

УДК 621.3.049

## УЗЛЫ И СИСТЕМЫ ВАКУУМНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ SNT SIGMA-400V

Сапожникова К. С.<sup>1</sup>, Щербакова Е. Н.<sup>2</sup>, Наливайко О. Ю.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ОАО «ИНТЕГРАЛ»-управляющая компания холдинга «ИНТЕРАЛ»

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Представлен основной состав узлов и систем вакуумно-технологического оборудования.

**Ключевые слова:** вакуумно-технологическое оборудование, подложка.

## UNITS AND SYSTEMS OF VACUUM TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

Sapozhnikova K.<sup>1</sup>, Shcherbakova E.<sup>2</sup>, Nalivayko O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JSC INTEGRAL is the management company of the INTERAL holding

<sup>2</sup>Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** The main composition of units and systems of vacuum technological equipment is presents.

**Key words:** vacuum technological equipment, substate.

Адрес для переписки: Щербакова Е. Н., ул. Я. Коласа, 22, г. Минск 220113, Республика Беларусь

e-mail: scherbakova@bntu.by

Установка SNT Sigma-400V представляет собой вакуумно-технологическое оборудование (ВТО) периодического действия со шлюзовой загрузкой.

Установка оснащается сухими механическими насосами для предварительной откачки, системой высоковакуумной откачки на турбомолекулярном насосе и криопанели или крионасосе.

ВТО имеет в составе следующие основные узлы и системы:

1. Модуль загрузки;
2. Пост вакуумный;
3. Система откачки;
4. Транспортная система;
5. Технологические устройства;
6. Система нагрева;
7. Система охлаждения;
8. Система газовая;
9. Система пневматическая;
10. Система электропитания и управления;
11. Система автоматического управления.

Модуль загрузки обеспечивает загрузку-выгрузку подложек в ручном и автоматическом режиме, возможность оперативной смены подложкодержателей для перехода на другой типоразмер подложек.

Модуль загрузки обеспечивает возможность работы с круглыми подложками диаметром до 200 мм и квадратными до 178×178 мм, толщиной от 100 мкм до 8 мм. Основные материалы подложек – кремний, стекло, кварц.

Модуль загрузки состоит из стола ручной загрузки-выгрузки (для удобства ручной загрузки и замены оснастки) и стола автоматической загрузки с системой роботизированной загрузки-выгрузки.

Каретка представляет собой жесткую рамку с круглой направляющей на нижней стороне, и

ферромагнитной направляющей сверху. Нижняя направляющая контактирует с профилированными роликами транспортной системы, верхняя удерживается блоками бесконтактной магнитной опоры. В технологической камере, верхняя и нижняя часть каретки защищена от запыления и воздействия плазмы.

Каретка стоит с наклоном 5–10 градусов для возможности установки подложек без дополнительного крепления. Угол наклона устанавливается при монтаже и настройке оборудования, и, при необходимости, может быть изменен в процессе эксплуатации.

На каретке устанавливается сменный держатель подложек и защита от запыления. Держатель подложек – легкоъемная сменная деталь, установленная на каретке. Представляет собой металлическую пластину с фрезерованными углублениями под подложки, и полимерными (полиимид, РЕЕК) вставками или покрытием, обеспечивающими отсутствие контакта с планарной поверхностью подложек в зоне за пределами 3 мм от краев с обеих сторон. Для каждого типа подложек разрабатывается свой держатель подложек.

Подложки могут загружаться вручную или автоматически. Режим загрузки задается с панели управления. Система автоматической загрузки построена на базе 6-координатного роботоманипулятора, и обеспечивает работу с подложками разного размера, подаваемыми в стандартных кассетах. Система обеспечивает безопасную и стабильную работу с утоненными пластинами (до 100 мкм) с коэффициентом боя не более 0,1 %.

При необходимости, может быть использована ручная загрузка. В режиме ручной загрузки, каретка выезжает на стол ручной загрузки-выгрузки, где может быть произведена

замена держателя подложки и/или загрузка-выгрузка подложек.

Пост вакуумный обеспечивает размещение узлов и систем ВТО, целостность конструкции, возможность перемещения и транспортировки ВТО без потери работоспособности. Пост вакуумный состоит из камеры шлюзовой, технологической камеры очистки, технологической камеры нанесения покрытий, каркаса с обшивками.

