

УДК 621

ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ФАЗОВОГО СОСТАВА ТИТАНАТА БАРИЯ ОТ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК

Шабур М.А., Колонтаева Т.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск Республика Беларусь

Аннотация: Представлены результаты исследования электрофизических свойств сегнетокерамического материала на основе титаната бария, модифицированного оксидами щелочно-земельных металлов. Изучено влияние модифицирующих добавок на диэлектрические свойства и фазовый состав материала.

Ключевые слова: сегнетокерамический материал, модифицирующие добавки, диэлектрическая проницаемость, фазовый состав.

STUDY OF DEPENDENCE OF ELECTROPHYSICAL PROPERTIES AND PHASE COMPOSITION OF BARIUM TITANATE ON MODIFYING ADDITIVES

Shabura M., Kolontaeva T.

Belarusian National Technical University
Minsk, Belarus

Abstract: The results of the study of electrophysical properties of ferroelectric material based on barium titanate modified with alkaline-earth metal oxides are presented. Effect of modifying additives on dielectric properties and phase composition of material is studied.

Keywords: segnetoceramic material, modifying additives, dielectric constant, phase composition.

Адрес для переписки: Шабур М.А., ул. Я. Коласа, 22, г. Минск 220013, Республика Беларусь
e-mail: marina75800@mail.ru

Синтез сегнетоэлектрических материалов с особыми свойствами является актуальной задачей материаловедения. Разнообразие сегнетоэлектриков по составу предопределяет их широкое применение в различных областях техники, и прежде всего в микро- и нанозлектронике. Электрофизические свойства являются определяющими для данного вида керамики. Для сегнетоэлектриков характерно очень высокое значение диэлектрической проницаемости (10^3 – 10^4), в то время как для диэлектриков свойственно низкая диэлектрическая проницаемость, которая достигает всего несколько единиц. Так как титанат бария относится к сегнетоэлектрикам, то для него характерны высокая относительная диэлектрическая проницаемость, наличие спонтанной поляризации вблизи температуры фазового перехода второго рода при переходе через точку Кюри – потеря сегнетоэлектрических свойств.

В данной научной работе представлены результаты исследования электрофизических свойств сегнетокерамического материала, синтезированного на основе системы BaO-TiO₂ методом спекания с использованием модифицирующих добавок. Для регулирования технологического процесса и свойств керамики в состав массы в процессе смешивания вводят следующие добавки – MgO, CaO, SrO. Химический состав вводимых минерализаторов определяется составом получаемой керамики и зависит от механизма процесса спекания. Модифицирующие добавки вводят также для управления электрофизическими свойствами керамики.

На рис. 1 представлена зависимость удельного объемного сопротивления опытного образца чистого BaTiO₃ от температуры измерения и частоты электрического поля.

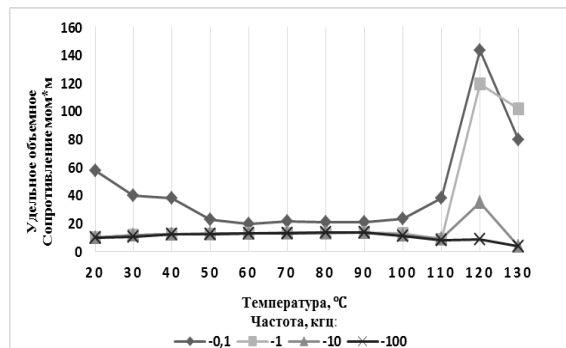


Рисунок 1 – Диэлектрическая проницаемость базового образца

Из представленной зависимости видно, что при температуре 120 °C наблюдается максимум удельного объемного сопротивления опытного образца, обусловленный структурной перестройкой кристаллической фазы и переходом из сегнето- в параэлектрическую область.

На рис. 2 представлена зависимость удельного объемного сопротивления опытных образцов, модифицированных различными добавками, при комнатной температуре от частоты измерения.

Из представленной выше зависимости видно, что при комнатной температуре наиболее высоким сопротивлением обладает образец с добавкой оксида магния. С увеличением частоты

удельное объемное сопротивление падает. Анализируя полученные зависимости можно сделать вывод, что при температуре Кюри наибольшим удельным объемным сопротивлением обладает чистый титанат бария и образец, модифицированный оксидом кальция.

