

Использование плазмы, содержащей электроны с энергиями несколько эВ, позволило существенно улучшить параметры процесса химического газофазного осаждения покрытий, поскольку такой энергии электронов достаточно для диссоциации многих полиатомных молекул газа, используемого в качестве источника материала наносимого покрытия. Более эффективная диссоциация молекул газа плазменными электронами дала возможность наносить покрытия на подложки с температурой ниже 400°С со скоростью выше 100 нм/мин. Но имеющиеся в плазме ионы могут обладать энергией несколько сотен эВ и, бомбардируя подложку, создавать дефекты на ее поверхности. Радиационные дефекты, производимые плазменными электронами и фотонами, не так существенны.

УДК 621.378.002

Маркевич И.С.

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ

БНТУ, Минск

Научный руководитель Томаль В.С.

Предлагаемая для очистки оптоэлектронных модулей ультразвуковая (УЗ) колебательная система состоит из преобразователя, согласующего элемента и рабочего инструмента (излучателя). В преобразователе (активном элементе) колебательной системы происходит преобразование энергии электрических колебаний в энергию упругих колебаний ультразвуковой частоты и создается знакопеременная механическая сила. Согласующий элемент системы (пассивный концентратор) осуществляет трансформацию скоростей и обеспечивает согласование внешней нагрузки и внутреннего активного элемента. Рабочий инструмент создает ультразвуковое поле

в обрабатываемом объекте или непосредственно воздействует на него.

Важнейшей характеристикой УЗ колебательных систем является резонансная частота. Обусловлено это тем, что эффективность технологических процессов определяется амплитудой колебаний (значений колебательных смещений), а максимальные значения амплитуд достигаются при возбуждении УЗ колебательной системы на резонансной частоте. Значения резонансной частоты УЗ колебательных систем должны быть в пределах разрешенных диапазонов (для многофункциональных УЗ аппаратов это частота $22 \pm 1,65$ кГц).

УЗ колебания высокой интенсивности создаются при помощи магнитострикционных и пьезоэлектрических преобразователей. Магнитострикционные преобразователи способны обеспечить большие мощности излучения УЗ колебаний, однако требуют применения принудительного водяного охлаждения. Это делает их непригодными для использования в многофункциональных малогабаритных аппаратах широкого применения.

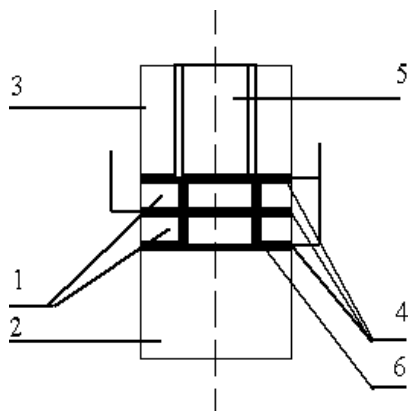
Пьезокерамические материалы характеризуются очень высокой рабочей температурой (более 200 градусов Цельсия) и поэтому используются без принудительного охлаждения. Поэтому, преобразователи мощностью до 1 кВт, как правило, изготавливаются из искусственных пьезокерамических материалов на основе цирконата – титаната свинца с различными добавками.

Современные пьезокерамические материалы (типа ПКР – 8М. ЦТС – 24), созданные специально для использования в высокоинтенсивных технологических установках по своим мощностным характеристикам не уступают магнитострикционным материалам, а по КПД значительно превосходят их.

Кроме того, из пьезокерамики могут быть изготовлены пьезоэлементы практически любой формы – круглые диски,

квадратные пластины, кольца и др. Поскольку пьезокерамические элементы при изготовлении подвергаются специальной технологической операции – поляризации в электрическом поле с напряженностью около 5 кВ/мм, изготовление пьезоэлементов диаметром более 70 мм и толщиной более 30 мм технологически невозможно и поэтому на практике они не применяются.

Типичная схема полуволнового преобразователя показана на рисунке. Преобразователь состоит из двух пьезокерамических кольцевых элементов 1, излучающей накладки 2, отражающей накладки 3, прокладок из мягкой проводящей фольги 4 и стягивающего болта 5. Для электрической изоляции внутренней цилиндрической поверхности пьезоэлементов от металлического стягивающего болта применяется изолирующая втулка 6.



Полуволновой пьезоэлектрический преобразователь

УЗ колебательная система должна удовлетворять ряду общих требований.

1. Работать в заданном частотном диапазоне. Работать при всех возможных в ходе технологического процесса изменениях нагрузки.

2. Обеспечивать необходимую интенсивность излучения или амплитуду колебаний.

3. Иметь максимально возможный коэффициент полезного действия. Части УЗ колебательной системы, контактирующие с обрабатываемыми веществами должны обладать кавитационной и химической стойкостью. Иметь жесткое крепление в корпусе. Должна иметь минимальные габариты и вес.

4. Должны выполняться требования техники безопасности.

УДК 621.793

Маркевич С.В.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ В ВАКУУМНЫХ УСТАНОВКАХ

БНТУ, Минск

Научный руководитель Латушкина С.Д.

В современных технологиях нанесения покрытий вакуумными методами ионные источники являются необходимым технологическим инструментом. При этом они должны обеспечивать как очистку поверхности, так и сопутствующую обработку и релаксацию возникающих напряжений в формируемых покрытиях. Сочетание модификации поверхности ионами низких, средних энергий и осаждения покрытий позволяют формировать покрытия с высокими спектральными, физико-механическими и эксплуатационными характеристиками.

При традиционной технологии нанесения вакуумных оптических покрытий необходим нагрев подложек до 300°C, так как это позволяет получить необходимый показатель преломления и достаточную адгезию пленки к подложке. Однако, это удлиняет технологический процесс из-за времени, необходимого для нагрева подложек перед процессом нанесения покрытий и охлаждения их перед выгрузкой из вакуумной камеры. Пленка при данной технологии имеет пористую