

УСТАНОВКА МАГНЕТРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ И ИОННОГО ТРАВЛЕНИЯ УРМ 3.279.036

В.А. Парсаев, Н.И. Сушенцов, Д.Е. Шашин

АННОТАЦИЯ

В данной статье описана модернизированная установка магнетронного распыления и ионного травления УРМ 3.279.036 предназначенная для реализации технологии формирования наноструктурированных пленок различных металлов и их соединений.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

МАГНЕТРОННОЕ РАСПЫЛЕНИЕ, ПОКРЫТИЯ, ВАКУУМНАЯ УСТАНОВКА

INSTALLATION OF MAGNETRON SPUTTERING AND ION ETCHING URM 3.279.036

V.A. Parsaev, N.I. Sushentsov, D.E. Shashin

ABSTRACT

This article describes an upgraded installation of magnetron sputtering and ion etching URM 3.279.036 designed to implement the technology of formation of nanostructured films of various metals and their compounds.

KEYWORDS

MAGNETRON SPUTTERING, COATINGS, VACUUM INSTALLATION

АКТУАЛЬНОСТЬ

В настоящее время на производственных предприятиях микроэлектронной промышленности существует потребность в нанесении тонких металлических, полупроводниковых и диэлектрических пленок на различные подложки. Тонкие пленки широко применяются в качестве упрочняющих, светоотражающих, проводящих и диэлектрических покрытий.

На сегодняшний момент вакуумные методы получения тонких плёнок получили большое распространение, однако по основным процессам происходящим в ходе роста можно выявить следующие методы: молекулярно-лучевая эпитаксия, магнетронное распыление и термовакуумное напыление [1].

В виду высокой скорости роста плёнки, адгезионной прочности, простоты электрической организации магнетронное распыление является наиболее перспективным способом получения тонких плёнок. Преимущества магнетронного распыления:

- низкие температуры подложки;
- хорошая адгезия пленки к подложке;
- высокие скорости осаждения;
- хорошая однородность химическому составу;
- хорошая управляемость и долговременная устойчивость процесса обработки;
- позволяет наносить покрытия на большие площади;

- позволяет получать покрытия сложного состава при распылении металлических мишеней в среде химически активных газов.

Для получения пленок методом магнетронного распыления была разработана установка УРМ 3.279.036, внешний вид представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Внешний вид установки УРМ 3.279.036

КОНСТРУКЦИЯ УСТАНОВКИ

В данной установке в камере смонтированы два магнетрона с мишенью магнетрона 300*100 мм. Структурная схема представлена на рисунке 2.

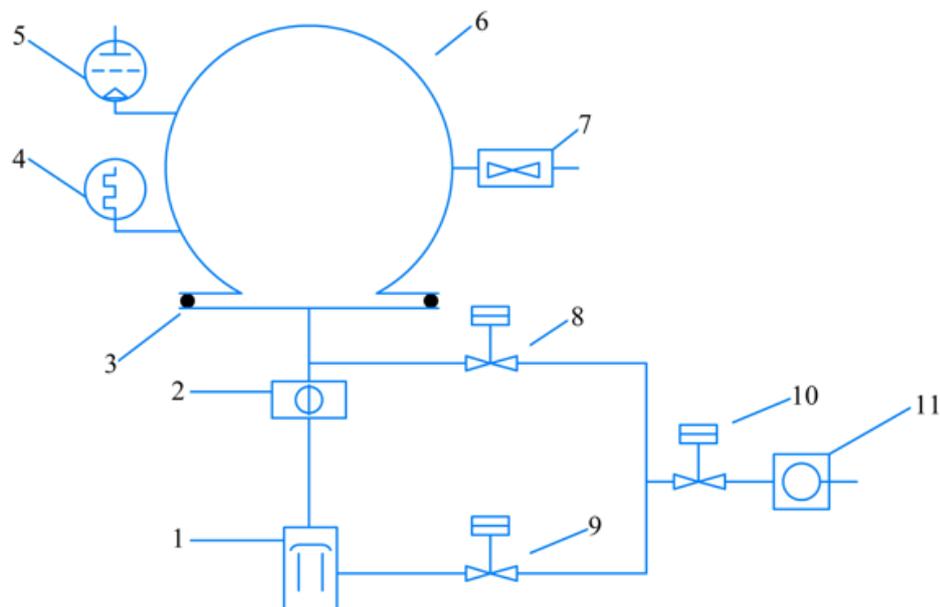


Рисунок 2 – Схема установки УРМ 3.279.036: 1 – паромасляный насос, 2 – высоковакуумный затвор, 3 – резиновое уплотнение, 4 – термопарный преобразователь, 5 – ионизационный

преобразователь, 6 – рабочая камера, 7 – натекагель, 8 – байпасный клапан, 9 – форвакуумный клапан, 10 – защитный клапан, 11 – форвакуумный насос.

