

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПАНОРАМНОГО
КОНТРОЛЯ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗГОТОВЛЯЕМОГО
ПОКРЫТИЯ В ПРОЦЕССЕ ЕГО НАПЫЛЕНИЯ
В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ**

*БНТУ, Минск, Республика Беларусь
Научные руководители: Федорцев В.А., Луговик А.Ю.*

Важным этапом в процессе образования многослойного оптического покрытия является контроль параметров изготавливаемого покрытия в процессе его напыления. Для этого вакуумные установки снабжаются различными комплексами контроля, например СФКТ-751В, принцип действия которого основан на фотоэлектрическом методе регистрации светового потока, пропущенного через напыляемый образец или отраженного от него. Так для контроля процесса нанесения диэлектрических покрытий в вакуумных напылительных установках применяется акустооптический спектрофотометр АОС-4S.

Основным назначением прибора является реализация высокоэффективного метода панорамного контроля характеристик изготавливаемого покрытия в процессе его напыления в реальном масштабе времени. Это достигается изменением коэффициента отражения или пропускания при высокоскоростном сканировании длины волны в заданном спектральном диапазоне. Тем самым обеспечивается получение наиболее полной текущей информации о покрытии произвольного типа на любой стадии технологического процесса.

В основе работы акустооптического спектрофотометра лежит взаимодействие света с ультразвуковой волной при её распространении в кристалле, обладающем двулучепреломлением. Кристаллический звукопровод, помещенный между двумя скрещенными поляризаторами, образует акустооптиче-

ский фильтр (АОФ). В отсутствии звука свет, линейно поляризованный входным поляризатором, проходит через звукопровод без изменения и не пропускается выходным поляризатором. Если в кристалле пропускается звук с частотой f , то свет с некоторой длиной волны λ меняет свою поляризацию благодаря дифракции на звуковой волне и проходит через выходной поляризатор. Связь между величинами f и λ определяется условием синхронизма:

$$\lambda = (v/f)dn,$$

где v – скорость звука в кристалле, dn – двулучепреломление кристалла.

Приборы на основе АОФ обладают рядом преимуществ по сравнению с классическими спектрофотометрами с дифракционной решеткой, особенно существенных для применения в напылительных установках.

Структурная схема спектрофотометра выглядит следующим образом. Монохроматор и источники света устанавливаются на вакуумной камере с помощью специальных фланцев. Блок управления и регистрации (БУР) и ПЭВМ размещаются в непосредственной близости от вакуумной установки на столе или в соответствующей стойке.

Пучок света, отраженный от «свидетеля» или прошедшего через него, попадает на монохроматор. Монохроматор является двухканальным оптоэлектронным блоком, работающим в двух спектральных диапазонах. Конструктивно он представляет собой разделенный на две полости корпус с вынесенным вперед узлом телеобъектива. В верхней части корпуса размещены элементы оптической системы и приемники излучения, в нижней – электронная лампа фотоприемного устройства.

Оптическая схема монохроматора приведена на рисунке 1. Телеобъектив, образованный линзами 1 и 2, формирует параллельный пучок. Для юстировки телескопа предусмотрена возможность изменения расстояния между линзами путем пере-

мещения линзы 2. Помещенная за ней поляризационная призма 3 служит одновременно светоделителем и входным поляризатором для АОФ обоих каналов: свет, поляризованный в вертикальной плоскости, проходит без изменения направления в «синий» канал, в горизонтальной – отклоняется и попадает в «красный» канал. Далее излучение фокусируется линзой (4 или 8) в соответствующий звукопровод (5 или 9).

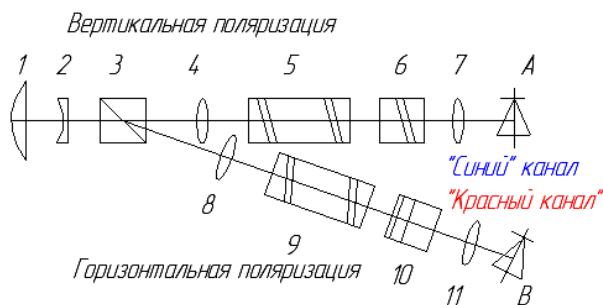


Рисунок 1 – Оптическая схема монохроматора

Часть излучения, изменившая при прохождении через кристалл свою поляризацию, пропускается входным поляризатором (6 или 10) и фокусируется линзой (7 или 11) на соответствующий фотоприемник (А или В). Сигналы с фотоприемников усиливаются и фиксируются фотоприемным устройством (ФПУ) и передаются в БУР. Возбуждение ультразвуковых колебаний осуществляется с помощью прикрепленных к звукопроводам пьезопреобразователей, к которым прикладывается высокочастотное напряжение (ВЧ-сигнал). Перестройка длины волны пропускания АОФ осуществляется изменением частоты ВЧ-сигнала.

По результатам проведенных исследований была построена кривая, связывающая частоту ВЧ-сигнала с длиной волны (рисунок 2).

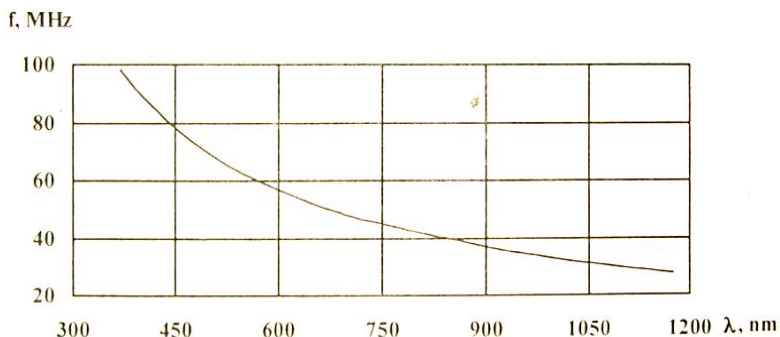


Рисунок 2 – Зависимость частоты ВЧ-сигнала от длины волны пропускания АОФ

Основными достоинствами спектрофотометра являются:

- высокоскоростное сканирование в широком спектральном диапазоне;
- высокая точность и чувствительность фотометрирования;
- абсолютная установка длины волны без предварительной калибровки.

В целом рассмотренные особенности акустооптического спектрофотометра показывают его высокую эффективность и надежность при контроле толщины напыляемого оптического покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Розенберг, Г.В. Оптика тонкослойных покрытий / Г.В. Розенберг. – М.: Физматгиз, 1986. – 547с.
2. Физика тонких пленок / под ред. Хасса Г., Туна Р.Э. – М.: Мир, 1968. – Т. 3. – 331 с.