

Ч. 2. – Минск, – 2014. – С. 192 – 193

6. Достанко, А. П. Плазменные СВЧ технологии в процессах инженерии поверхности / А. П. Достанко, С. В. Бордусов // Журнал физики и инженерии поверхности. – Том 1, №1. – 2003. – С. 7–18.

7. Достанко, А. П. Технологические процессы и системы в микроэлектронике: плазменные, электронно-ионно-лучевые, ультразвуковые /А.П. Достанко [и др.], – Минск: Бестпринт, – 2009. – 199 с.

СВЧ ПЛАЗМОТРОН РЕЗОНАТОРНОГО ТИПА С ДИНАМИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СВЧ ЭНЕРГИИ В ОБЪЕМЕ ПЛАЗМЕННОЙ КАМЕРЫ

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

Пронина М. И.

Мадвейко С. И. – канд. техн. наук

В резонаторных СВЧ плазмотронах для получения разряда используется энергия «стоячих волн» [1]. Между двумя параллельными отражающими плоскостями (стенками резонатора) возбуждается плоская волна, распространяющаяся перпендикулярно к ним, при достижении одной из плоскостей волна полностью отражается от неё. Многократное отражение от обеих плоскостей приводит к образованию волн, распространяющихся в противоположных направлениях и интерферирующих друг с другом. Если расстояние между плоскостями кратно половине длины волны $L=n\lambda/2$, то интерференция волн приводит к образованию стоячей волны, амплитуда которой при многократном отражении сильно возрастает, приобретая резонансные свойства [2]. Наличие неоднородности распределения электрического поля в объеме резонатора приводит к неравномерности нагрева образцов, помещенных в разрядной камере в резонаторе СВЧ плазмотрона, и, следовательно, к неравномерности скоростей обработки материалов.

В целях снижения неравномерности распределения СВЧ энергии в резонаторной камере нами предложено использовать вращающийся диссектор, который крепится внутри резонатора. Диссектор представляет собой несколько металлических лопастей определенной конфигурации, закрепленных на общей оси [3]. Такое техническое решение должно позволить перераспределить электромагнитную энергию в объеме резонатора.

Экспериментальные исследования распределения электромагнитной энергии в разрядном объеме проводились на базе лабораторной СВЧ плазменной установки резонаторного типа (рисунок 1), используемой на операциях очистки полупроводниковых подложек, удаления фоторезистивных покрытий, лаков и мастик, плазмохимического осаждения пленок, модификации поверхности материалов, деталей и узлов сложной формы [1].

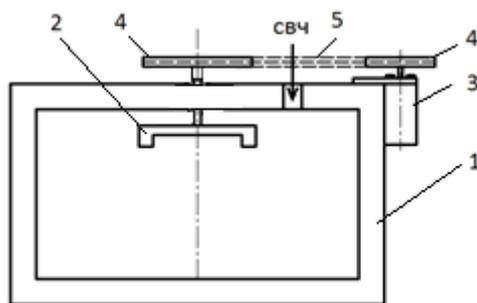


Рис.1 – СВЧ плазмотрон резонаторного типа

Основными элементами установки являются корпус, генератор электромагнитных колебаний, резонатор прямоугольной формы 1 с горизонтально размещенным в нем кварцевым реактором 2 на подставке 4, источник питания СВЧ магнетрона, система газоснабжения, электрооборудование с системой управления и контроля. Внутри кварцевого реактора размещается подложкодержатель 3. В качестве

генератора электромагнитных колебаний использовался магнетрон М-105 мощностью до 600 Вт и частотой 2,45 ГГц.

Система с динамическим перераспределением СВЧ энергии в резонаторе представляет собой диссектор, вращающийся за счет передачи движения от электродвигателя с помощью шкивов и приводного ремня (рисунок 2).



