

М.Н. Делендик; заявитель Ин-т прикладной физики НАН Беларуси. – № а20080198; заявл. 21.02.2008; опубл. 30.10.2009 // Афіцыйны

бул. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 5. – С. 123.

УДК 66.088

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ КРЕМНИЕВЫМИ ПЛАСТИНАМИ НА СКОРОСТЬ СВЧ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО УДАЛЕНИЯ ФОТОРЕЗИСТИВНЫХ ПЛЕНОК

Бельский Д.В., Мадвейко С.И., Бордусов С.В., Тихон О.И., Лушакова М.С.

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

СВЧ газоразрядное оборудование технологического назначения широко используется на операциях неprecизионной обработки материалов микроэлектроники, предусматривающих индивидуальную обработку полупроводниковых пластин диаметром 300 и 200 мм и групповую обработку пластин с меньшим диаметром. Анализ литературных источников показывает, что в конструкциях таких СВЧ плазмотронов в качестве систем для возбуждения и поддержания СВЧ разряда используются резонаторы прямоугольной формы. В резонаторных СВЧ плазматронах для получения разряда используется энергия «стоячих волн» [1]. Полученные результаты измерений структуры распределения СВЧ поля в зоне газового разряда в резонаторе прямоугольной формы указывают на существование устойчивой формы неравномерности распределения плотности мощности в объеме разрядной зоны [2]. Это свидетельствует о наличии существенной пространственной неоднородности в параметрах СВЧ разряда применительно к цилиндрическим разрядным камерам туннельного типа, что в свою очередь предполагает разброс скоростей гомогенных и гетерогенных процессов по сечению и длине разрядной камеры.

Для эффективного проведения плазменных процессов обрабатываемые материалы необходимо размещать в областях СВЧ разряда, где его химическая активность максимальна [1]. При групповой обработке полупроводниковых пластин одним из факторов, влияющих на скорость удаления фоторезиста, является расстояния между подложками, что может быть связано с изменением плотности травящих фоторезист частиц, ухудшением отвода отработанных продуктов реакции, увеличением сопротивления движению газового потока.

Экспериментальные исследования влияния расстояния между подложками на скорость удаления с их поверхности фоторезиста в области локального максимума и минимума СВЧ энергии проводились на базе лабораторной СВЧ плазменной установки резонаторного типа [3], используемой на операциях очистки полупроводниковых подложек, удаления фоторезистивных покрытий, лаков и мастик, плазменного

осаждения пленок, модификации поверхности материалов, деталей и узлов сложной формы [1].

Внутри кварцевого туннельного реактора объемом около 9000 см<sup>3</sup> на подложкодержателе из кварцевого стекла размещались пластины из монокристаллического кремния диаметром 100 мм с нанесенным на его поверхность фоторезистом марки *S 1813 G 2 SP 15* толщиной 1,5 мкм. Пластины располагались вдоль оси напуска газа. Регистрация момента окончания процесса удаления фоторезиста проводилась при помощи спектрометра *SL 40-2-2048 ISA* по интенсивности спектральной линии кислорода  $\lambda = 777,46$  нм. В качестве рабочего газа использовался воздух. Процесс плазмохимического удаления проводился при давлении 130 Па.

Результаты исследования влияния расстояния между обрабатываемыми кремниевыми пластинами на скорость СВЧ плазмохимического удаления с их поверхности фоторезистивных пленок представлены на рисунке 1.

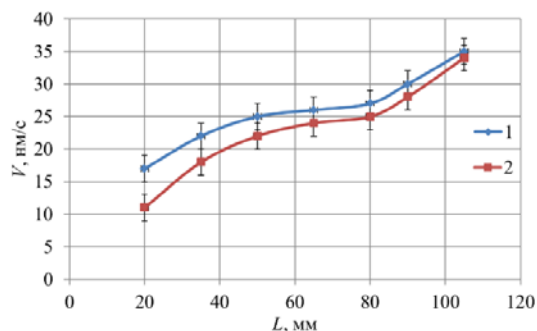


Рисунок 1 – Зависимость скорости СВЧ плазмохимического удаления фоторезиста с поверхности кремниевых пластин от расстояния между ними:

1 – в области локального максимума СВЧ мощности;  
2 – в области локального минимума СВЧ мощности

Исследование процесса СВЧ плазмохимического удаления фоторезистивных покрытий с полупроводниковых пластин при расположении в характерных местах максимумов и минимумов СВЧ мощности в плазменном объеме при вращающемся диссекторе показало, что в случае обработки одиночных пластин или партий пластин с расстоянием между ними соизме-

римым с их диаметром присутствие локальных областей не оказывает существенного влияния на скорость удаления материала.

