

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XIX Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**PROCEEDINGS
of the XIX International Scientific Conference
for students and young scholars
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**2024
Астана**

УДК 001

ББК 72

G99

«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» студенттер мен жас ғалымдардың XIX Халықаралық ғылыми конференциясы = XIX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» = The XIX International Scientific Conference for students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024». – Астана: – 7478 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-7697-07-5

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001

ББК 72

G99

ISBN 978-601-7697-07-5

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2024**

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ МЕМРИСТОРНЫХ ЯЧЕЕК НА БАЗЕ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ JEE-420

Серікова Ажар Абзалқызы¹, Досыбеков Арон Азатулы²
makanov@inbox.ru

¹Магистранты кафедры РЭТ, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

²Магистранты кафедры РЭТ, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан
Научный руководитель – Маханов К.М.

Ежегодно темпы накопления и обработки информации растут. При этом, современная микроэлектроника неуклонно приближается к фундаментальным пределам. В связи с этим, активно разрабатывается вопрос повышения как энергетической эффективности, так и скорости вычислительной техники. Работы ведутся по нескольким направлениям: применение современных наноматериалов; внедрение квантовых компьютеров; поиск новых электронных компонентов, совместимых с кремниевой технологией.

Одним из актуальных путей поиска новых электронных компонентов является разработка новых архитектур памяти, называемых мемристор (от англ. memory — память и resistor — сопротивление).

Производительность мемристоров зависит от применяемых для их создания материалов и технологий. Поэтому создание технологии изготовления мемристорных сборок и последующее исследование электрических характеристик являются актуальными задачами.

В настоящее время существует несколько известных способов изготовления мемристоров. Наиболее широко используемые методы являются нанопечатная литография [1, 2] и атомно-слоевое осаждение [3, 4], а также импульсное лазерное осаждение [5]. Оба этих процесса требуют стадии отжига при высокой температуре и формирующего напряжения [6, 4, 3, 7]. В работе [8] исследована возможность использования органического монослоя в качестве переключающей среды для реализации мемристора.

Как видим из данного короткого обзора при изготовлении мемристоров используются различные технологии—химическое осаждение, термическое осаждение в вакууме, магнетронное распыление. Из обзора литературных источников также, установлено, что на рабочие характеристики мемристора помимо состава материалов значительную роль оказывает технология изготовления. Из этого следует, что используемые в работе вакуумные приборы и установки имеют важное значение и требуют отдельного рассмотрения, что и обуславливает актуальность проводимой работы.

Целью работы является разработка технологии напыления тонких электродных пленок из различных металлов.

Задачи:

1. Изучение существующих методов изготовления тонких электродов на твердых подложках.
2. Знакомство с вакуумной техникой и вакуумными системами
3. Освоение вакуумной технологий на основе установки JEE-420.
4. Отработка методики напыления металлических электродов на JEE-420.

Исходя из вышеизложенного, следует, что объектом исследования, в данной работе являются тонкие пленки, изготовленные из различных металлов.

Новизна исследуемой тематики заключается в разработке технологий, способствующей в последующем формированию большего количества мемристорных ячеек на единице площади.

Создание мемристоров с однородным активным слоем смешанных оксидов металлов, обладающих высокой стабильностью и повторяемостью электрических характеристик.

Ожидалось, что разработанная технология вакуумного осаждения позволит получить мемристоры с контролируемым соотношением смешанных оксидов в активном слое. В отличие от более технологичных методов, простое вакуумное оборудование перспективно для изготовления недорогих мемристоров в электронной промышленности.

Техника и методика экспериментов

В качестве основного “инструмента” для изготовления тонкопленочных электродов, мы использовали вакуумный пост с функцией термического напыления.

В настоящее время, существует большое количество всевозможных вакуумных постов. К примеру, наиболее популярными являются посты ВУП 5 используемые еще с середины прошлого века. К наиболее современным вариантам можно отнести ультра-высоковакуумный пост ULVAC NANO-300 [9], вакуумные посты для специфических процессов или приложений Kurt J. Lesker [10] и др.