1 – резонаторная камера; 2 – диссектор;
3 – электродвигатель; 4 – шкив; 5 – приводной ремень

Рис.2 – Система с динамическим перераспределением СВЧ энергии в резонаторе

Характер распределения мощности СВЧ волны в объеме плазмы СВЧ разряда исследовался при помощи «активного зонда», который перемещался по оси кварцевой камеры СВЧ плазмотрона. Показания зонда регистрировались с помощью измерителя мощности (мост термисторный Я2М-64) через определенные расстояния по всей длине оси разрядной камеры. На рисунке 3 представлены зависимости зарегистрированных показаний измерителя мощности при перемещении «активного зонда» по оси кварцевой трубы СВЧ плазмотрона в присутствии плазмы в кварцевой камере от расстояния от передней стенки при выключенном и включенном диссекторе.

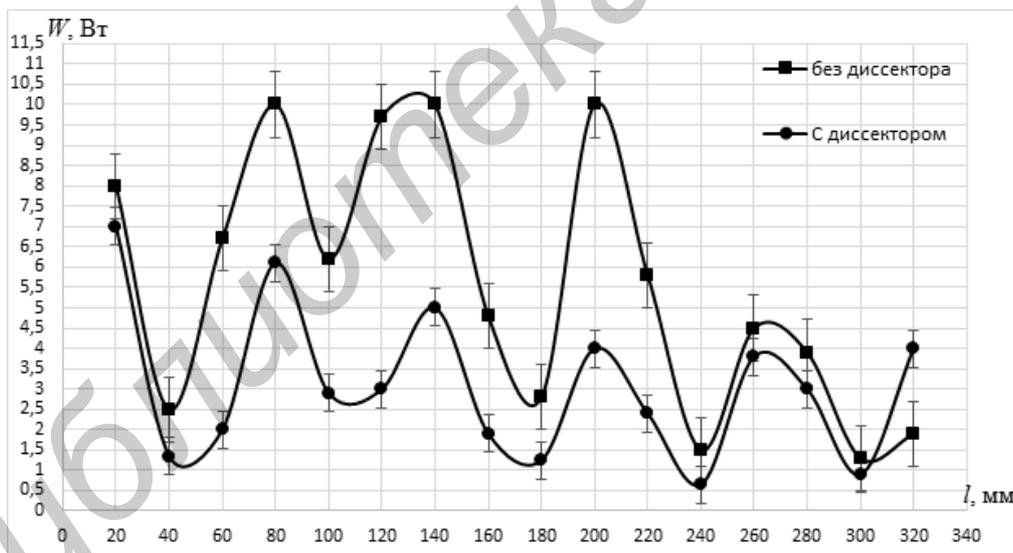


Рис.3 – Зависимости зарегистрированных показаний измерителя мощности при перемещении «активного» зонда по оси кварцевой трубы СВЧ плазмотрона в присутствии плазмы в кварцевой камере от расстояния от передней стенки: при выключенном диссекторе; при включенном диссекторе.

Как видно из графиков, при вращающемся диссекторе амплитуда колебаний величины СВЧ энергии по оси разрядной камеры уменьшилась. При вращении диссектора условия возбуждения для различных видов волн меняются, в зависимости от расположения лопастей, поэтому структура поля в камере постоянно видоизменяется, что приводит к снижению неравномерности распределения электромагнитной энергии в резонаторной камере СВЧ плазмотрона.

При проведении плазменных процессов обработки в СВЧ плазмотроне резонаторного типа предложенное конструктивное решение позволяет уменьшить неравномерность интенсивности СВЧ энергии в объеме разрядной камеры, что может обеспечить увеличение равномерности обработки материалов и изделий электронной техники.

Список использованных источников:

1. Бордусов, С. В. Плазменные СВЧ технологии в производстве изделий электронной техники / Под. ред. А. П. Достанко. – Минск. : Бестпринт, 2002. – 452 с.
2. Де Бройль Л. Электромагнитные волны в волноводах и полых резонаторах / Пер. с фр. М. С. Головиной ; под ред. В. Т. Овчарова. – М. : ИЛ, 1948. – 91 с.
3. Мирошниченко, С.П. Микроволновые печи / С.П. Мирошниченко, В.В. Поляков // Уч. метод. пособие по курсу «Бытовая электроника». – Таганрог : Изд – во ТРТУ, 2000. – 38с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ УЗЛАХ

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

Сафаров Р.В.

