

ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРЕВА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ПЛАСТИНЫ В СВЧ РЕЗОНАТОРЕ ВОЛНОВОДНО-ЩЕЛЕВОГО ТИПА

Страхович В.И., Заяц Н.Д., Левданский А.С.

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

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

Проведено исследование нагрева полупроводниковой пластины обладающей высоким тангенсом угла диэлектрических потерь в СВЧ резонаторе волноводно-щелевого типа. Показано, что процесс нагрева кремниевой пластины в СВЧ резонаторе характеризуется неравномерностью распределения температуры по пластине, что может быть связано с неравномерностью распределения СВЧ энергии в объеме СВЧ резонатора.

При производстве изделий микроэлектроники используются полупроводниковые пластины, обладающие высоким тангенсом угла диэлектрических потерь. Наиболее часто проводимой технологической операцией в микроэлектронике является удаление фоторезистивных слоев с поверхности полупроводниковых пластин. При проведении непрецизионных операций плазмохимического удаления фоторезистивных защитных пленок пластины помещаются в разрядную резонаторную камеру. Поэтому, одной из важнейших задач для исследователей и инженеров является обеспечение равномерности распределения электромагнитного поля внутри СВЧ резонатора, чтобы избежать образования локальных точек перегрева обрабатываемых материалов [1,2].

Проведено моделирование распределения температуры кремниевой пластины диаметром 200 мм расположенной внутри резонатора волноводно-щелевого типа, конфигурация которого показана на рисунке 1.

Выходная мощность СВЧ магнетрона – 1 кВт. Частота СВЧ колебаний внутри резонатора – 2,45 ГГц.

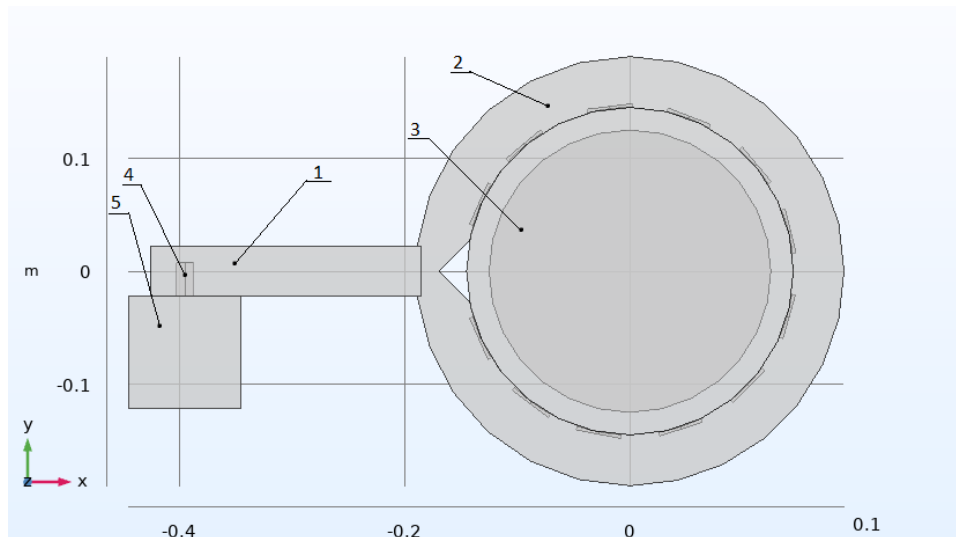


Рисунок 1 – Компьютерная модель волноводно-щелевого резонатора: 1 – волновод, 2 – волноводно-щелевой резонатор, 3 – пластина, 4 – излучатель СВЧ магнетрона, 5 – СВЧ магнетрон.

На рисунке 2 показано, что помещенная в резонатор пластина характеризуется неравномерностью температуры, которая может быть связана с неравномерностью распределения СВЧ энергии в объеме резонатора.

На рисунке 3 показано изменение температуры в различных точках на поверхности пластины в зависимости от времени воздействия СВЧ энергией. Установлено, что с увеличением времени воздействия изменение температуры между различными точками увеличивается, что в процессе плазмохимической обработки может привести к неравномерности процесса, но и к образованию внутренних деформаций в материале пластины [3-5].