В своей работе, мы использовали вакуумный пост JEE420 производства компаний “Jeol Ltd” (Япония). Пост оснащен вакуумной камерой диаметром 250 мм, системой напыления, состоящей из электронно-лучевого и термического источников, а также системой откачки. Подробнее ознакомиться с вакуумным постом JEE420 можно на сайте производителя [11].

Внешний вид вакуумной установки JEE420, использованной в нашей работе, представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Вакуумная установка JEE 420

Полученные результаты и их обсуждение

В качестве материалов для изготовления электродов, мы выбрали техническое серебро, алюминий, медь и латунь. Выбор данных металлов обусловлен, доступностью и легкостью обработки. Все металлы, хорошо подвергаются механической обработке и измельчению путем механического воздействия.

В качестве подложки для нанесения электродов, нами были использованы тонкие “покрывные” стекла. Выбор обусловлен во первых, доступностью стекол. Во вторых, все стекла, имеют абсолютно одинаковые величины как по толщине и ширине, так и по длине.

В качестве испарителя, мы использовали готовые вольфрамовые нагреватели различных форм. К примеру, при напылении порошкообразного материала, мы использовали нагреватели в форме воронки из вольфрамового провода. А при необходимости напыления металлических пластин или проводов (не более 1*3мм), мы использовали нагреватели в форме изогнутых под определенную форму вольфрамовых

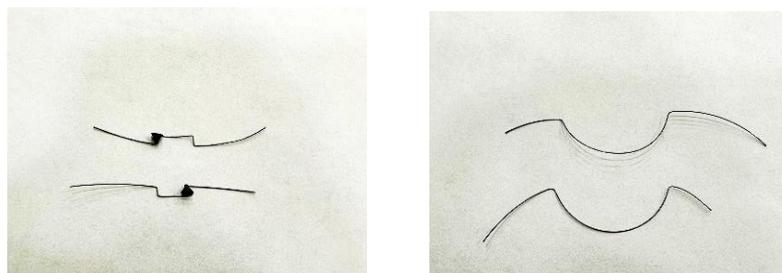


Рисунок 2. Внешний вид вольфрамовых нагревателей

проводов. На рисунке 2, представлен внешний вид вольфрамовых нагревателей, использованных в работе в качестве испарителей.

В первую очередь, для нанесения электродов нами был выбран порошок серебра. Из имеющегося куска технического серебра, отколотого от контактной группы, мы с помощью надфиля предварительно подготовили необходимый объем серебряного порошка. Затем, используя вольфрамовый нагреватель в форме корзины, мы провели работу по нанесению электрода из серебра. Для этого, вольфрамовый нагреватель закрепляется к электродам под стеклянным колпаком на столике рабочего объема. Затем, автоматизированная система вакуумного поста, путем последовательного включения форвакуумного и затем диффузионного насосов откачивает рабочий объем до определенного давления.

Задачей экспериментатора, при напылении, является подбор оптимальных параметров для получения наиболее качественных пленок. Добиться этого можно только путем неоднократных повторений и проведения напыления при разных условиях: расстояние и угол между испарителем и подложкой, давление в рабочем объеме, величина тока подаваемого на электроды, время нагрева.

В таблице 1, представлены результаты определения технологических параметров, для изготовления качественных электродов из таких материалов как: серебро, медь, латунь.

Таблица 1. Параметры для напыления металлических электродов

№ эксперимента	Давление. Р, Па	Материал	Ток электродов, А
№1	$5 \cdot 10^{-3}$	порошок Ag	до 6 А
№5	$4 \cdot 10^{-3} - 6 \cdot 10^{-3}$	порошок латуни	плавно от 4 А до 5А в течении 5 мин
№6	$8 \cdot 10^{-3}$	порошок латуни	до 5.5А
№7	$6 \cdot 10^{-3}$	порошок латуни	до 6 А

На рисунке 3 представлен внешний вид пленочных электродов из различных металлов, полученных в ходе проведенной работы.

Неоднократное повторение процесса изготовления пленочных электродов, показало, что представленные в таблице параметры определены правильно.



Рисунок 3. Внешний вид изготовленных пленочных электродов

Таким образом, можно утверждать, что в ходе данной работы, мы разработали технологию изготовления пленочных электродов из четырех различных металлов.

Полученные данные могут быть рекомендованы к применению при необходимости изготовления металлических пленок методом термического осаждения в вакууме.

