

## ВЛИЯНИЕ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ДИССЕКТОРА В ОБЪЕМНОМ РЕЗОНАТОРЕ НА РАВНОМЕРНОСТЬ НАГРЕВА СВЧ ЭНЕРГИЕЙ КРЕМНИЕВОЙ ПЛАСТИНЫ

Бондаренко А.С., Иванов И.А.

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

Научный руководитель: Мадвейко С.И. – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры ЭТТ

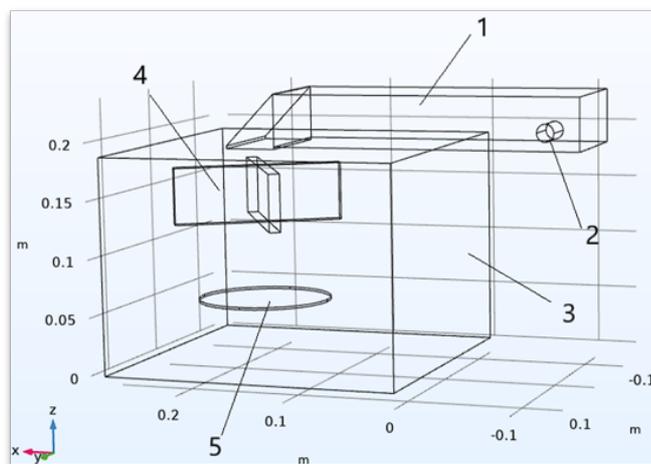
**Аннотация.** Проведено моделирование нагрева полупроводниковой пластины в резонаторной камере СВЧ нагревательной системы. Показано, что наличие в камере вращающегося металлического диссектора может значительно повысить равномерность нагрева кремниевой пластины СВЧ энергией.

**Ключевые слова:** СВЧ нагрев, СВЧ резонатор, нагрев кремниевых платин, диссектор.

**Введение.** Нагрев СВЧ энергией полупроводниковых пластин в резонаторной камере характеризуется неравномерностью их температуры, которая может быть связана с неравномерностью распределения СВЧ энергии в объёме резонатора [1]. С увеличением времени воздействия СВЧ энергией изменение температуры между различными областями в пластине увеличивается, что в процессе обработки может привести не только к неравномерности процесса, но и к образованию внутренних деформаций в материале пластины. [2]

Образование в объемном резонаторе стоячей электромагнитной волны является одной из основных проблем неравномерности нагрева материалов СВЧ энергией. Динамическое перераспределение электромагнитной энергии в течение нагрева материалов является наиболее простым и одновременно эффективным решением данной проблемы.

**Основная часть.** В специализированной программе была построена трёхмерная модель СВЧ нагревательной системы, в объемном резонаторе которой располагались пластина из монокристаллического кремния около основания и металлический диссектор около верхней стенки (рисунок 1). На базе основной модели построено шесть моделей СВЧ резонаторной камеры. Каждая последующая модель отличалась от предыдущей тем, что диссектор был повернут относительно своей оси на  $15^\circ$ . Нагрев пластины осуществлялся в течение 50с.

