Влияние внешних условий на радиальное распределение  параметров плазмы  Ar и смеси Ar/O2 в ВЧ индуктивном источнике плазмы диаметром 46 см

А.Ф. Александров, К.В. Вавилин, Г.П. Козлов, Е.А. Кралькина, П.А. Неклюдова, В.Б. Павлов

Физический факультет МГУ им.М.В.Ломоносова, Москва 119991 ГСП-1, Ленинские горы, д.1., стр.2, [nekludova\_pa@mail.ru](mailto:nekludova_pa@mail.ru)

Известно, что индуктивный ВЧ разряд широко используется в полупроводниковой промышленности при производстве микросхем, в качестве активной среды космических электрореактивных двигателей, источников света, в процессах поверхностной модификации материалов, напыления и осаждения покрытий. Быстрое развитие технологий микро- и наноэлектроники требуют создания гибко управляемых плазменных рабочих процессов, позволяющих получать протяженные участки равномерной плотной плазмы. Одним из наиболее значимых, c точки зрения технологических применений, параметров является пространственное распределение ионного тока насыщения *i+*. Настоящая работа является продолжением систематических исследований характеристик плазмы при изменении внешних параметров разряда: давления рабочего газа, рабочей частоты и мощности ВЧ генератора, величины и конфигурации магнитного поля, формы индуктора, а также рода газа и их смесей.

В экспериментах использовался кварцевый цилиндрический источник плазмы (ИП) диаметром 46 см и высотой 30 см. Индуктивный ВЧ разряд возбуждался спиральной антенной, расположенной на боковой поверхности ИП, и планарной антенной различной конфигурации, расположенными на верхнем фланце ИП, а также посредством подключения двух антенн одновременно. Антенны соединялись через систему согласования с ВЧ генераторами с рабочими частотами 2, 4 или 13.56 МГц. ВЧ мощность генераторов изменялась от 100 до 500Вт. Для создания в объеме источника однородного магнитного поля с индукцией 0 – 15 Гс вблизи верхнего и нижнего фланцев были расположены два электромагнита. В качестве рабочих газов использовались аргон и смесь аргона с 10 % примесью кислорода в диапазоне давлений 0.1 – 100 мТор.

Экспериментальные исследования индуктивного ВЧ разряда показали, что, как в случае с боковой соленоидальной антенной, так и с планарной антенной без магнитного поля в диапазоне давлений аргона 0.1 – 10 мТор распределение ионного тока насыщения *i*+ имеет колоколообразную форму. С ростом давления в указанном диапазоне абсолютная величина *i*+ растет в центральной части ИП, но при этом протяженность области равномерности плазмы уменьшается. Наиболее однородное радиальное распределение и максимальные величины ионного тока насыщения при мощности генератора 500 Вт удается получить, используя боковую антенну, при давлении аргона порядка 0.1 Тор с максимальной областью однородности плазмы порядка 20см. Рост частоты ВЧ генератора приводит к сужению области однородности, по всей видимости, это может быть связано с влиянием емкостной составляющей. Данный эффект наиболее выражен при частоте генератора 13.56 МГц.

Наложение внешнего магнитного поля также сопровождается значительным изменением пространственного распределения ионного тока насыщения и позволяет получить наилучшее по однородности распределение протяженностью до 30 см в пределах 5 % при давлениях 0.1 – 4 мТор и индукции магнитного поля *В=*10–15 Гс.

Использование кислорода в качестве примесного газа (10%) приводит к незначительному увеличению области однородности плазмы вследствие пространственного разделения компонент смеси.