Формирование плёнок осуществляется на подложке, установленной на подложкодержателе, который приводится в действие шаговым двигателем, для лучшей работы он подключен к драйверу DM556, расстояние между подложкой и магнетроном составляет 100 мм. Для предотвращения проникновения паров рабочей жидкости используется азотная ловушка.

Установка состоит из следующих узлов:

1) *Вакуумная камера*, в которой происходит, непосредственно, напыление пленок. Внутри камеры установлен подложкодержатель, мишень с магнетронной системой, что способствует созданию высокого вакуума.

2) *Механический форвакуумный насос* – предназначен для откачки воздуха, других газов, паров и парогазовых смесей из рабочей зоны и используется для газов из вакуумной камеры (до 1 Па).

3) *Диффузионный паромасляный насос* – предназначен для получения высокого и сверхвысокого вакуума и используется для создания высокого вакуума внутри камеры (до $1 \cdot 10^{-5}$ Па).

4) *Вакуумные клапаны* – предназначены для вакуумно-плотной изоляции элементов вакуумных систем друг от друга и/или от окружающей атмосферы. На данной установке используются 3 клапана: защитный; форвакуумный; байпасный.

5) *Вакуумметр* – прибор, предназначенный для измерения и контроля давления разреженного газа в вакуумной системе. Вакуумметр состоит из датчика (манометрического преобразователя, или вакуумной лампы), присоединенного к вакуумной системе, и измерительного блока, служащего для обеспечения датчика необходимыми напряжениями питания и индикации измеряемого давления. Конструкция и тип вакуумметров различаются в зависимости от используемого манометрического преобразователя. На данной установке используется цифровой вакуумметр "Мета-хром".

6) *Натекагель* – предназначен для подачи рабочих газов, поддержания заданного давления и соотношения количества газов (в режиме натекагеля) или расхода газов (в режиме напуска) в вакуумных установках с автоматическим и ручным управлением. Преимущества системы разделять в камеру несколько различных рабочих газов. В тоже время существует способ приготавливать смесь двух рабочих газов с определенными параметрами. В качестве рабочих газов на установке используются аргон и кислород. На данной установке используется цифровой натекагель газов "Мета-хром".

7) *Магнетронная распылительная система* – используется в установках вакуумного напыления для распыления металлических, диэлектрических и полупроводниковых мишеней при нанесении покрытий различного назначения. Магнетроны, работающие на постоянном токе, позволяют распылять проводящие мишени (методом реактивного распыления возможно изготовление и диэлектрических покрытий). Высокочастотные магнетроны обеспечивают распыление и проводящих, и диэлектрических мишеней.

8) *Блок питания магнетрона* работают в импульсном режиме и имеют защиту от короткого замыкания и систему гашения микродуг. При распылении на постоянном токе возникают проблемы, связанные с частым возникновением дуг на мишени из-за образования диэлектрических пленок в результате химического взаимодействия материала мишени с реакционным газом. Преодолеть эти недостатки удалось при

использовании для питания магнетронного разряда импульсного напряжения в среднечастотном (20 кГц) диапазоне.

9) *Шаговый двигатель Nema34* - используется для вращения барабана подложкодержателя внутри камеры. Для лучшей работы он подключен к драйверу DM556. Благодаря усовершенствованному алгоритму работы и функции автоматической подстройки под двигатель (параметры саморегулирования тока) драйвер DM556 обеспечивает низкий уровень шума и нагрева, плавность движения и наилучшие характеристики на высоких скоростях работы двигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Духопельников Д.В. Магнетронные распылительные системы: учеб. пособие в 2 ч. – Ч.1: Устройство, принципы работы, применение / Д.В. Духопельников. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 53 с.;
2. Шашин, Д. Е. Влияние напряжения смещения подложки в процессе реактивного магнетронного распыления на супергидрофильные свойства плёнок TiO₂ / Д. Е. Шашин, Н. И. Сушенцов, И. М. Будкина // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2022. – № 1(53). – С. 56-64. – DOI 10.25686/2306-2819.2022.1.56. – EDN HMAOQE.
3. Shashin, D. E. Development of Manufacturing Technology of Photo-Dielectric Sensitive Element of Ultraviolet Range on the Basis of Thin Films of Zinc Oxide / D. E. Shashin, N. I. Sushentsov // Herald of the Bauman Moscow State Technical University. Series Instrument Engineering. – 2019. – No. 6(129). – P. 99-109. – DOI 10.18698/0236-3933-2019-6-99-109. – EDN CQLRPD.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Парсаев Владислав Анатольевич – студент магистратуры радиотехнического факультета Поволжского Государственного Технологического Университета,

Сушенцов Николай Иванович - кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой конструирования и производства радиоаппаратуры Поволжского Государственного Технологического Университета,

Шашин Дмитрий Евгеньевич кандидат технических наук, доцент Поволжского Государственного Технологического Университета (ORCID: 0000-0002-8222-2824), г. Йошкар-Ола респ. Марий Эл e-mail: vparsayev@mail.ru