

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ РАЗРЯДА В КОМБИНАЦИИ СВЧ И НЧ ПОЛЕЙ

С.В. Бордусов

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,

Беларусь, 220027, Минск, П. Бровки, 6,

Тел.: (8017) 2398088; e-mail: bordusov@gw.bsuir.unibel.by

Представлены результаты изучения влияния внешнего энергетического воздействия низкочастотным полем ($f = 10$ кГц) на степень химической активности плазмы СВЧ разряда ($f = 2,45$ ГГц), возбуждаемой в реакторе объемного типа плазмотрона с аппликатором на базе резонатора прямоугольной формы. Исследовался процесс удаления фоторезистивных защитных покрытий с поверхности полупроводниковых пластин диаметром 100 мм. По результатам исследований установлено, что комбинированный разряд обладает преобладающей степенью химической активности по отношению к каждому из типов разряда в отдельности.

Введение

Одной из разновидностей сверхвысокочастотного (СВЧ) разряда является комбинированный разряд, формируемый путем наложения на СВЧ разряд электромагнитного поля низкочастотного (НЧ) или высокочастотного (ВЧ) диапазона, обеспечивающего возбуждение самостоятельного газового разряда [1]. При таком способе поддержания плазмы появляется возможность дополнительного управления энергетическим вкладом в плазменный объем и энергией заряженных плазменных частиц [2], что в свою очередь существенно изменяет физико-химические процессы в объеме неравновесной плазмы и на границе раздела плазма – твердое тело.

Основная часть

Проводилось изучение влияния внешнего энергетического воздействия низкочастотным полем ($f = 10$ кГц) на степень химической активности плазмы СВЧ разряда ($f = 2,45$ ГГц), возбуждаемой в реакторе объемного типа плазмотрона с аппликатором на базе резонатора прямоугольной формы. Исследовался процесс удаления фоторезистивных защитных покрытий с поверхности полупроводниковых пластин диаметром 100 мм.

Плазменный разряд зажигался в цилиндрической кварцевой трубе – реакторе с наружным диаметром 200 мм и длиной 310 мм, расположенной в центре прямоугольного резонатора с внутренними размерами 345×250×380 мм вдоль продольных сторон резонатора. СВЧ энергия поступала в резонатор через прямоугольное отверстие связи, расположенное своей длинной стороной вдоль резонирующих стенок. Вдоль реактора на расстоянии $\lambda_{\text{в}}/8$ ($\lambda_{\text{в}}$ – длина волны СВЧ излучения) от внутренней поверхности установлены 2 стержня-электрода. К одному из них прикладывалось НЧ напряжение, обеспечивающее возбуждение самостоятельного разряда в O_2 либо кислородсодержащей смеси газов. Второй стержень служил заземленным электродом.

Исследования проводились с плазмой комбинированного разряда, возбуждаемого несколькими способами:

1. непрерывным НЧ разрядом и пульсирующим (частота повторения 50 Гц) СВЧ разрядом;
2. пульсирующими НЧ и СВЧ разрядами,

синхронизированными по длительности и периоду следования.

Экспериментально установлено значительное влияние эффекта возбуждения разночастотного разряда на химическую активность плазмы. При определенных операционных условиях (давление кислорода, величина НЧ напряжения на потенциальном электроде, величина генерируемой СВЧ мощности) скорость удаления сплошной пленки фоторезиста с поверхности одной кремниевой пластины диаметром 100 мм, расположенной в центре реактора перпендикулярно газовому потоку, в комбинированном разряде в 6,5 раз быстрее, чем в НЧ разряде, и в 1,8 раза быстрее обработки в СВЧ разряде.

Добавка в основной газ (кислород) аргона (до 10 % по объему) способствует повышению скорости процесса удаления фоторезиста по сравнению с обработкой только в кислородном разряде до 1,3 раза в зависимости от остальных операционных параметров. На скорость процесса удаления фоторезиста влияют также местоположение пластины в разрядной зоне и ее температура, количество одновременно обрабатываемых пластин, давление, состав и скорость прокачки плазмообразующей среды, величина напряжения на потенциальном электроде, величина вводимой в резонатор СВЧ мощности.

Существенного различия между скоростями протекания процессов удаления фоторезистивной пленки в случаях обработки пульсирующими НЧ и СВЧ полями либо непрерывным НЧ и пульсирующим СВЧ полем не установлено.

Заключение

Основной вывод по результатам исследований заключается в том, что комбинированный разряд обладает преобладающей степенью химической активности по отношению к каждому из типов разряда в отдельности.

Список литературы

1. Бордусов С.В. Плазменные СВЧ технологии в производстве изделий электронной техники / Под ред. А.П. Достанко. – Мн.: Бестпринт, 2002. – 452 с.
2. Бордусов С.В. Характеристики процесса ионно-химического травления монокристаллического кремния плазмой комбинированного разряда // Электронная обработка материалов. 2002. № 6 (218). – С. 39 – 42.

RESEARCH OF THE DISCHARGE CHEMICAL ACTIVITY IN THE COMBINATION OF THE MICROWAVE AND LOW-FREQUENCY FIELDS

S.V. Bordusov

*Belorussian State University of Informatics and Radioelectronics, Belarus, 220027, Minsk, P.Brovki, 6
phone: (8017) 2398088; e-mail: bordusov@gw.bsuir.unibel.by*

The results of studying the effect of the external energy influence of a low-frequency field ($f = 10$ KHz) on the degree of the chemical activity of the microwave discharge plasma ($f = 2,45$ GHz), excited in a volumetric type plasmatrone reactor with an applicator on the basis of a rectangular resonator are submitted. The process of the removal of photoresistive protection coatings from the surface of semiconductor plates of 100 mm in diameter was studied. A combined discharge was excited in several ways: by a continuous low-frequency discharge and by an impulsing (50 Hz recurrence frequency) microwave discharge; by impulsing low-frequency and microwave frequency discharges synchronized in duration and follow-up period. The study established that the combined discharge possesses the prevalent degree of chemical activity with respect to each type of the discharges taken separately.