

В лабораторной практике для присоединения форвакуумного насоса к трубопроводу часто используется резиновый вакуумный шланг. Желательно концы трубопроводов на длину 1,5-2,0 диаметра расточить. Для выполнения соединения используют, резиновый шланг, внутренний диаметр которого в полтора раза меньше внешнего диаметра трубопровода, а длина составляет 4-6 диаметров трубопровода.

Разборные вакуумные соединения должны сохранять герметичность как до, так и после разбора. Это достигается с помощью смазки, резины, фторопласта, металла.

УДК 621.762.4

Кислянков В. В.

КОНТРОЛЬ ТОЛЩИНЫ ПЛЕНОК

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Комаровская В. М.

Получение высококачественных пленок с прогнозируемыми и воспроизводимыми свойствами предопределяет необходимость строгого контроля при их нанесении. Особенности контроля свойств тонкопленочных элементов определяются малыми толщинами наносимых пленок (от нескольких десятков до сотен нанометров). Свойства пленок контролируют непосредственно в процессе их нанесения в вакуумной рабочей камере и после нанесения, т. е. вне камеры. Наиболее важен контроль в камере, так как в зависимости от его результатов регулируются режимы процесса роста пленки. Следует отметить, что для тонких покрытий различного функционального назначения одной из основных характеристик является толщина. От толщины покрытия и ее равномерности зависят основные свойства покрытий. Рассмотрим основные методы измерения и контроля толщины покрытий.

Одним из наиболее распространенных методов контроля толщины является контроль скорости нанесения пленок методом кварцевого датчика. В качестве датчика при этом методе используют включенный в контур генератора частоты кварцевый элемент. По изменению скорости (сдвига) резонансной частоты кварцевого датчика, фиксируемой измерительным прибором, определяют скорость роста пленки.

Выпускаемые серийно приборы позволяют задавать требуемую толщину пленки, после нанесения которой подается сигнал, останавливающий процесс.

Существенным недостатком метода является то, что помимо градуировки по осаждаемому материалу необходима также периодическая чистка кварцевых элементов от напыленного покрытия.

Метод микровзвешивания состоит в определении приращения массы подложки после нанесения на нее пленки. Этот метод несложен, но требует, чтобы форма подложки была простой, а ее поверхность в хорошем состоянии. Кроме того, на точность измерений влияет удельная масса нанесенного материала, которая может изменяться в зависимости от условий технологических режимов (остаточного давления, загрязнений молекулами газа и др.). Чувствительность метода взвешивания составляет $1 \dots 10 \text{ мкм/мм}^2$ и зависит от чувствительности весов и площади пленки на подложке.

Метод многолучевой интерферометрии, применяемый для измерения толщины непрозрачных пленок, основан на наблюдении в микроскоп интерференционных полос, возникающих при рассмотрении в монохроматическом свете двух поверхностей, расположенных под углом друг к другу. Перед измерением на образце получают ступеньку. В микроскоп наблюдают сдвиг интерференционных полос. Чередующиеся с шагом светлые и темные интерференционные полосы на границе поверхностей пленки и подложки смещаются друг относительно друга на значение смещения интерференционной полосы.

Точность этого метода измерения толщины пленки составляет $15 \dots 30 \text{ нм}$. Если пленка прозрачная, в месте «ступеньки» на нее и подложку осаждают дополнительно непрозрачную, хорошо отражающую свет пленку (например, из алюминия), толщина которой, чтобы уменьшить вносимую погрешность, должна быть много меньше толщины измеряемой пленки.

Существует возможность контроля пленки за счет электрического сопротивления, которое измеряют резистивным датчиком с внешним измерительным прибором. Он основан на том, что по мере утолщения пленки в процессе роста сопротивление ее уменьшается. Это позволяет непосредственно при нанесении контролировать сопротивление пленки, а при достижении номинальной ее толщины прекратить процесс.