

СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОМПОЗИТЫ

Шут В. Н., Сырцов С. Р.

Институт технической акустики НАН Беларуси, г. Витебск, Беларусь

shut@vitebsk.by

Керамика на основе твердых растворов титаната бария-стронция ($\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$, BST) является одним из наиболее широко исследуемых объектов в области сегнетоэлектрического материаловедения. Высокие диэлектрические характеристики таких материалов (малые потери, высокая диэлектрическая проницаемость ϵ и т.п.) и возможность управлять их параметрами с помощью внешних воздействий (в частности, электрическим полем) обуславливают их широкое использование в элементах памяти, конденсаторах, технике СВЧ. Кроме того, BST является одним из наиболее перспективных пьезоэлектрических материалов. Отличительным свойством BST является то, что его диэлектрические и сегнетоэлектрические характеристики монотонно меняются с изменением отношения Ba/Sr. Температура фазового перехода (температура Кюри) варьируется от $T_c \approx 120^\circ\text{C}$ для чистого BaTiO_3 ($x = 0$) до комнатной при $x = 0,35$. К недостаткам BST следует отнести сильную температурную зависимость его параметров в области температуры Кюри, сдерживающую его практическое использование. Этот недостаток может быть устранен за счет создания материалов с градиентом состава - сегнетоэлектрических композитов.

В данной работе описаны способ получения градиентных многослойных структур $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ методом шликерного литья (по «толсто пленочной технологии»), приведены результаты исследований микроструктуры и свойств сегнетоэлектрических композитов.

Основные этапы получения неоднородной многослойной керамики были следующие. Из шихты заданного состава готовили шликер путем перемешивания с поливинилбутиралем и необходимыми пластификаторами и затем отливали керамические пленки толщиной 28.5 мкм. Были получены пленки $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ семи составов: $x = 0, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3$. Пленки прессовались в пакеты с требуемой конфигурацией слоев. Полученные заготовки спекались при 1300°C в течение получаса на воздухе.

Приведены результаты исследований композитов с различными конфигурациями слоев: $(\text{BaTiO}_3 + \text{BaTiO}_3 + \text{Ba}_{0.95}\text{Sr}_{0.05}\text{TiO}_3 + \text{Ba}_{0.95}\text{Sr}_{0.05}\text{TiO}_3 + \dots + \text{Ba}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{TiO}_3 + \text{Ba}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{TiO}_3)$; $(\text{BaTiO}_3 + \text{Ba}_{0.95}\text{Sr}_{0.05}\text{TiO}_3 + \dots + \text{Ba}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{TiO}_3 + \text{Ba}_{0.75}\text{Sr}_{0.25}\text{TiO}_3 + \dots + \text{BaTiO}_3)$; $(\text{Ba}_{0.9}\text{Sr}_{0.1}\text{TiO}_3 + \text{Ba}_{0.85}\text{Sr}_{0.15}\text{TiO}_3 \dots + \text{Ba}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{TiO}_3 + \text{Ba}_{0.65}\text{Sr}_{0.35}\text{TiO}_3)$.

В керамике на основе твердых растворов титаната бария-стронция $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ с изменяющимся по толщине составом от $x=0$ до $x = 0.3$ наблюдается значительное изменение размеров зерен по толщине образцов (уменьшение с ростом концентрации стронция). Образцы характеризовались высокой температурной стабильностью диэлектрических характеристик. Диэлектрическая проницаемость неоднородной керамики достигает значения 3400, при этом температурный коэффициент емкости в диапазоне $T = 20 - 100^\circ\text{C}$ не превышает десять процентов. Исследования распределения элементов показали, что при высокотемпературной термообработке происходит изменение ступенчатого закона пространственного распределения бария и стронция на квази-прерывный. Таким образом, разработанная технология позволяет получать неоднородные материалы с различным градиентом состава, что в свою очередь дает возможность целенаправленно управлять их свойствами, повышать и стабилизировать характеристики в требуемом температурном диапазоне.