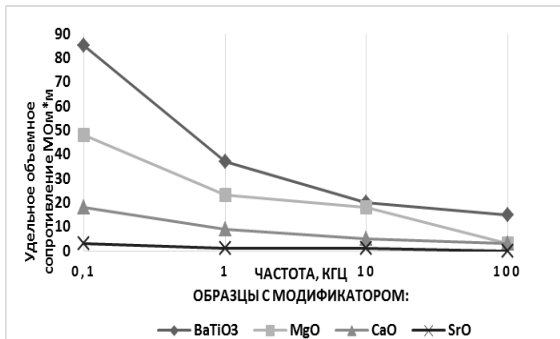


Рисунок 2 – Зависимость удельного объемного сопротивления опытных образцов

На рис. 3 представлена зависимость диэлектрической проницаемости от температуры измерения образца из чистого титаната бария при различной частоте электрического поля.

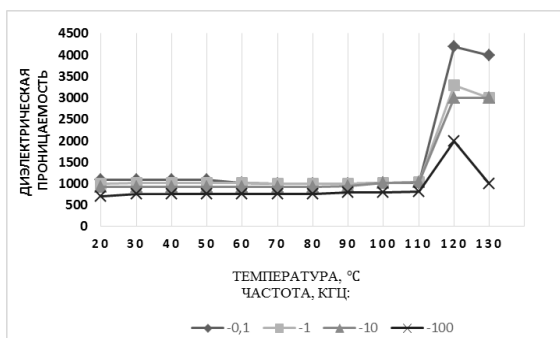


Рисунок 3 – Зависимость диэлектрической проницаемости опытного образца

Из представленной зависимости видно, что максимум диэлектрической проницаемости находится в районе 120 °C. Эта температура соответствует точке Кюри. При данной температуре происходит полиморфное превращение титаната бария из тетрагональной модификации в кубическую и следовательно изменение степени поляризации.

На рис. 4 представлена зависимость диэлектрической проницаемости опытных образцов, модифицированных различными добавками, от частоты измерения при температуре Кюри. Наибольшей диэлектрической проницаемостью обладает титанат бария, в то время как наиболее стабильными свойствами в широком частотном диапазоне характеризуется, содержащие SrO.

Снижение значений диэлектрической проницаемости и удельного сопротивления материалов с увеличением частоты измерений объясняется нарастающей несогласованностью направлений электромагнитных моментов отдельных диполей материалов и внешнего электрического поля.

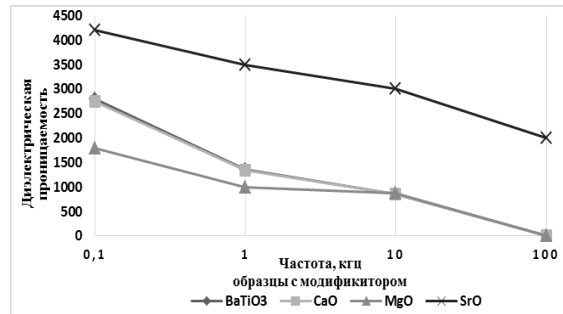


Рисунок 4 – Зависимость диэлектрической проницаемости опытных образцов с различными модификаторами

С помощью качественного рентгено-фазового анализа были проведены исследования фазового состава полученных материалов. Основной кристаллической фазой в образцах на основе системы Ba(Mg, Ca, Sr)O–TiO₂ является титанат бария в тетрагональной полиморфной модификации. Наиболее интенсивными максимумами титаната бария характеризуется образец без использования модифицирующих добавок.

При введении в состав материала иона магния кроме титаната бария BaTiO₃ образуется титанат магния MgTiO₃, при введении иона стронция – титанат стронция SrTiO₃, с введением иона кальция – титанат кальция CaTiO₃.

Необходимо отметить, что введение модифицирующих добавок приводит к снижению интенсивности рефлексов синтезированного титаната бария.

Анализ приведенных данных показал, что введение модифицирующих добавок оказывает заметное влияние на фазовый состав синтезируемых материалов. Оксиды кальция, магния и стронция образуют новые кристаллические фазы в виде титанатов этих металлов.

Снижение дифракционных максимумов титаната бария обусловлено уменьшением относительного количества этой фазы и формированием титанатов других металлов, а также образованием их твердых растворов. В меньшей степени на снижение максимумов влияет оксид магния, а в большей оксид кальция и стронция. Таким образом, используя различные модификаторы, можно регулировать фазовый состав и основные физико-химические свойства сегнетокерамики.