

Рис.4 - Напряжения возбуждения и погасания разряда с ЭПК в  $N_2$  а) для вставки с полым выступом б) для вставки с кольцевыми проточками в донной части

Наличие кольцевых проточек в донной части вставки (Рис.2б) привело к снижению значений величины напряжения возбуждения разряда с ЭПК во всем диапазоне давлений плазмообразования (Рис. 4б).

Возбуждение разряда в проточках при разных давлениях газа происходило по-разному.

При давлениях порядка 50 и 250 Па разряд возникал только в крайней проточке.

Возникновение разряда в крайней и центральной проточках наблюдалось при давлениях 100 и 200 Па.

При давлении порядка 150 Па разряд загорался во всех проточках.

Проведенные эксперименты показывают что возбуждение импульсного тлеющего разряда с ЭПК в исследованной конструкции полого составного цилиндрического катода в азоте при среднем вакууме происходит при значениях напряжения пробоя не более -700 В. В связи с этим нет необходимости использовать генераторы с большим амплитудным значением силовых электрических импульсов.

При этом напряжение возбуждения разряда может быть понижено за счет конструктивных изменений электрода-катода.

Список использованных источников:

1. Плазменная химико-термическая обработка поверхности стальных деталей / Е.В. Берин, Н.Н. Коваль, Л.А. Сейдман; ответственный редактор Ю.Ф. Иванов; Российская академия наук, Сибирское отделение, Институт сильноточной электроники. – Москва : Техносфера, 2012. – 462 с.

2. Черниенко, В.С. Вакуумные плазменные электроды: монография / В.С. Черниенко, Б.И. Юдин; — Красноярск: СФУ, 2011. — 587 с.

## ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ЕМКОСТНЫЙ РАЗРЯД В ОБРАБОТКЕ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

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

Звегинцев Р.А.

Лушакова М.С., ассистент кафедры ЭТТ

Высокочастотный емкостный разряд (ВЧЕ-разряд) формируется в системе из двух плоскопараллельных электродов, на которые подается напряжение. Данный тип разряда нашел широкое применение в современном производстве электронной техники.

В современном производстве изделий электронной техники широкое применение получили высокочастотные (ВЧ) плазменные технологии обработки поверхностей материалов при пониженном давлении (13,3 – 133 Па). Обработка поверхности конструкционных материалов плазмой ВЧ разряда пониженного давления позволяет повысить усталостную прочность с одновременным увеличением коррозионной стойкости, уменьшить шероховатость, удалить трещиноватый и рельефный слои, обеспечить высокоэффективную очистку поверхностного слоя с ликвидацией примесных дефектов [1].

Для получения высокочастотного емкостного разряда необходима система из двух электродов, как правило, расположенных плоскопараллельно. К одному из них прикладывается напряжение, а второй заземлен. Из-за возникшей разности потенциалов между электродами зажигается разряд. Поскольку для переменного тока электрическая цепь проводников не обязательно должна быть замкнутой и может содержать непроводящие участки, электроды можно изолировать от плазмы диэлектриками. Это позволяет размещать электроды либо в разрядной камере, куда при необходимости подается газ, либо располагать их снаружи камеры с диэлектрическими стенками. На рисунке 1 представлен упрощенный вариант исполнения рабочей области установки ВЧЕ-травления.

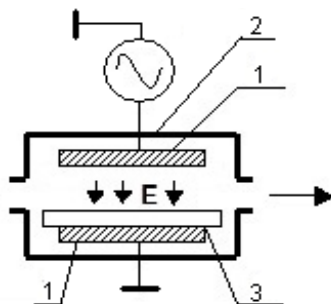


Рис. 1 – Схема рабочей области установки ВЧЕ-травления.  
1 – электроды; 2 – рабочая камера; 3 – полупроводниковая подложка.

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