

КОНТРОЛЛЕР УПРАВЛЕНИЯ РАСХОДАМИ ГАЗОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО И ИОННО-ЛУЧЕВОГО ОСАЖДЕНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ

А.П.Бурмаков, И.И.Игнатенко, К.В.Коротков, В.Е.Чёрный
Белгосуниверситет, пр. Ф. Скорины 4, 220050, г. Минск, Тел: +375 17 2770880,
E-mail: spectr@rfe.bsu.unibel.by

Предложена структура системы управления расходами рабочих газов технологических установок ионно-лучевого и ионно-плазменного нанесения многослойных покрытий. Система обеспечивает постоянство давления и состава смеси рабочих газов в вакуумной камере при работе магнетронных распылителей, постоянство ионного и разрядного тока ионно-лучевых распылителей. Описаны возможности работы системы в автономном режиме и в случае связи системы с управляющей ЭВМ.

Введение

Развитие ионно-плазменных и ионно-лучевых технологий характеризуется возрастающими потребностями в нанесении многослойных плёночных покрытий, включающих оксиды, нитриды, карбиды, карбо и оксинитриды различных материалов. Состав и структура покрытий определяется их назначением. Высокая стоимость изделий, на которые наносятся покрытия, а также тенденция к повышению производительности установок за счет увеличения технологического объёма и числа одновременно обрабатываемых поверхностей накладывают жесткие требования на характеристики систем подачи рабочих газов и управления их расходами.

Основная часть

В оптимальной конфигурации технологическая установка для реализации рассматриваемых процессов содержит следующие системы управления: система управления откачными средствами и контроля давления; система контроля и управления источниками питания распылителей; система контроля характеристик покрытия; система управления расходами рабочих газов.

Из перечисленных систем три первые ответственны за возможность проведения процесса, а последняя обеспечивает качество и воспроизводимость характеристик покрытия. Децентрализованная схема построения структуры управления с возможностью обмена информацией между датчиками систем позволяет создать надёжную и экономичную в эксплуатации технологическую установку. Наш опыт показал, что оптимизация качественных и экономических показателей стадии очистки и нанесения покрытий достигается путем управления расходами рабочих газов при использовании датчиков, обслуживающих непосредственно данную систему, и датчиков, принадлежащих другим системам. Причина этого в том, что наиболее критичным параметром, определяющим режимы работы ионных и плазменных источников напыления и очистки, является расход рабочих газов.

Система управления расходом рабочих газов структурно делится на схему управления стадией очистки и стадией нанесения. На стадии очистки наиболее эффективно применение ионно-лучевых распылителей, режимы работы которых

задаются расходом инертного или реактивного газа путем поддержания на постоянном уровне давления в вакуумной камере, разрядного или ионного тока. На стадии нанесения покрытий сложного химического состава наиболее эффективно применение ионно-плазменных (магнетронных) и ионно-лучевых распылителей. Для первых режимы работы задаются путем управления составом и давлением смеси инертного и реактивного газов. В этом случае в качестве датчиков выступают вакуумметр и оптические датчики, выделяющие из излучения плазмы разряда спектральные элементы (линии или полосы) материала катода или реактивного газа. Регистрация интенсивности одного или более спектральных элементов при наличии обратной связи с натеканием рабочих газов позволяет поддерживать в ходе процесса и воспроизводить при его повторении химический состав осаждаемого потока [1]. При использовании для осаждения покрытий ионно-лучевых распылителей в качестве датчиков могут выступать вакуумметр и датчики разрядного и ионного токов.

Исполнительными устройствами системы управления являются натекатели газов, задающие величину расхода каждого рабочего газа и формирующие требуемую смесь инертного газа с одним или двумя реактивными, а также коммутирующие клапана для переключения газовой смеси на распылители. Управление натекателями и клапанами осуществляется микропроцессорным контроллером по алгоритмам, зависящим от количества распылителей очистки и нанесения, последовательности их работы, состава однослойных покрытий и структуры многослойного покрытия.

Ниже рассмотрен пример реализации системы управления расходом газов при формировании многослойного защитного покрытия экранов кинескопа на основе оксида кремния и оксида индий-олова. Структурная схема системы представлена на рис.1. Система состоит из датчиков (sensors) давления (PRES), ионного тока (IC1, IC2), оптической эмиссии (OE1, OE2), блока управления (control unit), управляемых натекателей аргона (Ar1, Ar2, Ar3), кислорода (Ox1, Ox2) и двух клапанов: V1, V2. Блок управления содержит следующие основные части: This document has been edited with Infix PDF Editor free for non-commercial use.

назначен для согласования величины выходного сигнала датчика с входами АЦП микроконтроллера: микроконтроллер (microcontroller); оперативное запоминающее устройство (RAM); постоянное запоминающее устройство (ROM); электрически перепрограммируемое запоминающее устройство (EEPROM); жидкокристаллический индикатор (LCD); светодиодные индикаторы (LED's); клавиатура (KB); семь управляемых ключей с гальванической развязкой (control switch), пять из которых подключены к натекателям кислорода и аргона, два к клапанам. Клапаны V1, V2 коммутируют газовую смесь аргон-кислород в вакуумную камеру на один из магнетронных распылителей.

