Влияние внешних параметров на характеристики плазмы в гибридной плазменной системе, основанной на магнетронном и геликонном разрядах

К.В. Вавилин1, Е.А. Кралькина1, П.А. Неклюдова1, А.М. Никонов1, В.Б. Павлов1, А.К. Петров1, А.А. Айрапетов2, В.В. Одиноков2, В.А. Сологуб2, Г.Я. Павлов2

1Физический факультет МГУ им.М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия,
 nekludova\_pa@mail.ru
2Научно-исследовательский институт точного машиностроения, г. Москва, Россия

Ионно-стимулированное нанесение является одним из основных методов вакуумного осаждения покрытий и пленок [1]. Метод предполагает постоянную или периодическую бомбардировку ускоренными ионами тонких пленок в процессе их роста. В работе [2] проанализированы результаты многочисленных экспериментов по нанесению покрытий с ассистированием ионным пучком. Показано, что наиболее значительные изменения свойств осаждаемых пленок происходят, если на каждый осажденный атом приходится энергия в диапазоне (1,0 – 100) эВ. В работе [3] для целей ионного стимулирования вакуумно-дуговому нанесению покрытий, т.е. создания потока ионов, величина которого соответствует высоким скоростям осаждения, предложено использование геликонного разряда. В настоящей работе была поставлена задача исследовать параметры плазмы в гибридном источнике плазме (ГИП), где для целей ионного асситирования магнетронному напылению покрытий используется индуктивный ВЧ разряд, помещенный во внешнее магнитное поле.

Макет ГИП состоял из двух цилиндрических камер разного диаметра. Верхняя часть источника плазмы, изготовленная из кварца, имела диаметр 10 см и высоту 25 см. Нижняя часть источника, также изготовленная из кварца, имела диаметр 46 см и высоту 30 см. Ввод ВЧ мощности осуществляется с помощью соленоидальной антенны, которая располагалась на боковой поверхности верхней части источника плазмы на расстоянии 12 – 16 см от ее верхнего торца. На боковой поверхности нижней части ГИП был размещен фланец с магнетроном.

Результаты экспериментального исследования параметров плазмы ГИП показали, что концентрация электронов возрастает пропорционально вкладываемой ВЧ мощности. Область оптимальных параметров источника плазмы лежит в диапазоне магнитных полей 20 – 80 Гс, измеренных вблизи предполагаемой подложки, при значениях магнитного поля в геликонном источнике 5 – 250 Гс. При указанных значениях магнитного поля в разряде формируется «плазменный столб», замыкающийся на подложку. Это сопровождается увеличением плотности ионного тока.

Магнетронный источник выходит на режим при давлении 0,7 Па и мощности генератора более 300 Вт.

Совместная работа ГИ и МИ приводит к существенному увеличению (не равному сумме параметров, полученных при отдельной работе устройств) ионного тока и интенсивности свечения линий атомов распыляемого вещества. Оптимальными режимами работы ГИП, обеспечивающего получение однородной плотности ионного тока на диаметре не менее 150 мм, являются давление порядка 0,7 Па, значения магнитных полей в области подложки 20 – 80 Гс, в геликонном источнике — 5 – 250 Гс.

Литература

1. Colligon J.S., Phil. Trans. R. Soc. Lond. A, 2004, v.362, pp. 103-116.
2. Winters H. F. at al. , J.Vac. Sci.Technol. A, 1998, v.11, N3, pp. 657-663.
3. Шпак А. и др. Наноиндустрия, 2009, №4, с.12-15.