

Рис. 1 – Схема рабочей области установки ВЧЕ-травления.
1 – электроды; 2 – рабочая камера; 3 – полупроводниковая подложка.

Напряжение подается на верхний электрод. Нижний плоскопараллельный электрод заземлен и является подложкодержателем, на котором располагается обрабатываемый материал (в данном случае это полупроводниковая подложка).

К важным параметрам процесса можно отнести: величину ВЧ-напряжения (составляет 1-5 кВ); межэлектродное расстояние (обычно в диапазоне 4-8 см); рабочую частоту генератора (1,76 – 13,56 МГц); рабочее давление в камере (1,33 – 133 Па). Величина скорости травления данным методом находится в интервале $10^{-8} - 10^{-7}$ см/с [2]. Рабочая частота генератора оказывает влияние на кинетику процесса, то есть скорость ионизации, лишь в некотором диапазоне частот и давлений. Международные стандарты, согласно которым в мощных лабораторных стендах и промышленных установках используется ВЧ диапазон определенной ширины, обусловлены необходимостью сократить количество помех, т.к. в ВЧ диапазоне работает множество другой электронной аппаратуры, к примеру, системы мобильной радиосвязи, радиовещание, радиолокация, спутниковая связь, радионавигация и др..

ВЧЕ-плазменная обработка находит применение в следующих областях:

1. плазмохимическое травление;
2. очистка и удаление поверхностных дефектных слоев;
3. изменение физико-химических и физико-механических свойств материала;
4. выращивание структур на поверхности материалов, нанесение пленок.

Из этих направлений лучше всего ВЧЕ-плазменная обработка показывает себя в процессах травления, нанесения тонких пленок и покрытий. С учетом сформировавшейся в последнее время тенденций по миниатюризации элементов различных структур и микросхем, освоение больших и сверхбольших интегральных схем (БИС и СБИС), возрастанием требований по точности, надежности этих структур, а также по степени автоматизации их производства, можно сделать вывод об актуальности технологий ВЧЕ-плазменной обработки и необходимости их развития [3].

Список использованных источников:

- 1.Абдуллин, И.Ш. Высоочастотная плазменно-струйная обработка материалов при пониженных давлениях. Теория и практика применения / И.Ш. Абдуллин, В.С. Желтухин, Н.Ф. Кашапов. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2000 г. – 348 с.
- 2.Райзер Ю.П. Физика газового разряда. 2-е издание. / М. Наука, 1991 г.
- 3.Райзер Ю.П., Шнейдер М.Н., Яценко Н.А. Высоочастотный емкостный разряд / Москва, Изд-во МФТИ; Наука - Физматлит, 1995 г. – 320 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПЛАСТИН ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ОБЪЁМЕ ПЛАЗМЫ СВЧ РАЗРЯДА НА СВЧ ЭНЕРГИЮ МЕЖДУ НИМИ

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

Земляков А.С.

Мадвейко С.И. – канд. техн. наук, доцент

В настоящее время целями современной СВЧ плазмохимической обработки является создание эффективных плазматронов резонаторного типа оптимальных размеров. Одной из проблем в этой области является неравномерность распределения СВЧ энергии в разрядной камере при возбуждении плазмы в ее объеме и внесении обрабатываемых образцов из различных материалов.

В опубликованных к настоящему времени научно-технических материалах отсутствует глубоко разработанная и экспериментально подтвержденная универсальная теория взаимодействия СВЧ полей с плазмой газового разряда, а также объектами обработки расположенных в ней. Следовательно, материал, содержащийся в литературе, не позволяет однозначно прогнозировать характеристики новых разрабатываемых

универсальных плазмотронов. А в имеющихся к настоящему времени сообщениях о СВЧ разрядном оборудовании практически отсутствуют данные об исследованиях распределения СВЧ энергии в объеме плазмы, в зависимости от природы обрабатываемых в ней материалов. Поэтому известные технические решения СВЧ плазмотронов резонаторного типа требуют всестороннего исследования с целью оптимизации их конструктивного исполнения и выработки научно обоснованных рекомендаций по применению в процессах вакуумно-плазменной обработки материалов [1, 2]. Для решения существующих задач особый интерес представляет исследование влияния расположения пластин из наиболее часто используемых материалов при производстве изделий электронной техники в объеме плазмы СВЧ разряда на величину СВЧ энергии между ними.

Исследование влияния расположения пластин из различных материалов в объеме плазмы СВЧ разряда на величину СВЧ энергии между ними проводилось на базе малогабаритной СВЧ плазменной установки резонаторного типа. Потребляемая электрическая мощность установки до 1000 Вт, напряжение питающей сети 220 В, рабочая частота 2,45 ГГц. Установка предназначена для очистки подложек, удаления фоторезистивных покрытий, лаков и мастик, плазмохимического осаждения пленок, модификации поверхности материалов, деталей и узлов сложной формы. Принцип действия установки основан на передаче энергии СВЧ излучения по волноводу от магнетрона в объемный резонатор прямоугольной формы, внутри которого в вакуумированном объеме (кварцевая труба) зажигается низкотемпературный газовый СВЧ разряд. При проведении исследования в качестве образцов располагаемых в плазме СВЧ разряда использовались кремниевые, ситалловые и металлические пластины. Используемый газ – O_2 .

