

наиболее напряженным состояниям кристаллической структуры. Максимумы параметра упорядоченности ($\Delta_\infty = D_1 - D_q$ при $q \gg 1$), связанного, по определению информационной размерности (D_1), с энтропией системы зёренных границ и с пространственной корреляцией распределения элементов структуры (D_∞), соответствуют состояниям с наиболее устойчивыми распределениями зёрен керамики в пространстве по форме и размерам. Наличие согласованных экстремумов f_∞ и Δ_∞ в областях, предшествующих фазовым переходам означает, что все сосуществующие в данной области составов фазы и соединения (в том числе и примеси) обладают близкими упругими и тепловыми характеристиками и не препятствуют самоподобию мезоструктурных элементов в диапазоне масштабов от 10^{-8} до 10^{-4} м. Наличие трендов снижения f_∞ позволяют выделить области составов, перспективных для получения максимального диэлектрического отклика.

Анализ состава керамик показывает существенные различия в содержании РЗЭ в исходном номинальном составе и полученном керамическом объекте. Так зерна керамик $\text{Bi}_{1-x}\text{La}_x\text{FeO}_3$ с $x \leq 0.09$ в номинальном составе представляют собой совокупность нанообластей с содержанием La от 0 до 4%. Следовательно, в данной области образуется BiFeO_3 и его ТР внедрения. При дальнейшем увеличении x происходит образование соединения или устойчивого ТР примерного состава $\text{Bi}_{0.93}\text{La}_{0.07}\text{FeO}_3$ и ТР на основе $\text{Bi}_{0.93}\text{La}_{0.07}\text{FeO}_3$ и BiFeO_3 . При $x > 0.14$ начинают возникать области $\text{Bi}_{0.75}\text{La}_{0.25}\text{FeO}_3$ и ТР на основе BiFeO_3 , $\text{Bi}_{0.93}\text{La}_{0.07}\text{FeO}_3$ и $\text{Bi}_{0.75}\text{La}_{0.25}\text{FeO}_3$. Эволюция состава в керамиках $\text{Bi}_{1-x}\text{Pr}_x\text{FeO}_3$ и $\text{Bi}_{1-x}\text{Gd}_x\text{FeO}_3$ с ростом x происходит по аналогичной схеме.

Заключение

Полученные результаты позволяют пересмотреть представления об эволюции состава, фазовых состояний и мезоструктурной организации в керамиках $\text{Bi}_{1-x}\text{A}_x\text{FeO}_3$, получаемых по обычной керамической технологии. Установлено, что концентрация РЗЭ в основной фазе керамического объекта существенно ниже, чем в исходном номинальном составе. Определены концентрационные области, отличающиеся характером влияния РЗЭ на структуру ВФО. Таким образом, системе $\text{BiFeO}_3 - \text{AFeO}_3$ в области $x = (0,00 \div 0,50)$ не образуется непрерывный ряд ТР. Наблюдается ступенчатый характер образования ТР и последующее сосуществование фаз с высоким и низким содержанием РЗЭ. Керамика представляет собой композит со сложным нерегулярным строением. В интервале $0.09 \leq x < 0.20$ происходят процессы фазовой и мезоструктурной реорганизации в керамическом объекте, их характер зависят от размера иона РЗЭ. Комплексные исследования мезоструктуры позволяют выделить области составов, перспективных для получения сегнетомагнитных материалов с максимальным диэлектрическим откликом.

Работа выполнена при финансовой поддержке МОН РФ: темы №№ 1927, 213.01-2014/012-ВГ и 3.1246.2014/К (базовая и проектная части гос. задания) на оборудовании центра коллективного пользования «Электромагнитные, электромеханические и тепловые свойства твердых тел» НИИ физики Южного федерального университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Звездин А.К., Пятаков А.П. Фазовые переходы и гигантский магнитоэлектрический эффект в мультиферроиках // УФН. – 1991, т. 174, № 4, с. 465-470.
2. Встовский Г.В., Колмаков А.Г., Бунин И.Ж. Введение в мультифрактальную параметризацию структур материалов. Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001, 116 с.