих плёнок на основе окислов металлов на диэлектрических подложках, включающих катодное распыление пластин металла окисла в газовой смеси аргона и кислорода, отличающихся тем, что с целью увеличения электропроводности и прозрачности плёнок в качестве металла используют кадмий или олово и перед катодным распылением на пластины кадмия или олова термическим испарением наносят слой олова или кадмия толщиной 0,02-0,03 мкм.

Литература:

1. Г.С.Хрипунов. Влияние тыльного контакта на электрические свойства пленочных солнечных элементов на основе CdS/CdTe. ФТП, Т. 40, Вып1, 2006.
2. Для авторского коллектива: Физика тонких плёнок. /под общ. ред. Хассе Г. — М., Мир. 1968. -Т.3.
3. Мирзамахмудов Т., Каримов М.А., Айибжонов М., Каримов Б.Х., Алиев М.И. Способ изготовления прозрачных токопроводящих плёнок на основе окислов металлов. // Авторское свидетельство № 749304. -1980.

(Тақризчи: С.Отажонов — физика-математика фанлари доктори).