

термические напряжения, что позволяет использовать высокие мощности при распылении и даже отказаться от напайки пластин на водоохлаждаемое основание.

Таким образом, новые кремний-алюминиевые мишени для магнетронного распыления являются высокотехнологическими и более экономически выгодными по сравнению со стандартными мишенями. Преимущество становится особенно очевидным при массовом производстве с высоким расходными параметрами: производство архитектурного стекла, автомобильных покрытий, дисплеев.

УДК 621.793

Бельтюков А. В.

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО СМЕЩЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ

Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук,

доцент Комаровская В. М.

Высокочастотное смещение напряжения создается между обрабатываемой деталью и стенками вакуумной камеры либо специальным экраном. Причем на детали подается напряжение амплитудой, примерно (для разных покрытий по-разному) от 0 до – 300 В.

При подаче отрицательного потенциала на детали, возникает гарантированный поток ионов к их поверхностям [1]. Периодическое изменение потенциала деталей повышает «подвижность» плазмы, траектория движения однозарядных частиц плазмы усложняется. В таком случае распространение энергии в плазме становится более хаотичным, что благоприятно сказывается на развитии и горении плазмы: объем ее горения увеличивается, а заряд для зажигания и поддержания уменьшается.

Использовать ВЧ-смещение напряжения можно на двух этапах: предварительный этап (этап очистки); этап формирования покрытия. В работе [2] проводилось осаждение кремний-углеродных покрытий из плазмы несамостоятельного дугового разряда. Генерация плазмы производилась за счет ионизации рабочего газа посред-

ством термоэлектронной эмиссии вольфрамовой нити (накальный катод, поз. 6, (см. рисунок 1).

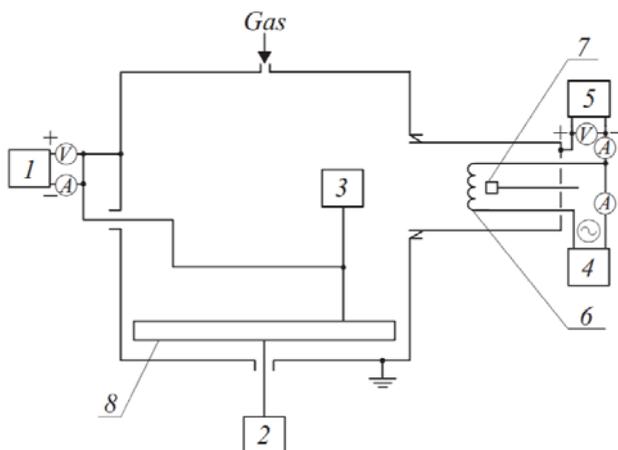


Рисунок 1 – Блок-схема вакуумной камеры с плазмотроном:

- 1 – источник высокочастотного напряжения смещения;
- 2 – двигатель вращения стола; 3 – проводящий держатель образца;
- 4 – источник электропитания накала; 5 – источник питания разряда;
- 6 – накальный катод; 7 – источник паров ПФМС-масла;
- 8 – вращающийся рабочий стол

В качестве подложек использовались пластины из арсенида галлия толщиной 0,2 мм. Подложки крепились на проводящий держатель образцов (позиция 3, рисунок 1), расположенный на расстоянии 260 мм от нержавеющей головки плазмотрона по оси симметрии устройства.

Перед осаждением покрытия проводилась ионная очистка поверхности подложек плазмотроном высокоэнергетическими ионами аргона в течение 5 минут с подачей на образцы высокочастотного напряжения смещения амплитудой – 300 В и мощностью 150 Вт.

При приложении ВЧ-смещения напряжения возле поверхности подложек также образуется плазма тлеющего разряда. Это явление обеспечивает хорошую активацию поверхностей деталей и, следовательно, адгезию.

На образцы при осаждении покрытия подавалось высокочастотное (13,56 МГц) напряжение смещения амплитудой от 0 до – 200 В.

При смещении – 200 В покрытие приобретает высокую твердость. Это связано с тем, что при подаче высокочастотного потенциала на подложку за счет разницы в площадях держателя образца и корпуса установки, а также из-за различия в подвижностях электронов и ионов на подложке формируется постоянное отрицательное напряжение смещения. Бомбардировка ионами аргона поверхности растущей пленки стимулирует различные атомные процессы, такие как поверхностная диффузия, образование дефектов, вторичное распыление уже нанесенного материала. Вклад этих процессов определяется напряжением смещения на подложке, т. е. энергией бомбардирующих ионов, и влияет на структуру выращиваемых пленок. Чем выше напряжение смещения, тем быстрее распыляется осажденный материал. Скорость осаждения покрытия уменьшается практически в 2 раза при приложении потенциала смещения – 200 В. Однако покрытие получается более твердым за счет ионной бомбардировки растущей пленки. Образцы, полученные в режиме со смещением – 200 В, обладают низким коэффициентом трения (0,16) и низкой степенью износа $\left(1,3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{мм}^3}{\text{Н} \cdot \text{м}}\right)$, а также низкими внутренними напряжениями (0,76 ГПа).

Из вышеперечисленного становится ясно, что использование ВЧ-смещения напряжения в технологическом процессе напыления покрытий имеет ряд положительных следствий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Капцов, Н. А. Электрические явления в газах и вакууме. – М.: Техничко-технической литературы, 1950. – 836 с.
2. Гренадеров, А. С. Осаждение кремний-углеродных покрытий из плазмы самостоятельного дугового разряда с накальным катодом / А. С. Гренадеров, К. В. Оскомов, А. А. Соловьев, С. В. Работкин // Журнал технической физики, 2016. – Том 86. – Вып. 5. – С. 51–56.