

## КВАРЦЕВЫЙ ДАТЧИК ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ НАНЕСЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК МЕТОДАМИ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Аюпов В. А., Шамшуров П. Ю., Голосов А. Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Завадский С.М. – к. т. н, доцент

Получение высококачественных пленок с заранее заданными и воспроизводимыми параметрами требует строгого контроля параметров при их нанесении. Особенности контроля параметров тонкопленочных элементов определяются малыми толщинами наносимых пленок (от нескольких десятков до сотен нанометров). Параметры пленок контролируют непосредственно в процессе их нанесения в вакуумной рабочей камере, и после нанесения, т. е. вне камер. Наиболее важен контроль в камере, так как в зависимости от его результатов регулируются режимы процесса роста пленки, что позволяет устранить операции подгонки ее параметров после нанесения [1].

Наиболее распространен контроль скорости нанесения пленок методом кварцевого датчика, который иногда называют резонансно-частотным. В качестве датчика при этом методе используют включенный в контур генератора частоты кварцевый элемент [1]. Принцип действия кварцевого датчика основан на зависимости частоты генерируемых сигналов от изменения массы кварцевого элемента при нанесении на его поверхность пленки. С увеличением массы кварцевого элемента его резонансная частота падает.

В процессе экспериментов было установлено, что большинство предлагаемых различными производителями кварцевых датчиков рассчитаны на работу только с резистивными или электронно-лучевыми испарителями и не способны стабильно функционировать с ионно-плазменными устройствами. Это связано с тем, что при работе ИПУ даже в зоне подложки имеются заряженные частицы (потoki тепловых и высокоэнергичных электронов, положительных и отрицательных ионов). Бомбардировка кварца заряженными частицами приводит к возникновению электрических помех и в некоторых случаях срыву генерации. Кроме того, нагрев кварца при бомбардировке заряженными частицами приводит к изменению частоты генерации кварца, что значительно снижает точность измерений. Поэтому для регистрации скорости нанесения при ионно-лучевом и ионно-плазменном распылении был разработан специализированный кварцевый датчик QI-001 (Рисунок 1).



а



б

Рисунок 1 – Внешний вид (а) и конструкция (б) кварцевого датчика для измерения скорости нанесения при ионно-лучевом и ионно-плазменном распылении QI-001

Особенностью датчика является магнитная система на Nd-Fe-B постоянных магнитах, которая формирует магнитную ловушку у поверхности кварцевого резонатора и защищает кварц от бомбардировки потоками заряженных частиц путем их отклонения магнитным полем. Кроме того, для получения стабильной генерации кварца, плата генератора была размещена непосредственно в датчике. Для устранения нагрева кварца и магнитной системы потоками заряженных частиц используется проточное водяное охлаждение. Все эти меры позволили использовать кварцевый датчик при интенсивной ионной и электронной бомбардировке растущей пленки.

Список использованных источников:

1. Высокочастотное распыление [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://lektsii.org/15-9273.html>.