

ИЗУЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОДНОРОДНОСТИ ПЛАЗМЫ СВЧ РАЗРЯДА МЕТОДОМ ОПТИЧЕСКОЙ ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Гордейчук Т.В.

Научный руководитель: д-р технических наук, проф. Бордусов С.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Беларусь

E-mail: bordusov@bsuir.by

Аннотация — Методом оптической эмиссионной спектроскопии изучалось реальное пространственное распределение интенсивности свечения СВЧ разряда в кислороде на разном расстоянии от зоны ввода СВЧ энергии. Полученные экспериментальные результаты указывают на то, что наибольшая равномерность оптического излучения по длине разряда достигается в режиме оптимального по давлению пробоя газа.

1. Введение

Сверхвысокочастотные (СВЧ) разрядные устройства и разработанные на их основе технологии находят все более широкое промышленное применение в вакуумной газоплазменной обработке изделий микро- и нанoeлектроники [1].

Специфической особенностью газовых СВЧ разрядов является сильное проявление эффекта скинирования электромагнитного поля, с которым связан градиент характеристик параметров плазмы, определяющих равномерность воздействия плазменной среды на разные участки обрабатываемого изделия.

2. Основная часть

В качестве регистрируемой линии спектра излучения кислородного разряда была выбрана линия ОI ($\lambda=777,7$ нм). Это связано с определяющей ролью атомарного кислорода в процессах плазмохимической деструкции фоторезистивных пленок [2] и установленной ранее возможностью надежного контроля за этим процессом по изменению интенсивности линий ОI ($\lambda=777,7$ нм; $\lambda=844,6$ нм).

Конфигурация разряда и его свойства удовлетворяют требованиям, при которых возможно численное решение уравнения Абеля, поэтому для определение искомого радиального распределения интенсивности свечения газового разряда на различном удалении от щелевой антенны пользовались следующим выражением

$$\varepsilon(r_k) = -\frac{n}{40R} \sum_{j=0}^{n-1} b_{jk} I(x_j), \quad (1)$$

где $\varepsilon(r_k)$ — искомая излучательная способность цилиндрического источника;

n — число точек измерения по радиусу цилиндрического разряда;

b_{jk} — табличные коэффициенты;

$I(x_j)$ — измеряемая интенсивность свечения;

R — радиус цилиндрического разряда.

На рис. 1 представлены полученные радиальные распределения интенсивности свечения кислородного разряда на расстоянии 55 мм (а) и 90 мм (б) от кольцевой антенны (по данным «абелизации»). Давление O_2 : 1 — 27 Па, 2 — 60 Па, 3 — 133 Па, 4 — 240 Па, соответственно.

Из этих зависимостей видно, что даже для оптимальных разрядных условий [2] (давление O_2 около 160 Па) существует явно выраженная неравномерность интенсивности свечения линии ОI. При этом характер радиального распределения интенсивности

оптического свечения вблизи места ввода СВЧ энергии в плазменный объем и на удалении от него отличаются.

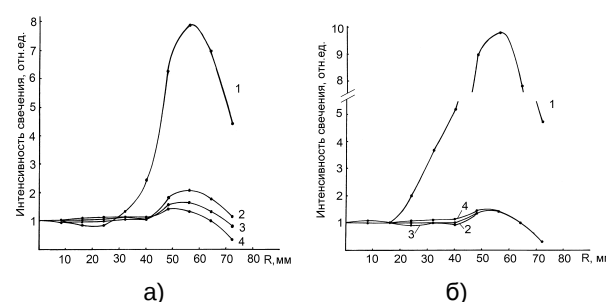


Рис. 1

3. Заключение

Таким образом, полученные результаты указывают на то, что наиболее высокая пространственная равномерность интенсивности свечения кислородного СВЧ разряда достигается в диапазоне давлений (130 ... 200) Па.

Результаты исследования будут полезны при проектировании СВЧ плазмотронов, разработке и анализе процессов СВЧ-плазменной обработки материалов.

4. Список литературы

- [1] Айнспрук Н. Плазменная технология в производстве СБИС / Н. Айнспрук, Д. Браун. — М.: Мир, 1987. — 471 с.
- [2] Мак-Доналд А. Сверхвысокочастотный пробой в газах. / А. Мак-Доналд. — М.: Мир, 1969. — 213 с.

INVESTIGATION OF THE PLASMA SPACE HOMOGENEITY OF A MICROWAVE DISCHARGE WITH THE OPTICAL EMISSION SPECTROSCOPY METHOD

Gordeychuk T.V.

Scientific adviser: Bordusov S.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus

Abstract — The spatial distribution of the optical emission intensity of the microwave discharge in oxygen at different distances from the microwave energy input point was studied by means of the optical emission spectroscopy. The experimental results indicate that the greatest uniformity of the optical emission along the length of the discharge can be achieved with the value of gas pressure optimal for the discharge.