Экспериментально установлено, что при групповой обработке полупроводниковых пластин уменьшение расстояния между кремниевыми пластинами приводит к снижению скорости плазмохимического удаления фоторезистивных маскирующих покрытий с их поверхности. Уменьшение расстояния между обрабатываемыми пластинами в характерных местах максимумов СВЧ мощности в плазменном объеме может приводить к уменьшению скорости удаления фоторезиста до двух раз, в локальных местах минимумов – до трех раз.

При расстоянии менее 50 – 60 мм между пластинами происходит значительное снижение скорости удаления фоторезиста, что может быть частично объяснено экранированием пластинами диаметром 100 мм области обработки, эффектом поглощения СВЧ энергии кремниевыми пластинами, обладающими высоким значением тангенса угла диэлектрических потерь, а также повышенной гибелью активных частиц на поверхности подложек.

УДК 621.7.09

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОГО ПОЛИРОВАНИЯ НА ТОЧНОСТЬ ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТИ ОБРАЗЦОВ ИЗ ОПТИЧЕСКОГО СТЕКЛА

Биткаша В.С.<sup>1</sup>, Юрасова К.В.<sup>1</sup>, Хомич Н.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Унитарное предприятие «Полимаг», Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

### Введение

Технический прогресс отраслей промышленности и развитие науки требует непрерывного повышения точности форм и поверхностей деталей машин и приборов. Сегодня наиболее требовательны в этом отношении детали оптики и лазерной техники.

Поверхности оптических деталей представляют собой части сферы у линз и сферических зеркал или части плоскости у пластин, клиньев, призм и плоских зеркал. Такие поверхности могут иметь погрешности как по общей кривизне или плоскостности, так и по местным ошибкам. Допуски на эти погрешности задаются количеством интерференционных колец или полос, или их долей. Обычно на практике интерференционную картину принято называть «цветом».[1]

Форма рабочей поверхности оптической детали характеризуется точностью выполнения ее радиуса. Отклонение поверхностей оптических деталей от заданных радиусов и от правильной сферы проверяют пробным стеклом (эталоном), наложенным на нормируемую поверхность. Допуски на отклонения формы поверхности задают числом колец интерференции и обозначают символами  $N$  и  $\Delta N$ . [1]

Полученные результаты необходимо учитывать при разработке конструкций систем загрузки полупроводниковых пластин в разрядную камеру СВЧ плазматрона, а также при оптимизации технологических процессов групповой СВЧ плазмохимической обработки.

### Литература

1. Бордусов, С.В. Плазменные СВЧ технологии в производстве изделий электронной техники / Под ред. А.П. Достанко – Минск : Бестпринт, 2002. – 452 с.
2. Бордусов С.В. Особенности распределения СВЧ мощности в объеме резонаторной камеры СВЧ плазматрона / С.В. Бордусов, Ю.С. Шинкевич // Материалы XI МНТК «Современные средства связи» 25.09–29.09.2006 г., Нарочь, Республика Беларусь. – Минск : Бестпринт, 2006 – С. 36.
3. 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.

Эти параметры характеризуют разность стрелок прогиба поверхности детали и эталона, выраженных числом интерференционных колец –  $N$ . Отступление радиуса контролируемой поверхности от заданного (эталоны) называют общей ошибкой формы поверхности. Величина  $N$  представляет собой нерегулярность формы в разных зонах. Её называют местной ошибкой формы поверхности. Допуск на местные ошибки более жесткий, т.к. они сильнее влияют на качество изображения, создаваемого оптической системой. [1]

### Методика исследования

Партия образцов из оптического стекла  $\varnothing 40 \times 10$  мм выбрана из номенклатуры изделий ОАО «Пеленг» (г. Минск) для изучения возможностей процесса магнитно-абразивного полирования (МАП) в отношении повышения точности формы и снижения численных значений параметров  $N$  и  $\Delta N$ .

Сущность метода магнитно-абразивного полирования заключается в использовании в качестве инструмента ферроабразивного порошка в магнитном поле, под действием которого порошок формируется в своеобразную «эластичную» щётку. Абразивный компонент в составе частиц порошка