

ЛАБОРАТОРНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЫСОКОВАКУУМНОЙ СИСТЕМЫ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Кузавкова М. Л.

Лушакова М. С. – ассистент кафедры ЭТТ

Развитие нанотехнологий, разработка новых технологических процессов, обеспечивающих техническое перевооружение основных отраслей производства, тесно связаны с вакуумной техникой. Новейшие технологические разработки непосредственно связаны с использованием вакуумных установок [1]. В данной работе рассмотрен лабораторный модуль для изучения высоковакуумной системы на базе поста вакуумного универсального ВУП-5, позволяющего получить степень вакуума до 2×10^{-4} Па.

Пожалуй, один из основных процессов, не только использующий вакуум как технологическую среду, но и стимулирующий развитие практически всех направлений вакуумной техники, – вакуумное напыление. Технологии нанесения тонких пленок в вакууме получили бурное развитие благодаря универсальности и высокой производительности процесса, чистоте получаемых покрытий, экологичности. Путем вакуумного напыления одинаково успешно можно наносить пленки металлов, сплавов, химических соединений (нитриды, силициды, оксиды, бориды, карбиды и т.д.).

Нанесение покрытия включает в себя несколько стадий: перевод напыляемого вещества в газовую фазу, перенос молекул к поверхности изделия, их конденсацию на этой поверхности, образование и рост зародышей, формирование пленки. Перевод напыляемого вещества в газовую фазу осуществляют его нагреванием до температуры плавления и испарения (сублимации) либо методами катодного и магнетронного распыления [2].

Для реализации процесса напыления тонких пленок в рабочем объеме необходим высокий вакуум, который позволяет практически полностью исключить загрязнение материала и подложки. Высокий вакуум характеризуется давлением газа, при котором средняя длина свободного пути молекул значительно превышает характерный линейный размер. Высокому вакууму обычно соответствует область давлений от 0,1 до 10^{-6} Па [3]. Также высокий вакуум позволяет в одном технологическом цикле осуществлять нанесение нескольких слоев покрытия и создавать комбинированные, многослойные покрытия из различных материалов; делает возможным отсутствие или минимальное присутствие вредных, неблагоприятных в экологическом плане химически активных веществ в процессе нанесения покрытия; повышает производительность процесса нанесения. Помимо вышеперечисленного, создание вакуума в рабочей камере позволяет избавиться от такого неприятного процесса, как окисление металлов при их нагреве до высоких температур.

Пост вакуумный универсальный ВУП-5 – лабораторный модуль для изучения высоковакуумной системы, технологическое назначение которого – нанесения тонких пленок в вакууме. Достижение высокого вакуума (до 2×10^{-4} Па) в рабочей камере прибора осуществляется несколькими видами вакуумных насосов. Для предварительной откачки используется пластинчато-роторный насос, а далее для достижения высокого вакуума – диффузионный. Прибор выполнен одной стойкой, в которой размещены рабочий объем; вакуумная система, предназначенная для получения требуемого режима в рабочем объеме; блоки питания устройств и приставок и пульта управления. Стойка разделена перегородкой на две части, в одной из которых размещена вакуумная система с электромагнитными клапанами для ее коммутации, преобразователи для контроля вакуума и автоматического управления вакуумной системой, вентиль пьезоэлектрический и баллон с аргоном. В другой части стойки размещены блоки питания устройств и приставок и трансформаторы накала испарителей.

Основными достоинствами и особенностями прибора являются: универсальность процесса, которая позволяет получить пленки металлов, сплавов и полупроводников; высокая скорость осаждения с возможностью ее регулирования в широких пределах; сохранение соотношения компонентов при распылении вещества сложного состава. Прибор позволяет получить высокую адгезию пленок и подложки, есть возможность изменения структуры и свойств пленок, распыления нескольких материалов без разгерметизации объема, а также на обрабатываемую структуру оказывается небольшое тепловое воздействие.

В настоящее время трудно найти отрасль, где бы не применялось вакуумное напыление. Это нанесение проводящих, диэлектрических, защитных, просветляющих, теплоотражающих, жаростойких, упрочняющих, износостойких, антифрикционных, антикоррозионных, химически стойких покрытий. Причем сфера применения вакуумного напыления непрерывно расширяется [4].

В современном мире, где технологический процесс нанесения тонких пленок применяется во многих отраслях очень важно и актуально проводить разработку и исследование устройств, позволяющих осуществлять данный процесс. Важной задачей является определение нормирования по времени всех стадий откачки данной системой до степени высокого вакуума, операций подготовки к работе устройства, выход на рабочие режимы и т.д.

Список использованных источников:

1. Вакуумная техника: Учебное пособие / А.Н. Попов – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2012. – 167 с.
2. Вакуумная техника. Оборудование, проектирование, технологии, эксплуатация. Ч.1. Инженерно-физические основы: учебное пособие / М.Х. Хабляев, Г.Л. Саксаганский, А.В. Бурмистров; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет – Казань: Издательство КНИТУ, 2013. – 232 с.
3. Вактрон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.techeiscatel.ru/index.php/library/lection/175-ponyatie-vakuuma-terminy-i-opredeleniya>.
4. Вакуумные технологии: Учебное пособие / Е.П. Шешин – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2009. – 504 с.