Ланин В. Л. – д-р. техн. наук, профессор

Металлокерамический узел (МКУ) – это неразъемное соединение деталей из металла и керамики, обычно получаемое пайкой. Подобные узлы широко применяются в приборостроительной, радиоэлектронной, электронной промышленности для изготовления корпусов интегральных схем и других изделий. Пайка металлокерамических узлов выполняется в конвейерной водородной печи с градиентом температуры 10-15°С/мин на стадии перехода припоя из жидкого состояния в твердое.

Из-за того, что пайка проходит при повышенных температурах, а материалы МКУ обладают различным коэффициентом теплового расширения, то после пайки и охлаждения изделия в нем возникают термомеханические напряжения. Целью моделирования является определение зон возникновения термомеханических напряжений в МКУ и разработка рекомендаций по их уменьшению. Особое внимание уделяется напряженно-деформированному состоянию керамической детали, как наиболее хрупкой части узла [1]. Общий вид и структура МКУ показаны на рисунке 1 (а,б).

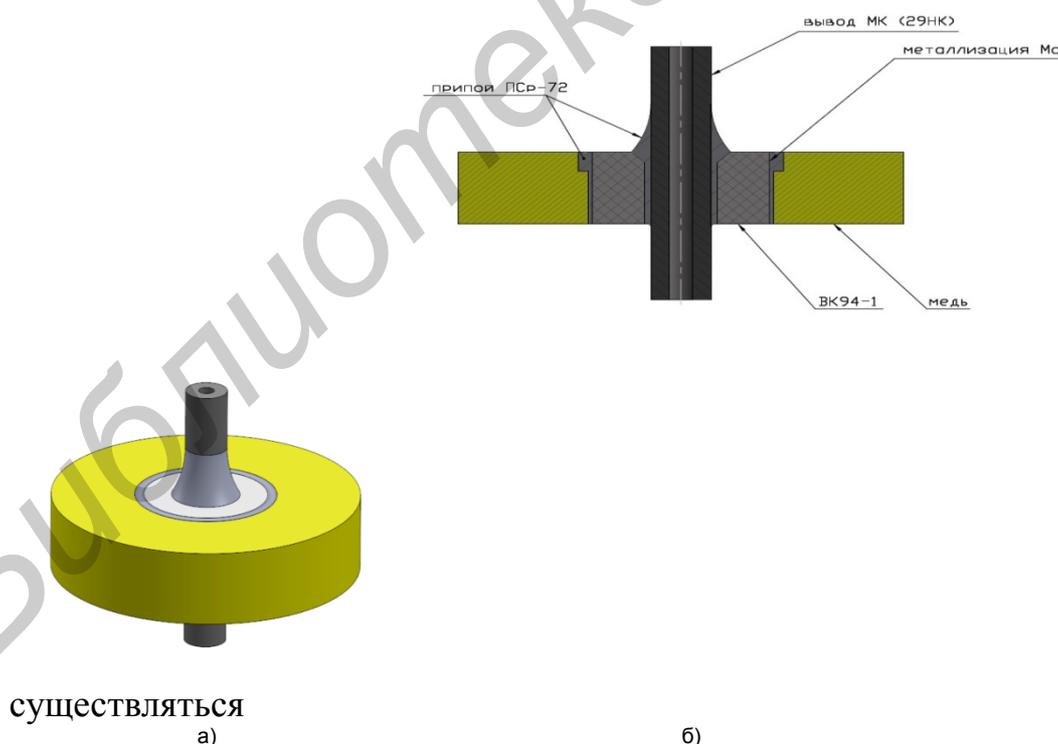


Рис.1 – а) - общий вид МКУ; б) - структура МКУ

Для моделирования выбрана сетка преимущественно из квадратных и треугольных элементов второго порядка (с промежуточными узлами) PLANE183. Размер базового элемента принят 8e-2 мм, для деталей припоя и части детали из ковара задан размер элемента 5e-3 мм (рис.2). Единственной нагрузкой было равномерное температурное поле ($T_1=20$ С), т.е. предполагаемая температура хранения и эксплуатации МКУ. Начальная температура (температура, при которой напряжения были нулевыми) была $T_0=800$ С.