

## ПРОЦЕСС СВЧ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО УДАЛЕНИЯ ФОТОРЕЗИСТА С ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИН

С.В. БОРДУСОВ, С.И. МАДВЕЙКО, А.П. ДОСТАНКО

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь  
bordusov@bsuir.by*

Представлены результаты исследований процесса СВЧ плазмохимического удаления фоторезиста с поверхности кремниевых пластин, который заключается в предварительном нагреве полупроводниковых пластин СВЧ энергией.

*Ключевые слова:* СВЧ разряд, СВЧ плазмохимическая обработка.

В существующих технологических процессах плазмохимического удаления фоторезиста с поверхности полупроводниковых пластин в большинстве случаев применяется ВЧ или СВЧ разряд. Скорости плазмохимических реакций определяются потоками частиц на подложку и ее температурой [1]. Процесс удаления фоторезиста может начинаться с некоторой задержкой, величина которой зависит от начальной температуры реактора и пластин [2]. Переход в последнее время микроэлектронной промышленности на использование полупроводниковых пластин диаметром более 150 мм влечет использование плазменных реакторов объемом более 4000 см<sup>3</sup>, что в значительной степени влияет на величину задержки процесса плазмообразования. При формировании СВЧ разрядов больших объемов и площадей существуют определенные трудности, поскольку для использования в промышленных целях СВЧ разрядные плазменные источники разрабатываются под частоту 2,45 ГГц, имеющих короткую длину электромагнитной волны (12,2 см) и малую глубину проникновения в плазму [3].

Поскольку СВЧ магнетроны средней мощности технологического назначения имеют максимальную мощность порядка 0,8-1,5 кВт [4], возникает необходимость оказания дополнительных стимулирующих воздействий на процесс групповой СВЧ плазмохимической обработки материалов.

В целях активации процесса нами предложено проводить нагрев полупроводниковых пластин СВЧ энергией до начала плазменной обработки, что представляет интерес с точки зрения наименьших затрат на конструктивное изменение существующего СВЧ плазмохимического оборудования.

В основе разработанной технологии двухстадийного процесса СВЧ плазмохимического удаления фоторезиста с поверхности Si пластин лежит эффект нагрева энергией сверхвысокой частоты полупроводниковых пластин, имеющих высокий тангенс угла диэлектрических потерь, до начала плазмообразования.

В качестве генератора СВЧ колебаний использовался магнетрон М-112. Объектами обработки служили кремниевые пластины диаметром 76 мм, толщиной 0,3 мм с нанесенной на поверхность пленкой фоторезиста S1813G2SP15 толщиной  $1,4 \pm 0,1$  мкм, обработанной по стандартным режимам операции фотолитографии. При проведении экспериментов по изучению скорости удаления фоторезиста кремниевые пластины располагались в реакторе по 2 штуки.

Проведенные эксперименты показали, что задержка процесса плазмообразования в вакуумной камере плазмотрона по отношению к началу генерации СВЧ энергии магнетроном приводит к увеличению скорости удаления фоторезиста с поверхности

кремниевых пластин примерно в 1,7 раза и достигает значений 40 нм/с. То есть повышение эффективности процесса плазменного удаления фоторезиста с поверхности кремниевых пластин может быть достигнуто путем использования двухстадийного способа обработки. Первая стадия – разогрев полупроводниковых пластин с фоторезистом СВЧ энергией. Вторая – взаимодействие СВЧ плазмы с разогретым фоторезистом.

СВЧ энергия в начальный момент времени не затрачивается на возбуждение и поддержание СВЧ разряда, а поглощается кремниевыми пластинами, имеющими высокий тангенс угла диэлектрических потерь, за счет чего и происходит их разогрев. При последующем взаимодействии кислородной плазмы с предварительно разогретым фоторезистом процесс окислительной деструкции фоторезиста протекает более интенсивно с образованием летучих компонентов продуктов реакции, которые непрерывно удаляются из реакционной камеры вакуумным насосом.

На рис. 1 представлена зависимость скорости удаления фоторезиста с поверхности Si пластин от времени задержки начала момента плазмообразования по отношению к началу генерации магнетроном СВЧ энергии. Удаление фоторезиста проводилось одновременно с поверхности 2-х Si пластин.

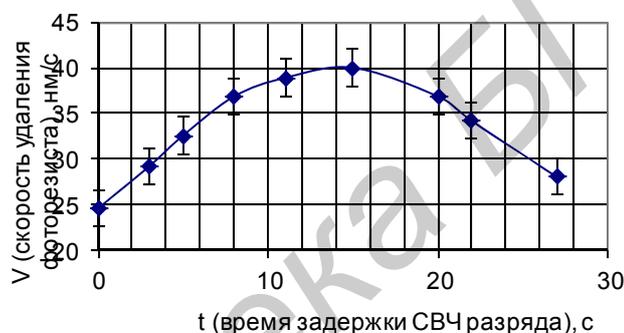


Рис. 1. Зависимость скорости удаления фоторезиста с поверхности Si пластин от времени задержки начала момента плазмообразования по отношению к началу генерации СВЧ энергии

Такая комбинация двух этапов процесса удаления фоторезиста в едином технологическом цикле позволила сократить время обработки двух Si пластин с 57 до 35 с и, соответственно, повысить скорость обработки с 24 до 40 нм/с.

Достоинством такого способа СВЧ плазмохимической обработки полупроводниковых пластин является возможность интенсификации процесса без изменения конструкции СВЧ разрядного модуля технологического назначения и увеличения подводимой к разряду СВЧ мощности.

#### Список литературы

1. *Достанко А.П., Кундас С.П., Бордусов С.В. и др.* Плазменные процессы в производстве изделий электронной техники. Минск, 2001.
2. *Долгополов В.М., Иванов В.И., Кротков В.А. и др.* // Электронная техника. Сер. 7. Технол., организ. произв. и оборуд. 1982. № 5 (114). С. 27 – 30.
3. *Бордусов С.В.* Плазменные СВЧ технологии в производстве изделий электронной техники. Минск, 2002.
4. *Диденко А.Н., Зверев Б.В.* СВЧ-энергетика. М., 2000.