

Система электропитания и управления обеспечивает электрическое питание узлов и систем ВТО.

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.

Литература

1. Мартынов, В. В. Технология сверхбольших интегральных схем и оптико-механическое оборудование для микро- и нанoeлектроники / В. В. Мартынов, Я. И. Точицкий. – Мн: Беларуская навука, 2018. – 467 с.

УДК 621.3.049

ВАКУУМНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАПЫЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ: НАЗНАЧЕНИЕ, ОСОБЕННОСТИ, УПРАВЛЕНИЕ Сапожникова К. С.^{1,2}, Наливайко О. Ю.¹, Щербакова Е. Н.²

¹ОАО «ИНТЕГРАЛ»-управляющая компания холдинга «ИНТЕРАЛ»

²Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Рассмотрены назначение, особенности, управление и программное обеспечение вакуумно-технологического оборудования.

Ключевые слова: вакуумно-технологическое оборудование, напыление, автоматический режим, полуавтоматический режим, ручной режим, скорость напыления.

VACUUM TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR METAL SPRAYING. PURPOSE, FEATURES, MANAGEMENT

Sapozhnikova K.^{1,2}, Nalivaiko O.¹, Shcherbakova E.²

¹JSC INTEGRAL is the management company of the INTERAL holding

²Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The purpose, features, management and software of vacuum technological equipment are considered.

Key words: vacuum technological equipment, sputtering, automatic mode, semi-automatic mode, manual mode, deposition rate.

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

Вакуумное технологическое оборудование (ВТО) SNT Sigma-400V разработано на базе технических решений и компонентов типового производственного оборудования магнетронного распыления для обработки широкоформатных подложек в области микроэлектроники [1].

Оборудование с шлюзовой загрузкой, вертикальным расположением подложек, функциями ВЧ очистки, нагрева подложек до 350 °С перед напылением, магнетронного распыления до 5 материалов в одном процессе, предназначена для нанесения проводящих и оптических покрытий на стандартные и тонкие (до 100 мкм) кремниевые пластины диаметром 100 мм, 150 мм и 200 мм, а также стеклопластины для шаблонных заготовок размером 102×102 мм, 127×127 мм и 153×153 мм.

ВТО SNT Sigma-400V обеспечивает высокую эффективность и гибкость производства, быстрый переход с одного размера подложки на другой, возможность автоматической и ручной загрузки подложек. Предназначено для применения в серийном и мелкосерийном производстве.

К особенностям установки следует отнести следующее:

- простота загрузки-выгрузки подложек;
- сменные держатели подложек под разные размеры;
- система перемещения с бесконтактной верхней опорой обеспечивает низкую дефектность;
- загрузка подложек на атмосфере, с последующим перемещением держателя подложек без дополнительного механического воздействия на подложки;
- обеспечение высокой равномерности на широкоформатных подложках;
- программируемый профиль движения;
- до 5 материалов слоев в одном цикле напыления;
- 3 стандартных катода + 2 катода для магнитных материалов;
- коэффициент использования мишени 25–35% против обычных 8–15%;
- возможность ручной и автоматической загрузки-выгрузки подложек;
- высокая надежность установки;
- возможность работы в автоматическом, полуавтоматическом и ручном режимах.

Контроль параметров обеспечивается посредством соответствующих датчиков и элементов управления.

Программное обеспечение, установленное на встраиваемый компьютер, обеспечивает:

- надежную работу ВТО в автоматическом, полуавтоматическом и ручном режиме управления;
- удобный способ задания технологических режимов работы (рецептов технологии) для осуществления процессов вакуумной откачки, нагрева, очистки, напыления, термостабилизации, охлаждения, газонапуска в заданной последовательности в соответствии с заданными значениями технологических параметров;

- визуализацию основных параметров технологического процесса через русифицированный интерфейс оператора;

- сохранение рецептов процессов;

- вызов рецептов в процессе работы на ВТО;

- возможность редактирования рецептов и удаления рецептов при необходимости;

- возможность автоматического проведения процесса по выбранному рецепту;

- возможность установки защиты от несанкционированного доступа к управляющим программам;

- возможность протоколирования производимого технологического цикла напыления с фиксированием заданных и действительных технологических параметров по вакууму, ионно-плазменной очистке, нагреву–термостабилизации–охлаждению, напылению, напуску;

- возможность автоматического ведения и сохранения протоколов произведенных циклов напыления и распечатки на бумажный носитель;

- возможность автоматического ведения и сохранения журнала аварийных ситуаций.

Перед проведением процесса напыления проводят проверку скорости напыления. Методика проверки скорости напыления металлических пленок Ti, Ni проводится в неподвижном для кареток положении. Данная проверка производится по следующему алгоритму:

1. Выбрать подложки пластин любого диаметра;

2. Провести процесс напыления Ti – 4 минуты, Ni – 5 минут. За время проведения процесса создается ступенька;

3. Произвести контроль толщины на профилометре Alpha-step (диаметр пластин 100-150 мм) или Tencor HRP (диаметр пластин 200 мм) в 3 точках на вертикальной оси;

4. Рассчитать скорость напыления. Скорость напыления должна быть для Ti – более 300 Å/мин, для Ni – 240 Å/мин.

Проверки на скорость напыления металлической пленки Ag проводится в неподвижном для кареток положении. Производится по следующему алгоритму:

1. Выбрать подложки кремниевых пластин диаметром 200 мм любой марки;

2. Произвести контроль толщины на профилометре Tencor HRP в трех точках на одной оси;

3. Установить подложки с ориентацией оси измерения по вертикали;

4. Провести процесс напыления Ag в течение 1 минуты;

5. Произвести контроль толщины на профилометре Tencor HRP в 3 точках на вертикальной оси;

6. Рассчитать разность толщин до и после напыления и скорость напыления. Скорость напыления должна быть более 2400 Å/мин.

Методика проверки скорости напыления металлических пленок Cr и Cr₂O₃ проводится по следующему алгоритму:

1. Провести процесс нагрева до 120 °С и напыление Cr и Cr₂O₃ на стекло заготовки 102×102 мм или 127×127 мм;

2. Контроль оптической плотности на оборудовании ДНС-2;

3. Проконтролировать на матовом отражателе микроскопа МССО рабочую зону пластины на наличие видимых дефектов (протоколов) размером более 0,0015 мм.

Также после проведения процесса напыления проводят методику контроля дефектов.

Проверка на отсутствие дефектов и загрязнений поверхностей пластин и подложек на расстоянии более 3 мм от края с обеих сторон. Принцип проводится визуально.

Допускается:

1. цвет покрытия – серебристый с оттенками, зернистость слоя, зеркальные точки, связанные с внешним видом непланарной стороны после утонения;

2. несквозные царапины по слою серебра длиной менее 5 мм;

3. поверхностная потертость серебра шириной не более 5 мм и длиной не более 50 мм;

4. отдельные точки, пятна размером не более 2 мм в количестве не более 5 штук.

Не допускается:

1. отпечатки вакуумного столика;

2. отслоение металла;

3. отпечатки пальцев, загрязнения.

Проверка на привносимую дефектность частями проводится по следующему алгоритму:

1. Получить пластины диаметром 150 мм в количестве 8 штук.

2. Провести химическую обработку пластин и отдать на анализ 8 штук., на установке Tencor Surfscan.

3. Пластины в количестве 4 штук использовать в имитации процесса напыления. Имитация процесса представляет собой метод исследования, при котором изучаемый процесс проходит по полному циклу (по всем камерам) без очистки и напыления.

5. Провести анализ пластин, прошедших имитацию процесса напыления на установке Tencor Surfscan.