

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАЗОРА НА ВЫСОКОЛОКАЛЬНЫЙ СВЧ НАГРЕВ СЛОИСТЫХ СТРУКТУР

Пятайкина М.И., Полищук А.В.

Научный руководитель – г.н.с., д.ф.-м.н., проф. Гордиенко Ю. Е.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
(61166, Харьков, пр. Науки, 14, каф. Микроэлектроники, электронных приборов и устройств, тел. (057) 702 13 62)

e-mail: mepu@kture.kharkov.ua

In the theses, the effect of the air gap between the tip and the object on the distribution of the microwave field and temperature in the object for different film thicknesses was studied.

Сканирующая микроволновая микроскопия стала инструментом не только для исследования многопараметровости различных материалов, но и для модификации [1] (легирования, отжига, рекристаллизации) и даже сверления различных материалов [2].

Исследование влияния зазора является неотъемлемой частью решения тепловой задачи. Интерес представляет исследование зазоров существенно меньших, чем радиус острия микромодификатора. Моделирование наноразмерных структур ограничивается возможностями пакетов математического моделирования для изучения тепловых процессов.

В качестве СВЧ нагревателя использовался микромодификатор на основе конусного коаксиального волновода[3]. Рабочая частота СВЧ микромодификатора 8 ГГц, мощность СВЧ источника 5 Вт, радиус острия  $R_{1t} = 10$  мкм, время СВЧ воздействия на объект 1 мс. В качестве объекта была использована слоистая структура «пленка на подложке со следующими параметрами:  $\epsilon_{\text{подл}} = 12$ ;  $\text{tg}\delta_{\text{подл}} = 0,01$ ;  $\lambda_{\text{подл}} = 163$  Вт/(м·К);  $C_{\text{подл}} = 703$  Дж/(кг·К);  $\epsilon_{\text{пл}} = 5.3$ ;  $\text{tg}\delta_{\text{пл}} = 1$ ;  $\lambda_{\text{пл}} = 1,14$  Вт/(м·К);  $C_{\text{пл}} = 859$  Дж/(кг·К).

На рис.1 представлено пространственное распределение СВЧ электрического поля в объекте.

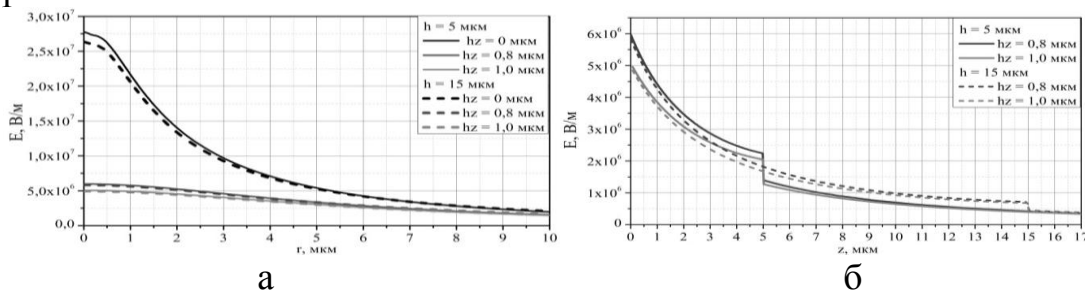


Рисунок 1 – Распределение СВЧ электрического поля по поверхности (а) и по глубине (б) объекта

Наличие зазора существенно влияет на максимально достижимое значение электрического поля в объекте. На графике распределения СВЧ электрического поля по глубине объекта имеется резкий перепад электрического поля равный толщине пленки. Это связано с большой разницей  $tg\delta$  пленки и подложки.

Большая разница теплопроводности пленки и подложки приводит к локализации СВЧ нагрева в пленке (рис. 2б). Наличие зазора не влияет на характер распределения температуры по поверхности объекта (рис. 2а), однако наличие воздушного зазора существенно ослабляет достижимую температуру. Пропорционально уменьшению толщины пленки уменьшается и достижимая температура, это можно объяснить увеличением теплоотвода подложкой.

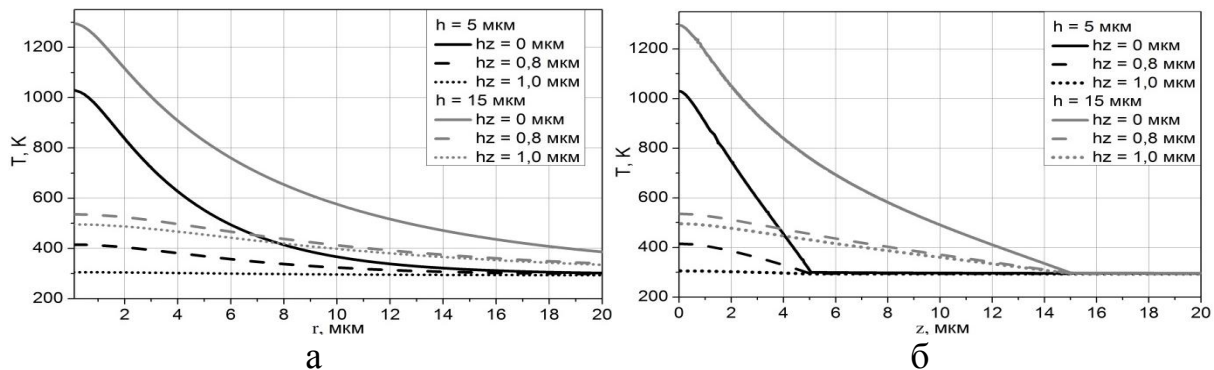


Рисунок 2 – Влияние зазора на распределение температуры по поверхности (а) и по глубине (б) образца

**Выводы.** Варьированием толщиной воздушного зазора между острием СВЧ микромодификатора и объектом можно управлять высоколокальным СВЧ нагревом различных материалов (диэлектриков, полупроводников и биообъектов). Наличие зазора существенно снизит температуру в объекте, однако практически не влияет на локализацию СВЧ нагрева в объекте.

### Литература:

1. Livshits P., Dikhtyar V., Inberg A., Shahadi A., Jerby A. Local doping of silicon by a point-contact microwave applicator / *Microelectronic Engineering*. Vol. 88. – 2011. – P.2831-2836.
2. Jerby A., Dikhtyar V., Aktushev O., Groslick U. The microwave Drill / *Vol. 298*. – 2002. – P.587-589.
3. Гордиенко Ю.Е., Пятайкина М.И., Полищук А.В. СВЧ высоколокальный сканирующий разогрев в технологии микро- и нанoeлектроники / *Физическая инженерия поверхности*. – Харьков. – 2015. Т.13, № 2. – С. 209 - 2017.