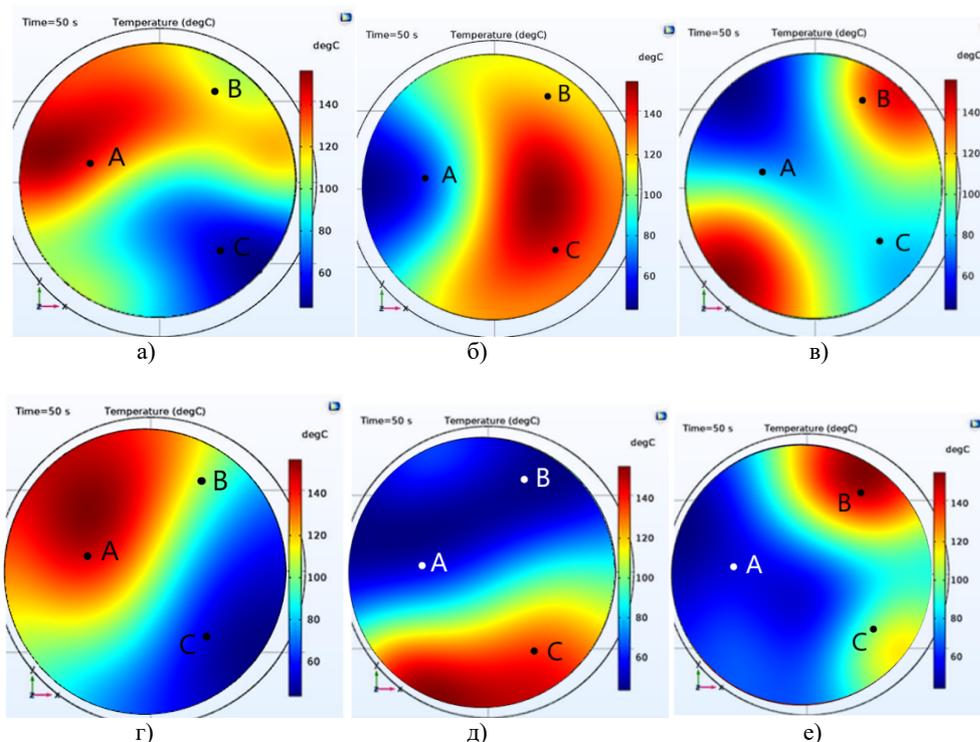


1 – волновод, 2 – излучатель СВЧ магнетрона, 3 - резонаторная камера,  
4 – металлический диссектор, 5 - пластина

Рисунок 1 –Компьютерная модель СВЧ нагревательной системы

Результаты моделирования показали (рисунок 2), что изменение расположения диссектора относительно своей оси в резонаторной камере приводит к изменению распределения нагретых зон по кремниевой пластине.

Изучено чередование такого распределения нагрева пластины во времени при условной скорости вращения диссектора  $\sim 0,25$  об/с. Анализ температуры проводился в точках А, В и С (рисунок 2). Результаты приведены в таблице 1.



а) начальное положение(0°); б) поворот на 15°; в) поворот на 30°; г) поворот на 45°; д) поворот на 60°; е) поворот на 75°  
Рисунок 2 – Распределение температуры по пластине при шести положениях диссектора

Таблица 1 – Температура в точках А, В и С для шести вариантов положения диссектора

Точка на пластине	Положение диссектора					
	Начальное (0°)	15°	30°	45°	60°	75°
	Температура, °C					
А	140	70	85	130	80	70
В	115	125	125	110	60	140
С	60	150	80	70	140	100

Рассчитана средняя температура в каждой точке:  $T=96^{\circ}\text{C}$  (А);  $T=113^{\circ}\text{C}$  (В);  $T=100^{\circ}\text{C}$  (С). Как видно, равномерность существенно повысилась и разность температур по пластине по условиям данного исследования может сократиться  $\approx$  до  $17^{\circ}\text{C}$ .

**Заключение.** Результаты моделирования показали, что наличие в камере вращающегося диссектора может повысить равномерность распределения температуры по кремниевой пластине. Полученные результаты следует использовать при проведении технологических операций, включающих нагрев полупроводников.

#### **Список литературы**

1. Страхович, В. И. Исследование нагрева полупроводниковой пластины в СВЧ резонаторе волноводно-щелевого типа / В. И. Страхович, Н. Д. Заяц, А. С. Левданский // *Электронные системы и технологии : сборник тезисов докладов 56-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 18–20 мая 2020 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2020. – С. 394–395.*
2. Данилина Т.И., Смирнова К.И. *Технологические процессы микроэлектроники: Технология ЭВС – 1: Учебное пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2005. – 223 с.*

UDC 621.72.012

## **INFLUENCE OF A ROTATING DISSECTOR IN A CAVITY RESONATOR ON THE UNIFORMITY MICROWAVE HEATING OF SILICON WAFER**

*Bandarenka A.S., Ivanov I.A.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Madveika S.I. – PhD, associate professor, associate professor of the Department of ETT*

**Annotation.** Simulation of the heating of a semiconductor wafer in the resonator chamber of a microwave heating system is carried out. It is shown that the presence of a rotating metal dissector in the chamber can significantly increase uniformity of silicon wafer heating.

**Keywords:** Microwave heating, microwave resonator, heating of silicon wafer, dissector.