Технологическая камера очистки предназначена для подготовки подложек к нанесению покрытия.

Технологическая камера нанесения покрытий изготовлена из нержавеющей стали, внутренняя поверхность электрохимически полированная. Стенки камеры снабжены каналами водяного охлаждения. Оснащена легкосъемными съемными экранами, защищающими стенки камеры и технологические устройства от запыления, стойкими к воздействию растворов азотной, плавиковой и соляной кислоты. Каркас обеспечивает размещение камеры шлюзовой, технологической камеры очистки, технологической камеры нанесения покрытий, станций газовой и пневматической, элементов системы откачки и охлаждения, внутрикамерной оснастки, кабельных каналов для разводки коммуникаций. Для возможности локального перемещения и фиксации положения ВТО в производственном помещении каркас имеет колеса опорные и регулируемые опоры.

Система откачки обеспечивает создание разряжения в камере шлюзовой (низкий вакуум-НВ), в технологической камере очистки (высокий вакуум – ВВ) и в технологической камере нанесения покрытий, необходимого для проведения технологического процесса. Транспортная система предназначена для перемещения кареток с загруженными на них подложками с позиции модуля ручной или автоматической загрузки-ки/выгрузки в вакуумный пост и обратно. Рабочие параметры транспортной системы обеспечивают перемещение кареток с подложками по заданной программе в соответствии с выбранным рецептом напыления.

Нижняя направляющая каретки контактирует с профилированными роликами транспортной системы, верхняя удерживается блоками бесконтактной магнитной опоры. Это обеспечивает низкий процент привносимых дефектов на подложки. Вращение роликов обеспечивают сервоприводы посредством ременных передач. Для передачи вращения внутрь вакуумной части применяются вводы вращения с магнитожидкостным уплотнением. Напыление тонкопленочных структур производится в режиме сканирования подложек перед магнетроном, с последовательным включением магнетрона с требуемым материалом.

Технические устройства (система магнетронного распыления, система ВЧ очистки/травления)

расположены на передней крышке технологических камер имеют крепление, облегчающее осмотр и обслуживание. Система DC магнетронного распыления обеспечивает нанесение покрытий (до 5 материалов) путем распыления соответствующих мишеней. Состоит из 5 источников магнетронного распыления, расположенных сбоку от подложек. Имеет систему учета износа мишени по времени и мощности напыления.

Перед процессом напыления может производиться очистка подложек ВЧ источником. ВЧ источник обеспечивает финишную очистку поверхности подложек от молекулярных частиц, адсорбированных газов, органических и неорганических загрязнений, а также для активации поверхностных связей подложки непосредственно перед нанесением тонких пленок.

Система нагрева обеспечивает разогрев подложек до температуры 350°C с точностью не хуже  $\pm 5^\circ\text{C}$  (разброс температура по касете/точность установки температуры).

Система нагрева реализована на основе ИК-нагревателей с предусмотренной защитой нагревателей от запыления кварцевыми съемными экранами. Равномерность нагрева обеспечивается расположением и направлением нагревателей. Мощность нагрева регулируется системой управления по показаниям термомпары, расположенной в зоне держателя подложек.

Система охлаждения обеспечивает охлаждение технологических камер, высоковакуумных насосов, магнетронов, ВЧ источника для поддержания рабочего температурного режима последних. Снабжена датчиком давления воды, реле протока и датчиком температуры. Реле протока служит для аварийного отключения ВТО в случае нарушений в системе циркуляции воды. Подача воды к потребителям осуществляется автоматически. Подключается к сети охлаждения или замкнутой рециркуляции. Рабочее давление на входе системы – 4–8 bar, температура – 18–28 °C.

Система газовая обеспечивает подачу технологических газов непосредственно в технологическую камеру и ВЧ источник очистки. Система подачи технологических газов построена на регуляторах расхода газов, и позволяет подавать до 4-х различных газов (аргон, азот, кислород, резерв). Давление технологических газов, подаваемых на вход системы газовой – 2–4 bar. Потоки газа из газовой магистрали подаются на входные порты с фильтрующими элементами. Через входной порт газ по металлическим трубопроводам через клапан поступает на регулятор давления, на котором задается необходимое рабочее давление. Далее технологический газ поступает на исполнительные элементы системы подачи газов.