Для измерения величины СВЧ мощности использовался «активный зонд» [3]. Зонд представляет собой отрезок гибкого коаксиального кабеля с волновым сопротивлением 50 Ом, внешний проводник которого выполнен из медной трубки, а внутренний – из одножильного медного провода. Пространство между проводниками заполнено гибким диэлектриком – фторопластом. С одной стороны кабеля сформирован активный зонд. На втором конце кабеля смонтирован 50-омный кабельный разъем, который включает в себя герметичный ввод, закрепленный на кабеле гайкой, высокочастотный разъем и 50-омный переходник. Посредством последнего активный зонд соединялся с выносным приемным преобразователем СВЧ-мощности, который соединялся с измерителем мощности.

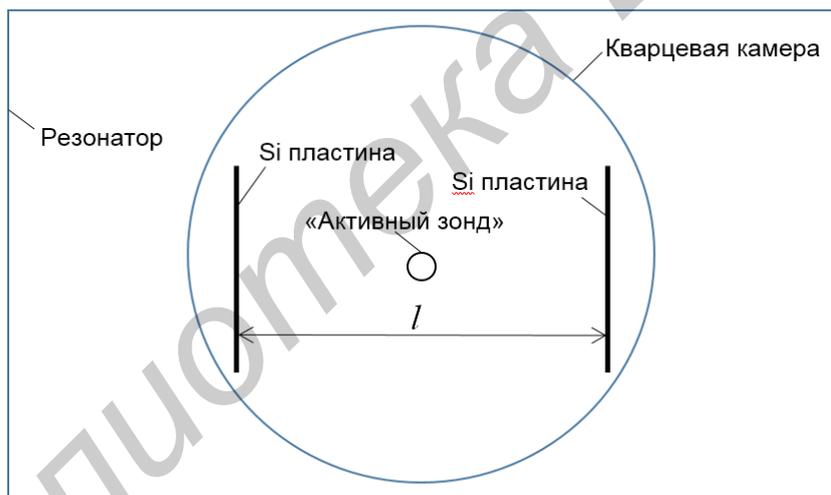
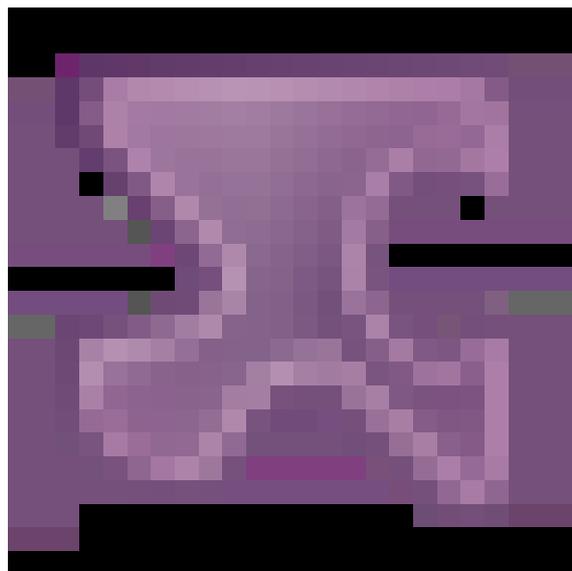


Рис. 1 - Схематичное изображение размещения пластин относительно «активного зонда» при измерении влияния расстояния между пластинами в призматическом объеме на величину СВЧ энергии между ними

Зонд располагался неподвижно на равном расстоянии от двух параллельно расположенных в центральной части СВЧ разряда пластин из однородного материала. В процессе исследований регистрировались показания СВЧ мощности при различном расстоянии между пластинами (от 10мм до 100мм).

Схематичное изображение размещения пластин относительно «активного зонда» представлено на рисунке 1.

На рисунке 2 представлен график зависимости величины СВЧ энергии между пластинами в плазменном объеме.



- 1 "Кремний"
- 2 "Ситалл"
- ▲ 3 "Металл"

Рис. 2 - График зависимости величины СВЧ энергии между пластинами в плазменном объёме от расстояния до «активного зонда»

Как показано на графике, уменьшение расстояния между кремниевыми пластинами приводит к уменьшению величины СВЧ мощности, регистрируемой между ними. Этот эффект может быть объяснён поглощением СВЧ мощности кремниевыми пластинами обладающими высокими тангенсом диэлектрических потерь, а также может быть частично связан с эффектом экранирования «активного зонда» пластинами от электромагнитных полей.

Изменение расстояния между ситалловыми пластинами, являющиеся «прозрачными» для электромагнитных волн СВЧ диапазона, не приводит к изменению величины СВЧ мощности между ними.

Зависимость расстояния между металлическими пластинами и величиной СВЧ мощности между ними имеет сложный вид близкий к параболе. Максимальная зарегистрированная СВЧ мощность наблюдается при расстоянии между пластинами 60-70мм, соответствующее примерно половине длины, возбуждающей плазму электромагнитной волны ($f = 2,45 \pm 0,05$ ГГц) в резонаторе, что предположительно может быть объяснено образованием резонансного эффекта между металлическими пластинами. Как и для кремниевых пластин общий вид зависимости может быть частично связан с эффектом экранирования «активного зонда» пластинами от электромагнитных полей.

Полученные результаты необходимо учитывать при теоретическом изучении энергетических параметров плазмы СВЧ разряда, практическом проектировании и изготовлении новых разрядных камер, технологических режимов обработки и нового технологического оборудования.

Список использованных источников:

1. Кузьмичев А. И. Ионно-плазменные источники на базе микроволновых печей // Приборы и техника эксперимента. 1994, № 5. С. 176 – 180.
2. Бордусов С.В. Малогабаритная СВЧ – плазменная установка с резонатором прямоугольной формы // Электронная обработка материалов. 2001. №1(207). С. 74 – 76.
3. Чернушенко А. М., Майбородин А. В. Измерение параметров электронных приборов дециметрового и сантиметрового диапазонов волн. – Минск : Радио и связь, 1986. – 336 с.