

ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРЕВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛАСТИН В СВЧ РЕЗОНАТОРЕ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ТИПА

Левданский А.С., Страхович В.И.

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

Мадвейко С.И. – канд. техн. наук, доцент

Проведено моделирование группового нагрева полупроводниковых материалов, обладающих высоким тангенсом угла диэлектрических потерь, в частности, зависимости степени нагрева пластин от их взаимного расположения относительно пучностей электромагнитной волны в объемном СВЧ резонаторе прямоугольного типа. Результаты моделирования показали, что обработка в СВЧ резонаторе партии пластин характеризуется неравномерностью их нагрева, что может оказывать существенное влияние на равномерность плазменной обработки. Установлено, что взаимное расположение пластин не оказывает существенного влияния на степень их нагрева, которая практически напрямую зависит от величины напряженности электрического поля.

Систематизация и анализ известных в настоящее время технических приемов организации процессов обработки поверхности материалов с использованием газовой плазмы СВЧ разряда указывает на разнообразие методов дополнительного внешнего энергетического стимулирования процессов как на поверхности пластины, так и в приповерхностном плазменном слое [1]. Такое воздействие ускоряет протекание плазменных процессов, позволяет эффективно управлять качественным составом и энергетическими характеристиками плазмы вблизи поверхности подложки, способствует достижению более равномерного распределения характеристик плазмы в зоне формирования разряда или обработки подложек, повышает качество процесса. Для этих целей может применяться дополнительный СВЧ нагрев обрабатываемых полупроводниковых подложек [2].

Под СВЧ нагревом подразумевается использование электромагнитной волны диапазоном от 0.4 до 10 ГГц, при этом осуществляется обработка при помощи специальных объемных резонаторов и волноводов.

Обработка материалов СВЧ энергией с использованием СВЧ аппликаторов резонаторного типа, используемых в СВЧ плазмотронах, имеет преимущества по сравнению с другими технологиями нагрева, например, высокие значения напряженности поля электромагнитной волны в зоне плазмообразования, улучшенное качество изделия, сокращение времени управляемого нагрева, экономию энергии и более высокую гибкость установки.

В технологии СВЧ нагрева выделяют индивидуальную и групповую обработку. Особый интерес представляют исследования группового нагрева полупроводниковых пластин, обладающих высоким тангенсом угла диэлектрических потерь, в частности, зависимости степени нагрева от взаимного расположения пластин относительно пучностей электромагнитной волны в объемном СВЧ резонаторе прямоугольного типа.

Проведено моделирование процесса нагрева полупроводниковых пластин в объемном СВЧ резонаторе прямоугольного типа.

В СВЧ резонаторе располагались 5 кремниевых пластин диаметром 100 мм на расстоянии 2 см друг от друга. Выбрана промышленно разрешенная частота 2,45 ГГц. Время СВЧ нагрева выбрано, ориентировано, равное длительности типового технологического процесса удаления фоторезиста с поверхности полупроводниковых пластин – 75 секунд. Начальная температура в камере – 18 С°.

В неидеальных диэлектрических материалах (частично проводящих электрический ток) происходит нагрев за счёт проводимости [2].

На рисунке 1 представлены результаты моделирования СВЧ нагрева полупроводниковых пластин через 5, 40 и 75 секунд соответственно.

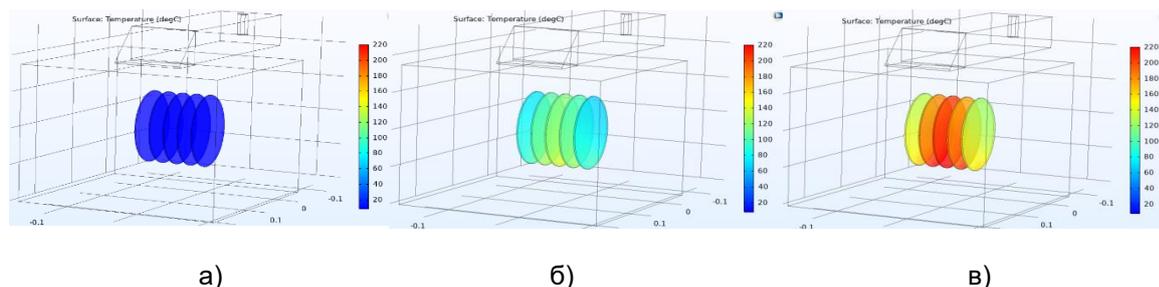


Рисунок 1 – Результаты моделирования СВЧ нагрева 5-ти полупроводниковых пластин через 5 (а), 40 (б) и 75 (в) секунд

На рисунке 2 показано, что чем больше величина напряженности электрического поля, тем сильнее происходит нагрев пластины. Зависимость температуры нагрева центральной пластины от времени СВЧ нагрева в течение 75 с имеет линейный характер (рисунок 3).

