

05.2; 12

© 1992

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННОЙ КЕРАМИКИ
В СИСТЕМЕ ЦТБС - ФЕРРИТ НИКЕЛЯ

В.М. Л а л е т и н

Двухфазные сегнетомагнетики, обладающие высокими значениями магнитоэлектрического (МЭ) эффекта, представляют интерес вследствие возможного применения в устройствах радиоэлектроники. В настоящее время такие материалы получают направленной кристаллизацией из эвтектики [1] или по обычной керамической технологии путем спекания смесей предварительно синтезированных порошков пьезоэлектрика и феррита [2]. Первый способ хоть и позволяет получать материал с высоким МЭ эффектом, но является трудоемким. Поэтому представляет интерес дальнейшее изучение композиционных систем, полученных по обычной керамической технологии.

В данной работе проводятся исследования физических свойств композиционной керамики в системе цирконат-титанат бария - свинца (ЦТБС) - феррит никеля. В качестве пьезоэлектрика был использован промышленный материал на основе ЦТБС-3, обладающий высокими диэлектрическими и пьезоэлектрическими свойствами.

Образцы для исследования получены путем спекания пресованных брикетов из смесей предварительно синтезированных порошков пьезоэлектрика и феррита при температуре 1200 °С в течение двух часов. Поляризация полученных образцов осуществлялась в течение одного часа при комнатной температуре в электрическом поле напряженностью 4 кВ/мм.

Измерения диэлектрических характеристик и удельного сопротивления проводились с помощью приборов Е7-8 и Е6-13А соответственно. МЭ эффект определялся на установке, описанной в работе [3], путем измерения индуцированной э.д.с. при воздействии на сегнетомагнетик одновременно переменного и постоянного магнитных полей.

Исследование электрофизических свойств композиционного материала от его состава при комнатной температуре (рис. 1) показало, что полученная керамика обладает высоким удельным сопротивлением практически во всем интервале составов, что коренным образом отличается от аналогичной характеристики в системе ЦТБС-феррит кобальта [4]. По-видимому, такой результат можно объяснить возникновением высокоомной прослойки между зернами феррита и пьезоэлектрика. Эта особенность позволила, применив высокое напряжение при поляризации, добиться больших значений МЭ эффекта. Поведение диэлектрической проницаемости и тангенса угла потерь оказалось типичным для композиционного материала феррит - пьезоэлектрик.

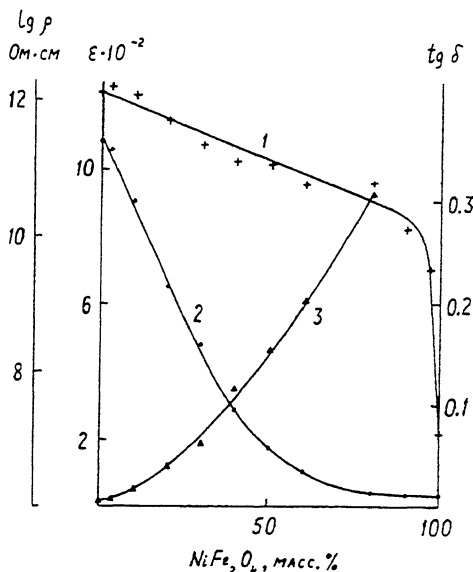


Рис. 1. Зависимость удельного сопротивления (1), диэлектрической проницаемости (2), тангенса угла потерь (3) от содержания феррита в композиционной керамике.

Зависимость величины МЭ эффекта от состава, в сравнении с ранее полученными результатами на других системах [4, 5], даны на рис. 2. Преимущество полученной керамики по сравнению с другими очевидно. Это, как уже отмечалось, объясняется высоким удельным сопротивлением образцов, их способностью выдерживать большое электрическое напряжение при поляризации (обладать большей остаточной поляризацией).

Зависимость МЭ эффекта $\frac{dE}{dH}$ от постоянного магнитного поля имеет вид, типичный для композитов феррит - пьезоэлектрик [1]. Для образцов, демонстрирующих наибольшее значение МЭ эффекта (~ 60 мВ/см·Э), величина максимума имеет место в полях ~ 0.6 кЭ при ширине петли гистерезиса ~ 30 Э. Коэффициент $\alpha = 4\pi \frac{dP}{dH}$, характеризующий степень изменения поляризации под действием магнитного поля, составил ~ 0.07 .

Высокое удельное сопротивление образцов привело к тому, что полученная керамика обладает большим временем релаксации зарядов, которое для образцов центральных составов составляет $\tau \sim 2-10$ с. Это качество позволяет создавать устройства, работающие в широком диапазоне частот.

В работе [2] при рассмотрении влияния ряда технологических факторов на величину МЭ эффекта отмечается, что образцы, полученные спеканием частиц титаната бария с диаметром 1.2 мкм,

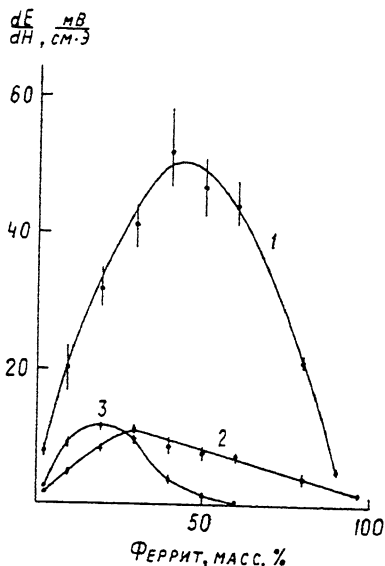


Рис. 2. Зависимость магнитоэлектрического эффекта от содержания феррита в системах: 1 - ЦТБС - $NiFe_2O_4$, 2 - ЦТБС - $CoFe_2O_4$, 3 - $BaTiO_3 - NiO \cdot 0.98Fe_2O_3$.

монстрируют большой МЭ эффект (80 мВ/см·Э), чем полученные спеканием частиц диаметром 5 мкм, у которых величина МЭ эффекта равна 15 мВ/см·Э. Учитывая, что для получения композиционной керамики в данной работе использовались частицы со средним диаметром 5 мкм, можно предположить, что исследуемая система является перспективной для дальнейшего изучения.

Таким образом, исследование системы ЦТБС - феррит никеля показало, что полученная керамика обладает высокими значениями МЭ эффекта, большим удельным сопротивлением и представляет интерес для дальнейшего ее изучения.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Van Run A.M.J.G., Terrel D.R., Scholing J.H. // J. Mat. Sci. 1974. V. 9. N 8. P. 1710-1714.
- [2] Van den Boomgaard J., Born R.A.J. // J. Mat. Sci. 1978. V. 13. N 7. P. 1538-1548.
- [3] Гелясин А.Е., Лалетин В.М. Установка для исследования магнитоэлектрического эффекта. Деп. в ЦНИИ "Электроника" Р-5126, 1988. 7 с. (Электронная техника, 1989. Сер. 6. В. 7. С. 244).

[4] Лалетин В.М. // Письма в ЖТФ. 1991. Т. 17. В. 9. С. 71-75.

[5] Гелясин А.Е., Лалетин В.М., Трофимович Л.И. ЖТФ. 1988. Т. 58. В. 11. С. 2239-2241.

Витебское отделение Института
физики твердого тела и полупроводников
Академии наук Беларуси

Поступило в Редакцию
29 мая 1992 г.