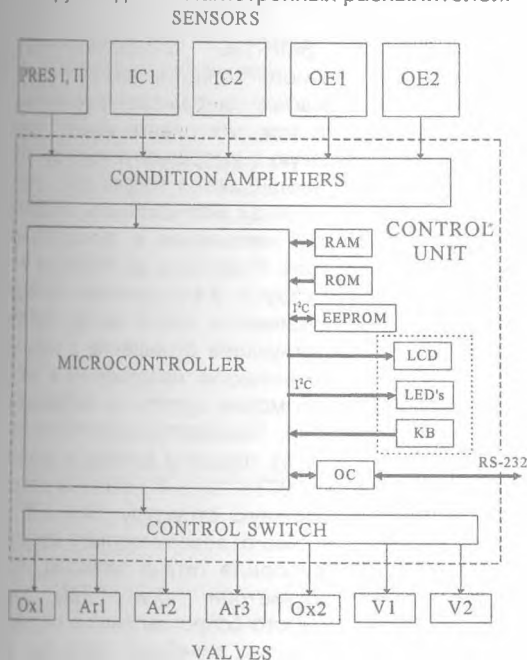


Рис.1. Структурная схема системы управления расходом газов

Система обеспечивает управление расходом газов для техпроцессов ионной очистки, магнетронного нанесения $(\text{InSn})_2\text{O}_3$, ионно-лучевого осаждения SiO_2 в заданной последовательности и с заданным количеством слоёв. В данных процессах путём управления расходом рабочих газов обеспечивается постоянство давления аргона или кислорода в вакуумной камере при ионной очистке, постоянство состава смеси аргон-кислород и давления в вакуумной камере при магнетронном распылении, постоянство ионного тока распылителей и парциального расхода ки-

слорода при ионно-лучевом распылении. В основу контуров управления (обратной связи между датчиками и натекателями) положен ПИ (пропорционально-интегральный) регулятор. В качестве параметров ПИ-регулятора использованы: коэффициент усиления пропорциональной части, определяющий глубину обратной связи; постоянная времени интегратора; ограничитель скорости изменения расхода газа; величина минимального и максимального расхода газа; величины расходов газов при погасании разряда или дуговых пробоях и др. Диапазон регулировки параметров управления позволяет обеспечить стабильность параметров процессов очистки поверхности и нанесения покрытий не хуже 5% даже для случая разветвленных газовых систем подачи рабочих газов в зону разряда. В рассматриваемом примере линейные размеры распылителей составляли 3 метра.

С помощью клавиатуры блока управления система позволяет устанавливать режим управления для любого процесса (выбрать процесс, включить и выключить процесс, перевести в автомат и т.д.); включать и отключать в отдельности любой из натекателей, участвующий в проводимом процессе; изменять расход газа любого натекателя в ручном режиме управления и устанавливать требуемые величины сигналов с датчиков в автоматическом режиме управления. Для всех процессов блок управления индицирует следующие параметры: текущие величины сигналов с датчиков; требуемые величины сигналов с датчиков; расходы рабочих газов; участвующие в процессе датчики и натекатели; параметры управления процессом.

По интерфейсу RS232 внешняя ЭВМ получает информацию обо всех индицируемых параметрах и может выполнять функции клавиатуры блока управления системы.

Заключение

Использование микропроцессорного контроллера управления расходом рабочих газов с датчиками как внешних параметров разряда (давление в вакуумной камере, ионный и разрядный ток распылителей), так и внутренних параметров разряда (оптическая эмиссия), позволяет достичь высокой воспроизводимости процессов ионно-лучевого и ионно-плазменного осаждения многослойных покрытий.

Список литературы

1. Бурмаков А.П., Балясников А.А., Зайков В.А., Лабуда А.А., Черный В.Е. // Вакуумная техника и технологии. - 1994. - №2. - С.14.

GASES FLOW RATE CONTROL DEVICE IN THE TECHNOLOGICAL PROCESSES OF ION-PLASMA AND ION-BEAM DEPOSITION OF MULTI-LAYER COATINGS

A. Burmakov, V. Chorny, I. Ignatenko, K. Korotkov

Belarus State University, 4 F. Scaryny Ave., Minsk 220050, Belarus, phone: +375 17 27708

E-mail: spectr@rfe.bsu.unibel.by

The structure of decentralized control of various purposes technological units of ion-beam and ion-plasma mult-layer coatings deposition is considered. Block diagram of working gases flow rate control system of such units is given. The constant level of pressure and working gases mixture composition in vacuum chamber during magnetron sputtering and discharge processes is ensured.

This document has been edited with Infix PDF Editor - free for non-commercial use. To remove this notice, visit: www.iceni.com/unlock.htm