

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОШКА СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКА

Вагнер Д.В., Кочеткова О.А.

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доц. Доценко О.А.

Томский государственный университет, Россия

E-mail: vagner1507@mail.ru

Аннотация — Представлены результаты измерения комплексной диэлектрической проницаемости порошков сегнетоэлектриков в гигагерцовом диапазоне. Комплексная диэлектрическая проницаемость порошков сегнетоэлектриков была измерена резонаторным методом. При уменьшении размеров частиц появляется частотная зависимость диэлектрической проницаемости.

1. Введение

Современная радиотехника, рабочие частоты которой находятся в СВЧ диапазоне, требует разработки новых радиоматериалов, позволяющих решать задачи по электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств. Для этого можно использовать давно известные материалы — сегнетоэлектрики, обладающие высоким значением действительной части диэлектрической проницаемости на низких частотах. При измельчении материала снижается величина данной характеристики, но использование сегнетоэлектрического порошкового наполнителя в полимерных высокочастотных композитах позволяет получить материалы с новыми свойствами.

В данной работе исследованы спектры диэлектрической проницаемости порошков сегнетоэлектрика $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$.

2. Основная часть

Измерения частотных зависимостей комплексных значений диэлектрической проницаемости проведены резонаторным методом на установке, содержащей векторный анализатор цепей *Agilent Technologies E8363B* и набор объемных многомодовых прямоугольных резонаторов [1]. В качестве измерительных ячеек были использованы три прямоугольных многомодовых резонатора, работающих на разных частотах, не перекрывающихся друг с другом: 1) (3 ... 5) ГГц; 2) (5 ... 9) ГГц; 3) (9 ... 13) ГГц. Обработка измеренных параметров производилась на персональном компьютере, который являлся частью анализатора цепей. Измерения проводились при температуре окружающего воздуха 22 ± 1 °С.

Экспериментальные образцы были приготовлены следующим образом. Монолитные образцы сегнетоэлектрической керамики первоначально измельчались в ступке. Затем полученный порошок просеивали через набор сит. В результате было получено 3 образца порошков с микронными размерами частиц. Для помещения порошков внутрь резонатора использовалась тонкостенная кварцевая трубка с внутренним диаметром (1,5 ... 2) мм. В осушенную трубку помещался порошок насыпной плотности таким образом, чтобы все образцы имели примерно одинаковую плотность.

Для уменьшения погрешности вычислений диэлектрической проницаемости полагалось, что невозмущенной системой является резонатор с помещенной в него пустой кварцевой трубкой. Результаты измерений показаны на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что диэлектрическая проницаемость порошков сегнетоэлектриков зависит от раз-

мера частиц: при размере (125 ... 400) мкм (кривая 1) значение действительной части относительной диэлектрической проницаемости $\epsilon' = 13$; при (100 ... 125) мкм (кривая 2) — $\epsilon' = 6,5$; менее 100 мкм (кривая 3) — $\epsilon' = (24 \dots 27)$. Мнимая часть относительной диэлектрической проницаемости у всех исследуемых образцов $\epsilon'' = 0,3$. У монолитного материала на частоте 1 кГц данные величины были равны $\epsilon' = 2150$, $\epsilon'' = 6,9$ соответственно.

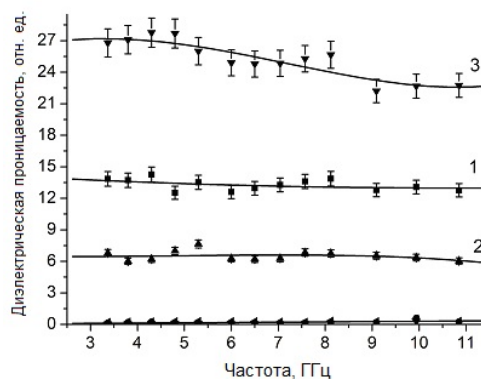


Рис. 1

Также видно, что появилась частотная зависимость действительной части диэлектрической проницаемости у порошка, имеющего частицы размером менее 100 мкм.

3. Заключение

Результаты проведенных измерений показали, что порошок $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3$ с размерами частиц менее 100 мкм имеет частотную зависимость действительной части диэлектрической проницаемости. Можно предположить, что при дальнейшем измельчении данная зависимость будет выражена сильнее.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 12-02-31668 мол_а и программы У.М.Н.И.К. по теме «Разработка функциональных радиоматериалов для обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств»

4. Список литературы

- [1] Суслев В.И. Прямоугольный многомодовый сверхвысокочастотный резонатор: методическое пособие / В.И. Суслев. — Томск: Изд-во ТГУ, 1994. — 22 с.

DIELECTRIC PROPERTIES OF THE POWDER OF FERROELECTRICS

Wagner D.V., Kochetkova O.A.

Scientific adviser: Dotsenko O.A.

Tomsk State University, Russia

Abstract — The results of the dielectric characteristics measurements of the ferroelectrics powder in gigahertz frequency range are presented. The complex permittivity of ferroelectrics powders in a high frequency band was measured. It was shown, that the particle size reduction leads to a frequency dependence of a dielectric permittivity.