

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ В ВАКУУМЕ ТОКОПРОВОДЯЩЕГО ПОКРЫТИЯ НА СТЕКЛО ЗАЩИТНОЕ

БНТУ, Минск, Республика Беларусь

Научные руководители: Федорцев В.А., Луговик А.Ю.

Токопроводящие прозрачные покрытия применяют для обогрева оптических деталей в целях устранения запотевания и обледенения, а также в качестве прозрачного электрода для снятия зарядов и отражения теплового излучения.

Эти покрытия на основе оксида индия получают на установке вакуумного напыления ВУ-1А электронно-лучевым испарением исходного материала в атмосфере кислорода на нагретую подложку из стекла К108.

Базовый технологический процесс нанесения токопроводящего покрытия состоит из следующих этапов:

1. Нанесение в вакууме токопроводящего слоя на основе оксида индия.
2. Нанесение в вакууме через маску электродов из инвара.
3. Нанесение в вакууме просветляющего покрытия.

Причем каждый этап содержит один цикл откачки вакуумной камеры. Широко используемые в настоящее время электроды из инвара имеют два существенных недостатка.

Во-первых, пленка инвара, используемая в качестве электрода, имеет электрическое сопротивление порядка 60..140 Ом, которое шунтируется после нанесения покрытия пленкой припоя при облуживании.

Во-вторых, в процессе нанесения токопроводящего покрытия на подложку, нагретую до температуры 250..300°C в атмосфере кислорода при давлении 10^{-2} - $5 \cdot 10^{-1}$ Па электроды из инвара подвержены окислению. Пленка оксида обладает диэлектрическими

свойствами и вносит неконтролируемые погрешности в измерения сопротивления наносимых слоев.

Поэтому были исследованы характеристики электродов, свободных от указанных недостатков. На стеклянную подложку вакуумным испарением через маску наносился слой инвара, обладающий высокой адгезией к стеклу. Затем, в этом же технологическом цикле на слой инвара наносился слой меди, выполняющий двоякую функцию: с одной стороны, слой меди, обладающий низким электрическим сопротивлением, шунтирует слой инвара, обладающий высоким сопротивлением, с другой стороны, при указанных выше температурах подложки и давления кислорода, слой меди практически не окисляется и предохраняет от окисления инвар. Следовательно, в технологический процесс нанесения токопроводящих покрытий были внесены следующие изменения:

Во-первых, изменилась последовательность нанесения покрытий. Вначале, вакуумным испарением, через маску на подложку наносятся электроды на основе инвар-медь. После нанесения электродов камера развакуумируется, маска снимается, детали устанавливаются в специальные оправки, камера откачивается и в одном цикле откачки производится нанесение токопроводящего и просветляющего покрытий, в результате чего количество циклов откачки сокращается с трех до двух, что приводит к сокращению времени нанесения токопроводящего покрытия.

Во-вторых, появилась возможность контроля электрического сопротивления непосредственно изготавливаемой детали, а не по стандартному свидетелю, что позволяет повысить процент выхода годных деталей за счет погрешности в определении и нестабильности поправочного коэффициента на соответствие размеров стандартного свидетеля и детали. Кроме того отпадает необходимость в проведении пробных процессов нанесения токопроводящих покрытий для определения поправочного коэффициента, что особенно ценно в условиях оптического произ-

водства, когда приходится иметь дело с деталями различных типоразмеров и поправочный коэффициент определяется отдельно для каждого типоразмера.

Контроль процесса напыления проводится по измерению сопротивления напыляемого слоя, для чего изготовлена специальная оснастка, отсутствующая в комплекте установки (рисунок 1).

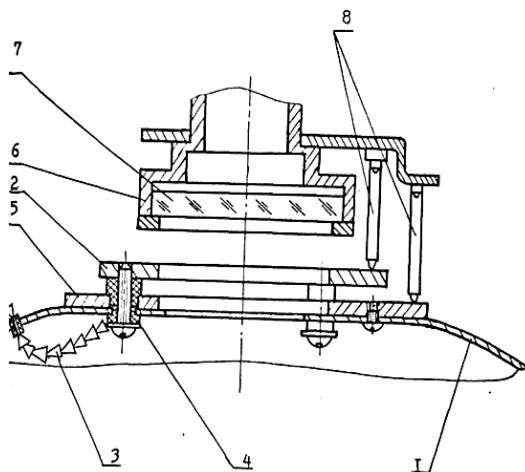


Рисунок 1 – Устройство для контроля сопротивления наносимого покрытия:
1 – держатель подложек; 2, 5 – кольцевые токосъёмники; 3 – соединительный провод; 4 – керамические изоляторы; 6 – держатель свидетеля; 7 – свидетель; 8 – пружинные контакты

Контроль сопротивления должен производиться по одной из изготавливаемых деталей. Контроль сопротивления и фотометрический контроль толщины осаждаемых пленок должен быть непрерывен в процессе напыления.

Выбор контроля сопротивления наносимой пленки по одной из изготавливаемых деталей, а не по стандартному свидетелю обусловлен тем, что в этом случае свидетель-деталь и остальные детали из напыляемой партии обладают одинаковой массой и площадью и находятся в одних и тех же условиях по отношению к испарителю и нагревателю. Кроме того, отпадает необходимость изготовления стандартных свидете-

лей и введения поправочных коэффициентов на несоответствие размеров деталей и свидетеля, определяемых экспериментально для каждого конкретного типа деталей, что упрощает технологический процесс нанесения токопроводящих покрытий и снижает его стоимость.

При использовании данной системы контроля повышается процент выхода годных деталей. Это связано с тем, что технологические параметры, влияющие на оптические и электрические характеристики оптических покрытий, такие как: температура подложки, давление остаточных газов, давление реактивного газа-кислорода и скорость испарения контролируется с различной степенью точности. В то же время отсутствует контроль состояния исходного материала, которое зависит от сроков, условий хранения, приготовления и др. Это приводит к тому, что в случае использования стандартных свидетелей поправочный коэффициент не стабилен и от процесса к процессу может изменяться в недопустимых пределах, что приводит к появлению брака.

Контроль сопротивления оптического покрытия по изготавливаемой детали свободен от выше указанных недостатков и, таким образом, позволяет повысить процент выхода годных деталей с заданными характеристиками по сопротивлению и пропусканью.

В свою очередь, использование разработанных электродов позволило осуществить процесс нанесения токопроводящих покрытий на качественно более высоком уровне, существенно снижающем стоимость технологического процесса и повышающем производительность труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берлин, Е. Вакуумная технология и оборудование для нанесения и травления тонких пленок / Е. Берлин, С. Двинин, Л. Сейдман. – М.: Техносфера, 2007.
2. Вакуумное нанесение тонких пленок / под общ. ред. Р.А. Нилендера. – М.: Энергия, 1967.