Система пневматическая обеспечивает регулирование входного давления и подачу сжатого

воздуха к исполнительным элементам ВТО: клапанам вакуумным, затворам высоковакуумным и т. д. Конструктивно обеспечена возможность подключения к системе подачи сжатого воздуха. Рабочее давление на входе системы – 4–10 bar.

Система электропитания и управления обеспечивает электрическое питание узлов и систем ВТО, имеет в составе промышленный компьютер, электрическую панель, источник бесперебойного питания, блока питания техно-

логических устройств, промышленный контроллер, устройства и элементы коммутации.

Система автоматического управления обеспечивает цифровое и аналоговое управление узлами и системами ВТО (насосами, клапанами, блоками питания, технологическими устройствами, системой охлаждения, пневматической и т. д.), обеспечивает автоматический вывод ВТО на рабочий режим и работу ВТО по требуемому технологическому процессу.

УДК 621.3.049

**ВАКУУМНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
ДЛЯ НАПЫЛЕНИЯ СЛОЕВ Ti, Ni, Ag, Cr, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**  
Сапожникова К. С.<sup>1,2</sup>, Наливайко О. Ю.<sup>1</sup>, Щербакова Е. Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ОАО «ИНТЕГРАЛ»-управляющая компания холдинга «ИНТЕРАЛ»

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Представлен основной состав технологических устройств и подложки для проведения процесса на вакуумно-напылительной установке.

**Ключевые слова:** вакуумно-технологическое оборудование, кремниевая подложка, стеклянные пластины, напыление.

**VACUUM TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR SPUTTERING LAYERS OF Ti, Ni, Ag, Cr, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**  
Sapozhnikova K. S.<sup>1,2</sup>, Nalivaiko O. J.<sup>1</sup>, Shcherbakova E. N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JSC INTEGRAL is the management company of the INTERAL holding

<sup>2</sup>Belarusian National Technical University  
Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** The main composition of technological devices and substrates for carrying out the process on a vacuum sputtering equipment.

**Key words:** vacuum technological equipment, silicon substrate, glass wafers, sputtering.

Адрес для переписки: Щербакова Е. Н., ул. Я. Коласа, 22, г. Минск 220113, Республика Беларусь  
e-mail: scherbakova@bntu.by

Для проведения процесса физического осаждения из газовой фазы (напыление) используют пленки Ti, Ni, Ag (для изготовления интегральных схем), Cr и Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (для изготовления фотошаблонов) [1].

Для напыления этих пленок используют установку SNT Sigma-400V, которая представляет собой вакуумно-технологическое оборудование (ВТО) периодического действия со шлюзовой загрузкой.

Установка оснащается сухими механическими насосами для предварительной откачки, системой высоковакуумной откачки на турбомолекулярном насосе и криопанели или крионасосе.

ВТО применяется для нанесения прецизионных оптических покрытий, металлизации и барьерных покрытий в микроэлектронике.

Модуль загрузки обеспечивает загрузку-выгрузку подложек в ручном и автоматическом режиме, позволяет оперативно сменять подложкодержатели для перехода на другой типоразмер подложек и обеспечивает возможность работы с

круглыми подложками диаметром от 100 до 200 мм и квадратными до 178×178 мм. толщиной от 100 до 625 мкм, а стеклозаготовок – до 8 мм. Основные материалы подложек – кремний, стекло, кварц.

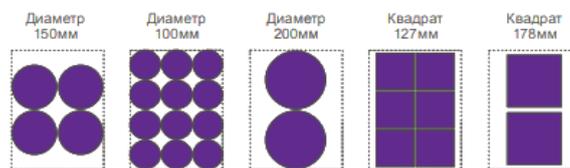


Рисунок 1 – Держатель для подложек различного диаметра

Подложки могут загружаться вручную или автоматически. Режим загрузки задается с панели управления.

Держатель подложек представляет собой металлическую пластину с фрезерованными углублениями под подложки, и полимерными (полиимид, полиэфирэфиркетон) вставками или покрытием, бес-