

закрытом байпасном вентиле. Таким образом, изменяя степень открытия байпасного вентиля, можно плавно регулировать производительность компрессора в широких пределах.

Поскольку способов регулирования производительности компрессорных установок много, выбирать оптимальный способ необходимо на основании всех существующих факторов, в первую очередь – экономической целесообразности и периода окупаемости выбранного метода.

УДК 621.7.187

Бойко А. А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХПОЗИЦИОННОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ УСТАНОВКИ МИШЕНЕЙ

БНТУ, Минск

Научный руководитель Комаровская В. М.

Для распыления мишеней при ионно-лучевой обработке используют пучок частиц высокой энергии. Для создания таких потоков частиц с контролируемой энергией разработаны системы ионных пушек.

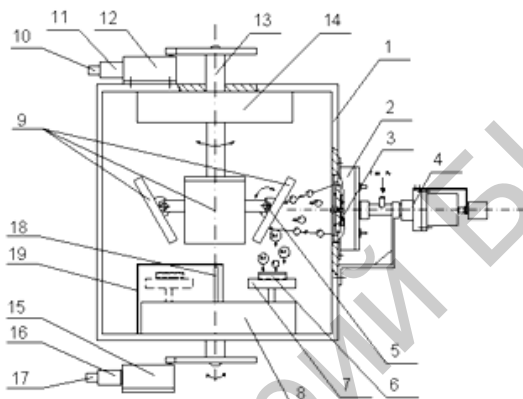
Технология ионно-лучевого распыления заключается в бомбардировке мишени заданного состава пучком ионов с энергией до 5000 эВ с последующим осаждением распыленного материала на подложку. При этом стехиометрия формируемого покрытия идентична мишени. Эта современная технология предназначена для нанесения прецизионных нанослойных покрытий с высокой плотностью и низкой шероховатостью. Дополнительными преимуществами технологии ионно-лучевого распыления являются возможность проведения реактивных и нереактивных процессов в одной камере без переналадки (например, из мишени Si можно получать покрытия Si, SiO₂, Si₃N₄), возможность нанесения покрытий на термочувствительные

подложки (пластики и т. д.) (так как процесс нанесения характеризуется низкими температурами до 90 °С). Кроме того возможен перенос нанокompозитных материалов мишени на подложку без изменения их свойств.

В большинстве случаев ионно-лучевое распыление проводится при энергии ионов 100–1000 эВ, что обеспечивает поддержание низкой температуры подложки и ограничивает ее радиационное повреждение. При энергии свыше 1 кэВ ионы проникают так глубоко, что лишь небольшое количество поверхностных атомов распыляется, коэффициент распыления уменьшается. Распыление, таким образом, является процессом, в котором увеличение энергии ионов неэффективно. Коэффициент распыления материала зависит от типа бомбардирующих его ионов. Атомная масса падающего иона является одним из факторов, определяющих величину импульса, которая может быть передана атомам подложки. Инертный газ аргон наиболее широко используется в ионно-лучевом распылении, поскольку обеспечивает высокий коэффициент распыления, дешев и легко доступен. Коэффициент распыления зависит не только от природы бомбардирующих ионов, но и от природы материала мишени, причем определяется положением распыляемого элемента в периодической системе и обратно пропорционален теплоте сублимации. Часто используемые в микроэлектронике материалы: палладий, платина, золото – имеют сравнительно высокий коэффициент распыления, тогда как углерод, титан и тантал – низкий.

Есть установки ионно-лучевого распыления содержащие два ионных источника: источник ионов с холодным полым катодом на основе самостоятельного двухкаскадного разряда низкого давления для распыления мишеней и источник ионов Кауфмана холловского типа с открытым торцом для создания ассистирующего потока низкоэнергетических ионов.

Есть потребность в нанесении многослойных покрытий за один технологический процесс. Для этого необходимо разместить большее количество мишеней в вакуумной камере. Поэтому в «Институте порошковой металлургии» была разработана оснастка, позволяющая установить 4 мишени в рабочей камере (рисунок).



Установки УВНИПА 1-001 с 4-позиционной оснасткой для мишеней

Смысл доработки заключается в том, что верхний предметный столик 14 был доработан и оснащен 4-позиционным механизмом на котором закреплены 4 распыляемые мишени 9. Угол по отношению к источнику 4 регулируется винтами 5. Поворотный механизм приводится в движение шаговым двигателем 11 который через редуктор 13 приводит приспособление в движение. На против каждой мишени имеются бесконтактные позиционные датчики 12, которые контролируют поворот нужной мишени к источнику. Последовательность поворота мишеней задается на программном уровне и очередность может быть любой. Таким образом, за один технологический процесс можно нанести до четырех слоев покрытия

из различных материалов, что снижает стоимость технологического процесса, увеличивает коэффициент использования установки, уменьшает время на нанесение многослойных покрытий.

УДК 621.762.4

Бурьяк П. Н.

ФРЕОНЫ. ХАРАКТЕРИСТИКА, НАЗНАЧЕНИЕ И СРАВНЕНИЕ

БНТУ, Минск

Научный руководитель Бабук В. В.

С появлением проблемы, касающейся разрушения озонового слоя Земли, силы основных производителей хладагентов были брошены на разработку альтернативных, озонобезопасных хладагентов. Так, для замены R22 были созданы R134a, R407C и R410A, входящие в группу гидрофторуглеродов (HFC). В отличие от CFC и HCFC они не содержат в своем составе атомов хлора и потому обладают нулевым потенциалом разрушения озона.

R407C – смесь, состоящая из трех компонентов: R32 (23%), R125 (25%), R134a (52%). По некоторым параметрам (давление кипения и конденсации) этот хладагент близок к R22, что позволяет избежать серьезных изменений конструкции устройства кондиционирования при замене R22 на R407C. Но все же ряд характеристик последнего усложняет эксплуатацию заправленных им систем кондиционирования.

Хладагент R410A состоит из двух компонентов – R32 (50%), R125 (50%) и, будучи азеотропной смесью, не меняет состав в случае утечки. Однако он обладает высоким рабочим давлением, что в случае ретрофита – замены одного хладагента