

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ДИССЕКТОРА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ СВЕЧЕНИЯ СВЧ РАЗРЯДА В ПЛАЗМАТРОНЕ РЕЗОНАТОРНОГО ТИПА

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

Бельский Д. В.

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

Проведен анализ импульсов СВЧ сигнала, зарегистрированного с использованием «активного зонда» и сигнала интегрального оптического свечения, зарегистрированного с использованием фотоэлектрического умножителя. Установлено, что вращающийся диссектор существенно влияет на изменение величины СВЧ энергии в отдельной локальной области разрядной камеры СВЧ плазматрона, что приводит к изменению интенсивности свечения СВЧ разряда.

В связи с требованием повышения эффективности промышленного производства микроэлектронных устройств актуальной является задача разработки плазменных источников, обеспечивающих проведение процессов на обрабатываемых поверхностях большой площади и с высокими технологическими характеристиками [1]. Этим требованиям отвечают СВЧ плазменные разряды, основным преимуществом которых является возможность формирования плазменных объемов со сравнительно высокой электронной плотностью ($n_e = 10 \cdot 10 \text{ см}^{-3}$) и большого диаметра (до 15...20 см). Достоинством этих разрядов является также отсутствие электродов, исключающее загрязнение реакционной среды и бомбардировку обрабатываемых материалов энергетическими ионами. Важно и более простое согласование разрядного объема с источником СВЧ энергии по сравнению с ВЧ плазменными устройствами при относительной простоте устройств генерации СВЧ мощности.

Особый интерес при разработке процессов СВЧ плазменной обработки материалов представляет вопрос о проникновении СВЧ полей в область газового разряда. Этот эффект необходимо учитывать по следующим причинам:

1) СВЧ поля в случае наличия в объеме плазмы материалов с высокими тангенсами угла диэлектрических потерь могут взаимодействовать с ними, разогревая их, и приводя к уменьшению величины СВЧ мощности, вкладываемой в разряд;

2) СВЧ волны могут переотражаться в плазменном объеме, приводя к изменению параметров разряда; СВЧ поля в этом случае могут инициировать протекание плазменных реакций на поверхности раздела «ионизированный газ – твердое тело».

Экспериментальные исследования проводились на базе лабораторной СВЧ плазменной установки резонаторного типа, используемой на операциях очистки полупроводниковых подложек, удаления фоторезистивных покрытий, лаков и мастик, плазменного осаждения пленок, модификации поверхности материалов, деталей и узлов сложной формы [2].

Плазма зажигалась внутри кварцевого туннельного реактора объемом около 9000 см³. Регистрировались оптическое свечение плазмы с использованием фотоэлектрического умножителя (ФЭУ 112) и импульсы СВЧ сигнала с использованием «активного зонда». В качестве «активного зонда», измеряющего локальное значение электрической составляющей электромагнитного поля, использовался 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. Сигналы подавались на АЦП в составе ПЭВМ.

Импульсы СВЧ сигнала с «активного зонда» (а) и оптического сигнала с ФЭУ 112 (б) представлены на рисунке 1.

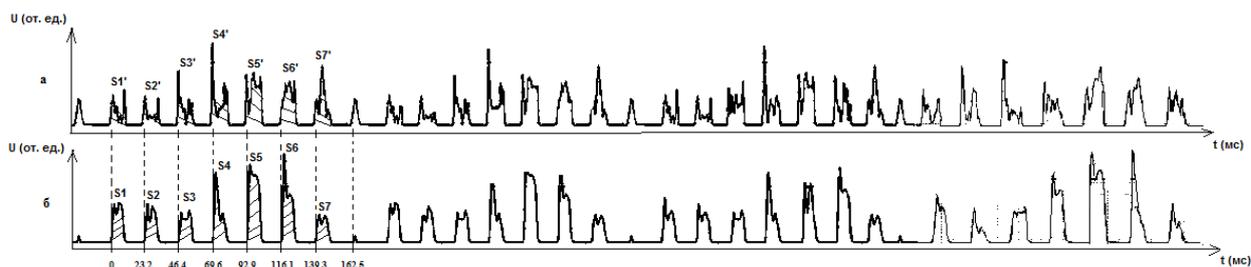


Рис. 1 – Импульсы сигналов: а - СВЧ сигнал с «активного зонда»; б - оптический сигнал с ФЭУ

Для анализа эксперимента были рассмотрены площади импульсов сигналов. Площади S_n' соответствуют СВЧ сигналу с зонда, S_n – оптическому сигналу с ФЭУ. Установлено что во время вращения диссектора

однотипные пакеты импульсов для СВЧ сигнала и оптического сигнала в локальных областях разряда изменяются с периодическим повторением через четверть его оборота. Импульсы на интервале 162,5 мс соответствуют одной четвертой оборота диссектора. Площадь представлена в условных единицах.

На рисунке 2 представлены изменение площадей импульсов сигналов в течении одной четвертой оборота диссектора.

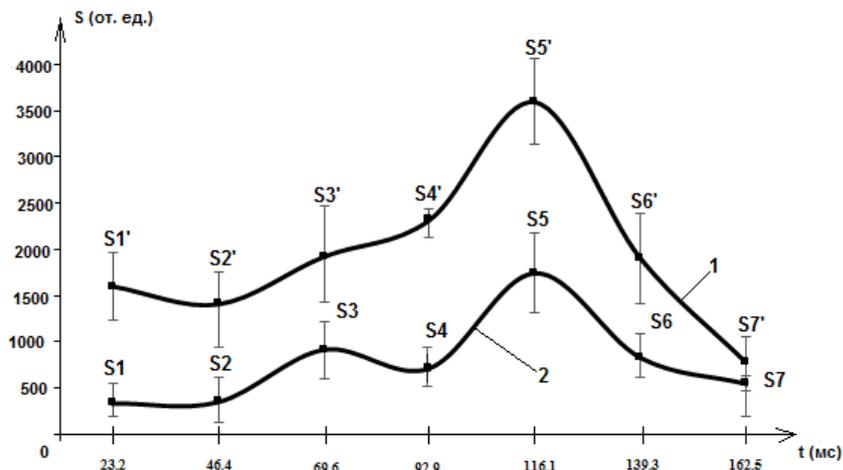


Рис. 2 – Изменение площадей импульсов сигналов в течении одной четвертой оборота вращающегося диссектора: 1 – для СВЧ сигнала с «активного зонда»; 2 – для оптического сигнала с ФЭУ

Экспериментально установлено, что вращающийся диссектор существенно влияет на изменение величины СВЧ энергии в отдельной локальной области разрядной камеры СВЧ плазматрона, что приводит к изменению интенсивности свечения СВЧ разряда. И как следствие в процессе вращения диссектора в отдельной локальной области СВЧ разряда могут меняться электрофизические параметры плазмы.

Список использованных источников:

1. Электрофизические процессы и оборудование в технологии микро- и нанoeлектроники: моногр. / А.П. Достанко [и др.]; под ред. акад. НАН Беларуси А.П. Достанко и д-ра техн. наук А.М. Русецкого. – Минск: Бестпринт, 2011. – 216 с.
2. Бордусов, С.В. Конструктивные особенности установки и технологические процессы СВЧ-плазменной обработки материалов в условиях низкого вакуума / С.В. Бордусов // Материалы, технологии, инструменты. – 2001. – Т. 6, № 4. – С. 62 – 64.