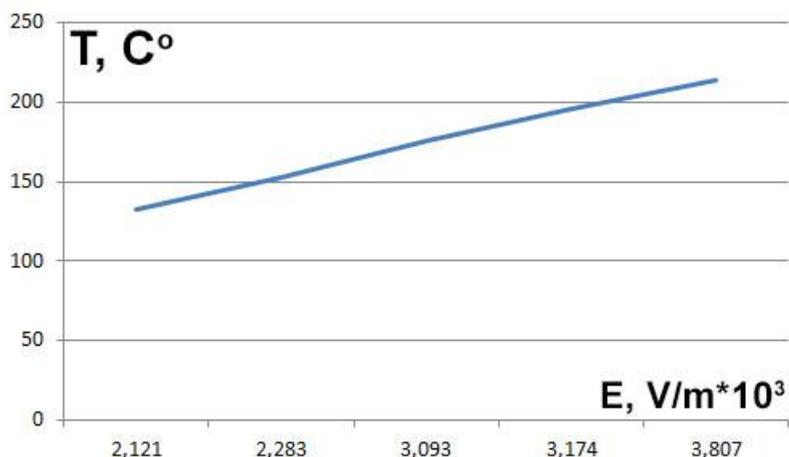


Рисунок 2 – Зависимость температуры нагрева центральной пластины от времени СВЧ нагрева

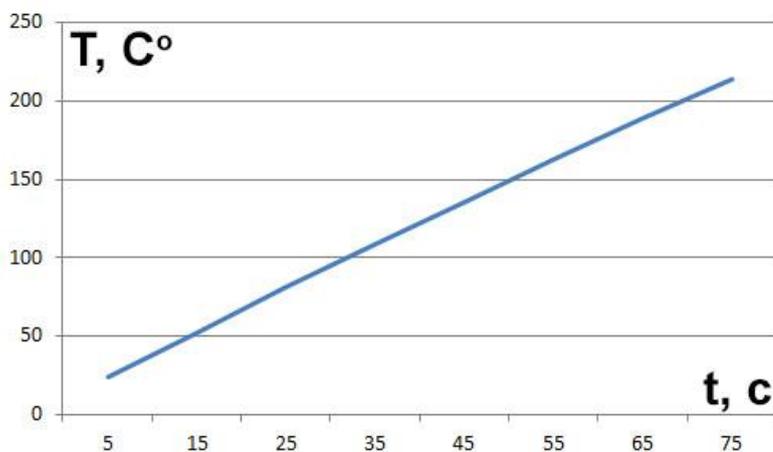


Рисунок 3 – Зависимость температуры нагрева центральной пластины от напряженности электрического поля

Проведенное моделирование группового нагрева полупроводниковых материалов, обладающих высоким тангенсом угла диэлектрических потерь, в частности, зависимости степени нагрева пластин от их взаимного расположения относительно пучностей электромагнитной волны в объемном СВЧ резонаторе прямоугольного типа показало, что обработка в СВЧ резонаторе партии пластин характеризуется неравномерностью их нагрева, что может оказывать существенное влияние на равномерность плазменной обработки. Установлено, что взаимное расположение пластин не оказывает существенного влияния на степень их нагрева, которая практически напрямую зависит от величины напряженности электрического поля и времени обработки СВЧ энергией.

Список использованных источников:

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. Тенденции развития конструкторских решений СВЧ плазменных источников для формирования плазмы больших объемов и площадей // Проблемы проектирования и производства радиоэлектронных средств: Материалы V Международной научно-технической конференции. Новополоцк, 29-30 мая 2008 г. С. 52 - 53.
3. Архангельский Ю.С. Справочная книга по СВЧ электротермии: справочник. Саратов 2011 - 553 с.