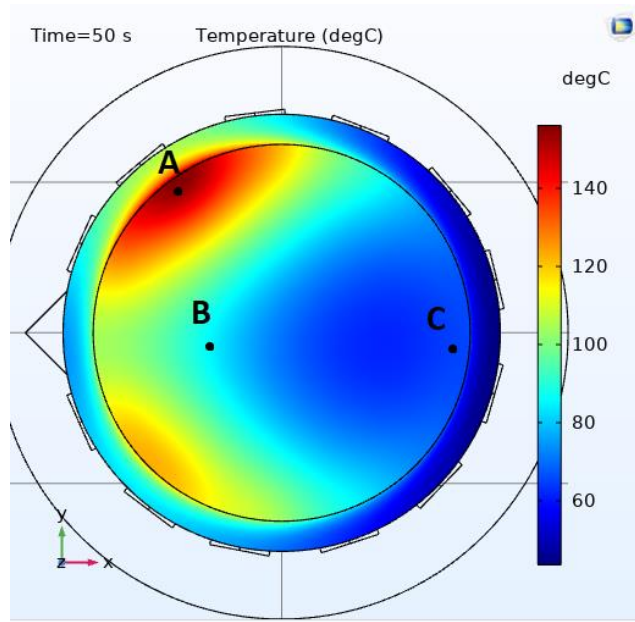


Рисунок 2 – Распределение температуры в образце (время нагрева 50 с)

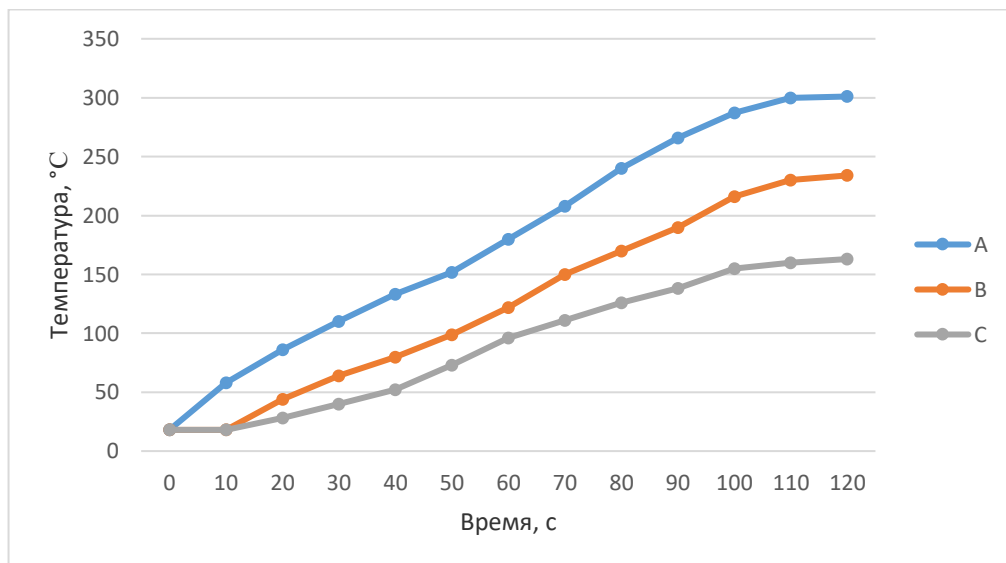


Рисунок 3 – Изменение температуры пластины от времени нагрева СВЧ энергией

Результаты моделирования показали, что температура отдельных локальных областей пластины может отличаться на 150 °С, время выхода на стационарный температурный режим более 100 с. Полученный результаты необходимо учитывать при разработке новых технологических процессов нагрева и плазмохимической обработки полупроводниковых материалов.

Список использованных источников:

1. ВЧ- и СВЧ-плазмотроны / Дресвин С.В., Бобров А.А., Лелевкин В.М., Лысов Г.В., Паскалов Г.З., Сорокин Л.М. // Наука, Сиб.отделение, 1992.
2. СВЧ генераторы плазмы: Физика, техника, применение / Батенин В.М., Климовский И.И., Лысов Г.В., Троицкий В.Н // М.: Энергоатомиздат, 1988.
3. Microwave dielectric properties of polybutylene terephthalate (PBT) with carbon black particles / L. C. Costa, S. Devesa, P. André, F. Henry // Microw. Optic. Tech. Lett, 2005.
4. Two-dimensional finite element analysis of microwave heating / K. G. Ayappa, H. T. Davis, E. A. Davis, J.Gordon // Americ. Inst. Chem. Eng. J., 38, 1577-1592 (1992)
5. Temperature gradients in microwave processing: Boon and bane / D. L. Johnson, D. J. Skamser, M. S. Spatz // In: D.E. Clark, W.R. Tinga J.R. Laia (Eds.), Ceramic Transactions: Microwave Theory and Applications in Materials Processing II, Vol. 36, 133-145. The American Ceramic Society, Westerville (1993).