

УДК 621.385.642

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЧ МАГНЕТРОНА С ИЗМЕНЕННОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ

Терещенко И.Б.¹

Научный руководитель – д.т.н., профессор Губанова Л.А.¹

¹Университет ИТМО

Проведен анализ профиля слоя, изготовленного из кремния и сформированного методом магнетронного распыления на образцах, изготовленных из кварцевого стекла. Исследована зависимость изменения подаваемой мощности на магнетрон, расстояния от магнетрона до плоскости образцов, а также давления в вакуумной камере на форму профиля слоя. Проведено сравнение экспериментальных результатов с расчётными.

Введение.

В сфере формирования оптических покрытий в последние десять лет, технология магнетронного распыления становится наиболее популярной, занимая лидирующие позиции по количеству публикаций относительно таких классических методов осаждения слоев как электронно-лучевое или термическое напыление. Магнетронное распыление относится к группе осаждения покрытия из газовой фазы (PVD – physical vapor deposition) и разделяется на два вида: на постоянном токе (DC – direct current) и токе высокой частоты (RF – radio frequency). ВЧ магнетронное распыление позволяет формировать оптические покрытия при высоком вакууме (10^{-2} Па) за счет увеличения плотности электронов в скрещенных магнитном и электрическом полях. Разнообразие материалов, используемых в качестве пленкообразующих для формирующего покрытия достаточно велико, от металлов до полупроводников.

Для увеличения чистоты осаждаемого слоя, в камеру помимо рабочего газа (чаще всего Ar) добавляются реактивные газы (N_2 , O_2 и др.), атомы которых взаимодействуют с атомами распыляемого материала (мишени) для последующего формирования слоя оксида, нитрида и т.д. Чистота слоя достигается за счет того, что используемые газы и материал мишени соответствуют марки ОСЧ (99,99999%).

Поскольку технология магнетронного распыления становится наиболее перспективным методом формирования оптических покрытий, разрабатывается множество различных конструкций магнетронов. Однако в открытом доступе отсутствует подробное описание влияния параметров вакуумной камеры, условий формирования слоя, профиля магнитного поля, магнетрона на профиль получаемого слоя. В данной работе рассмотрена разработанная конструкция магнетрона с измененной магнитной системой, а также сравнение экспериментальных данных профиля напыления с расчётным.

Основная часть.

Высокочастотное распыление магнетронным методом конструктивно представляет собой ловушку для элементарных частиц. Классическая конструкция магнетрона состоит из трех элементов: 1 - нагруженный электрод, 2 - магнитная система, 3 – заземленный электрод. Как правило, магнитная система располагается под нагруженным электродом, обеспечивая таким образом условие создания скрещенных полей и возникновения силы Лоренца, которая закручивает электроны по циклоиде вдоль окружности нагруженного электрода. В разработанной конструкции магнитная система представляет собой вспомогательный электрод и вынесена за пределы нагруженного электрода. Данная конструкция позволяет увеличить зону выработки мишени до 75% от всей его площади, что в 1.5 раза выше относительно классической конструкции магнетрона. При выполнении исследований было проведено 10 экспериментов в различных режимах подаваемой мощности (80, 150, 250 Вт) на магнетрон и различных расстояниях от плоскости, в которой расположены подложки, до плоскости магнетрона (75, 100, 130 мм). Полученные зависимости подаваемой мощности при

фиксированном расстоянии показали, что профиль напыления слоя не зависит от величины мощности. Основными факторами, определяющими профиль получаемого слоя, является расстояние от плоскости, в которой расположен магнетрон, до плоскости в которой расположены образцы, и угол между этими поверхностями. При проведении экспериментов слои формировались при некотором отклонении остаточного давления в вакуумной камере, величина этого давления варьировалась от 10^{-2} Па до 10^{-1} Па, что не оказало влияние на профиль изготавливаемого слоя. Сравнение экспериментально полученных профилей слоя, полученных при напылении, и расчётного показало, что между ними наблюдается отклонение не более 5%, которое может быть объяснено неточностью измерения параметров вакуумной камеры, что привело к неточности задания геометрических параметров вакуумной камеры в численном расчете.

Выводы.

Проведенный анализ полученных профилей слоя, полученного магнетронным распылением, позволил определить зависимость его изменения от подаваемой мощности, расстояния между плоскостью, в которой расположен магнетрон и плоскостью в которой расположены образцы, а также от угла между этими поверхностями и остаточным давлением в вакуумной камере. Сравнение экспериментальных данных с расчётными показало отклонение, что между ними наблюдается отклонение не более 5%.

Терещенко И.Б. (автор)

Губанова Л.А. (научный руководитель)