Список использованных литературы

1. Jung G. Y. Fabrication of a 34x34 crossbar structure at 50 nm half-pitch by UV- based nanoimprint lithography / G. Y. Jung // Nano Lett. – 2004. – Vol. 4, – P. 1225-1229
2. Xia Q. Memristor-CMOS hybrid integrated circuits for reconfigurable logic / Q. Xia, W. Robinett // Nano Lett. – 2009. – Vol. 9, – № 10. – P. 3640-3645.
3. Choi B. Resistive switching mechanism of TiO₂ thin films grown by atomic-layer deposition / B. Choi // J. of Appl. Phys. – 2005. – Vol. 98, – P. 1-10.
4. Yang J. Memristive switching mechanism for metal/oxide/metal nanodevices/ J. J. Yang, M. D. Pickett, X. Li [et al.] // Nat. Nanotechnol. – 2008. – Vol. 3, – P. 429-433.
5. Emelyanov A. Effect of the thickness of the TiO_x/TiO₂ layers on their memristor properties / A. V. Emelyanov, V. A. Demin, I. M. Antropov [et al.] // Technical Physics. – 2015. – Vol. 60, – № 1, – P. 112-115.
6. Hickmott, T. Low-frequency negative resistance in thin anodic oxide films / T. Hickmott // J. of Appl. Phys. – 1962. – Vol. 33, № 9, – P. 2669-2682
7. Yang J. A compact modeling of TiO₂-TiO_{2-x} memristor / J. Yang, L. Zhang, Z. Chen // Applied physics letters. – 2013. – Vol. 102, – P. 1535-1542.
8. Stewart D. Molecule-independent electrical switching in Pt/organic monolayer/Ti devices / D. Stewart, D. Ohlberg // Nano Lett. – 2004. – Vol. 4, – № 1. – P. 133-136.
9. <https://www.ajvs.com/agilent-technologies-varian-v-300ht-turbo-pump-iso-100-9699037-183>

УДК 621.395.26

МУЛЬТИСЕРВИСТІК ЖЕЛІЛЕР ПӘНІ БОЙЫНША «ВИРТУАЛДЫ АТС» ТУРАЛЫ ЗЕРТХАНАЛЫҚ КЕШЕН ДАЙЫНДАУ

Тындыбек Рамазан Айбекұлы

tyndybek.ramazan17@mail.ru

Л.Н Гумилев атындағы ЕҰУ Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар кафедрасының студенті, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – Қалиева Самал Ахметжановна

Аңдатпа. Мақалада негізгі қарастырылатын мәселе студенттерді оқыту процесінде, оның ішінде «Мультисервистік желілер» және «IP-телефония» пәні бойынша зертханалық кешенді жеке меңгеру барысында, әр қолданушының ұсынылған нұсқаулық бойынша жұмысты қандай деңгейде орындай алу мәселелерін қарастыру. Мақалада компьютерлік технологиялардың оқу үдерісіндегі рөлі мен маңызы қарастырылады, компьютерлік технологияларды пайдалану үшін қажетті негізгі білім мен дағдыларға тоқталып, оқыту процесінде өз жұмысын аяқтай отырып және қосымша сертификатқа <https://portal.3cx.com/customer> сайтта тест тапсырады.

Кілттік сөздер: Мультисервистік желілер, IP-телефония, зертханалық кешен, IP-АТС, мониторинг, виртуалды АТС, дәстүрлі телефон желілері.

Желі архитектурасы өте күрделі болып келеді. Қарапайым корпоративті желіні алар болсақ, ондағы компьютерлік желі немесе IP-телефония желілері болсын оларды әрдайым коммутациялық құрылғылармен байланысты қамтамасыз ету қажеттілігі жоғары. Кеңсе үшін физикалық жабдықтар үлкен шығындарға ие болуы мүмкін. Қазіргі таңда әр кеңсе клиенті немесе қолданушы үшін тиімді жолды қарастыраар болсақ, өз серверінің болуы немесе тұтынушыға қызмет ұсынатын бұлттық технологияға қол жеткізу қазіргі таңның үлкен шығындардан шығатын жалғыз шешімдердің бірі болып табылады. Бұлттық