

следующие требования к технологии формирования вакуумно-плазменных покрытий. Оптимальное количество образцов подлежащих напылению определяется с учетом радиуса на котором они размещаются и расстояния между образцами необходимого для нейтрализации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гречихин, Л.И. Кинетика формирования вакуумно-плазменных покрытий на диэлектрических материалах / Л.И. Гречихин, С.А. Иващенко, В.М. Голушко // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2006. – №8 – С.15 – 20.
2. Добрецов, Л.И. Эмиссионная электроника / Л.И. Добрецов, М.В. Гомоюнова. – М.: Наука, 1966, – 564 с.
3. Митчнер, М. Частично ионизованные газы / М. Митчнер, Ч. Кругер. – М.: Мир, 1976. – 496 с.

УДК 681.7.026.6

Касинский Н.К., Демидович Т.И., Томаль В.С.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕВРАЩАЮЩИХСЯ КОРРЕКТИРУЮЩИХ МАСОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РАВНОМЕРНЫХ ПО ТОЛЩИНЕ ВАКУУМНЫХ ПОКРЫТИЙ**

*РУП «Оптическое станкостроение и вакуумная техника»,  
г. Минск*

Практическая реализация любого из методов вакуумной тонкопленочной технологии связана с построением установок, характеризующихся своей геометрией напыления, содержащих внутри- и внекамерные механические, электромеханические, оптико-механические и другие устройства и приспособления, электронные блоки и системы контроля параметров технологического процесса. В совокупности это определяет уровень предлагаемой технологии напыления однослойных или многослойных структур. При этом вполне оправданным должно быть стремление в наибольшей степени учесть потенциальные возможности

используемого метода напыления как с точки зрения создания оптимальных режимов роста пленок, так и производительности.

В связи с широким использованием различных вакуумных тонкопленочных покрытий, предъявляются все более высокие требования к равномерности напыленных слоев. Оптимальная геометрия вакуумной камеры обеспечивает получение заданного распределения толщины оптического покрытия только для ограниченного диапазона размеров и форм оптических деталей. Поэтому вопрос получения равномерных по толщине покрытий остается актуальным. Получение покрытий с заданной равномерностью толщины, может быть достигнуто за счет использования корректирующих масок [1, 4].

При нанесении вакуумных тонкопленочных покрытий на оптические детали важным является использование максимальной площади приемной поверхности, и при этом неравномерность толщины оптического покрытия по всем напыляемым деталям должна быть постоянной. Достигнуть этого возможно с использованием неподвижной корректирующей маски, выравнивающей толщину оптического покрытия по всей приемной поверхности сферического подложкодержателя (рисунок 1).

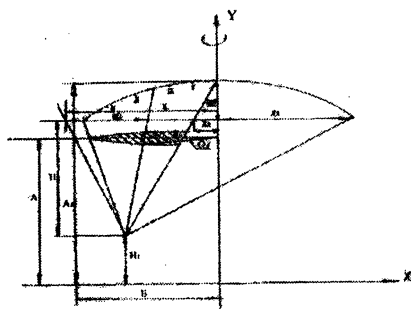


Рисунок 1 – Схематическое изображение расположения подложкодержателя и корректирующей маски относительно источника испарения в вакуумной камере

В вакуумной установке ВУ-2М невращающаяся, неподвижная маска располагается между источником испарения и подложкодержателем.

Для определения геометрических размеров маски были определены две величины:

$$Ri = Ri' - \frac{A + H1}{H} ; \quad (1)$$

$$Qi = 180^\circ (1 - c) \quad (2)$$

где  $Ri$  – радиус-вектор маски в  $i$ -й точке (мм),  $Qi$  – угол раскрытия маски в  $i$ -й точке (град),  $A$  – расстояние от дна вакуумной камеры до маски (мм),  $H1$  – расстояние от дна камеры до рабочей поверхности испарителя (мм),  $H$  – расстояние от испарителя до плоскости основания подложкодержателя (мм),  $Ri'$  – величина радиус-вектора на плоскости, совпадающей с плоскостью основания подложкодержателя (мм), при этом должно выполняться условие:  $X - X_1 < Ri' < X - X_2$ ,  $c$  – отношение минимальной толщины пленки к толщине в  $i$ -й точке (меняется от 1 до 0,985),  $HS$  – высота сферического подложкодержателя (мм).

В основу расчета распределения конденсата по приемной поверхности положено общепринятое выражение для вычисления толщины конденсата:

$$t = \iiint_{0 A_e}^{\tau} \frac{\Gamma \cos \varphi^n(\tau) \cos \theta(\tau)}{\pi \rho R^2} dAe d\tau , \quad (5)$$

где  $t$  – толщина оптического покрытия,  $\tau$  – длительность испарения,  $A_e$  – площадь поверхности испарения,  $\Gamma$  – скорость испарения,  $\rho$  – плотность испаряемого вещества,  $\varphi(\tau)$  – угол между нормалью к поверхности испарения и радиус-вектором точки, в которой определяется толщина оптического покрытия,  $\theta(\tau)$  – угол между радиус-вектором рассматриваемой точки и нормалью к поверхности конденсации,  $R$  – радиус-вектор рассматриваемой точки,  $n$  – показатель степени, зависящий от условий напыления.

Было получено, что неравномерность толщины по сферическому подложкодержателю в вакуумной установке ВУ-2М

составляет 7%. Применении неподвижной корректирующей маски, которая, благодаря своей форме, избирательно экранирует поверхность, позволило получать неравномерность толщины покрытия по всей сферической приемной поверхности в вакуумной установке не более 1,5% .

## ЛИТЕРАТУРА

1. Холлэнд, О. Нанесение тонких пленок в вакууме / О. Холлэнд. – М.: Мир, 1963. –78 с.
2. Справочник технолога-оптика / под ред. М.А. Окатова. – СПб.: Политехника, 2004. –479 с.
3. Трофимова, Ж.П. Анализ распределения конденсата и выбор корректирующих масок для получения равномерных по толщине оптических покрытий. / Ж.П. Трофимова, В.М. Холодов, Т.И. Демидович, Я.В. Петлицкая, А.В. Савченко // Оптико-механическая промышленность – 1987. – №6. – С. 30.
4. Усоскин, А.И. Корректирующие диафрагмы для повышения равномерности толщины вакуумных покрытий / А.И. Усоскин // Оптико-механическая промышленность. – 1984. – № 8. – С. 33.

УДК 534.8: 621.396.6

Касинский Н.К., Томаль В.С.

### **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

*РУП «Оптическое станкостроение и вакуумная техника»,  
г. Минск*

Современная оптическая промышленность, в силу сложившихся обстоятельств, ориентирована на многономенклатурное мелкосерийное производство изделий. Такая ориентация выдвигает специальные требования и к технологиям и к оборудованию. Требуется быстрая переналадка оборудования, его многофункциональность, обеспечение преемственности технологий.