

Студ. Д.И. Кулак

Науч. рук. доц. Е.М. Дятлова

(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

**РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ МАСС И ТЕХНОЛОГИИ
ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
МАТЕРИАЛОВ С ПОНИЖЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ
СИНТЕЗА**

Сегнетоэлектрики – диэлектрики, которые обладают в определенном интервале температур спонтанной (самопроизвольной) поляризованностью. Переход из сегнетоэлектрической кристаллической фазы в параэлектрическую фазу, как правило, осуществляется скачком и сопровождается значительными изменениями объема и энтропии кристалла и температурным гистерезисом. При этом происходит смещение различных структурных элементов на расстояние порядка размера элементарной ячейки, приводящие к изменению симметрии кристалла. Температура, при которой происходит фазовый переход, называется точкой Кюри. При переходе через эту точку энергия кристаллической решетки повышается, и асимметрия колебания атомов в узлах подрешетки исчезает – материал переходит в несегнетоэлектрическую полиморфную модификацию [1].

Изделия из сегнетоэлектрических материалов имеют большое распространение и функциональное применение. Открываются все новые области использования таких материалов в промышленности электронной техники и быту. Сегнетоэлектрические керамические материалы могут использоваться в качестве чувствительных элементов физических (датчики давления, перемещения, ускорения и др.) и химических (газовые сенсоры, сенсоры влажности) датчиках [2].

Однако в настоящее время все еще существует ряд нерешенных проблем, связанных с недостаточно высокими эксплуатационными характеристиками материалов, требуемыми в современных электротехнических устройствах. Данная проблема может быть решена путем модификации фазового состава и структуры сегнетоэлектриков ионами 4f и 3d элементов, а также создания сложных материалов на основе твердых растворов сегнетоэлектриков различной природы.

Одним из наиболее перспективных направлений в данной области является создания материалов, комбинирующих в себе достоинства таких известных сегнетоэлектрических материалов как титанат бария и титанат висмута, характеризующихся высокими значениями

диэлектрической проницаемости, устойчивости, отличными пьезосвойствами.

Для синтеза сегнетоэлектрических керамических материалов в данной работе были выбраны системы на основе твердых растворов модифицированных ионами лантана и меди титаната бария, и титаната висмута, модифицированного ионами бария, лантана, церия в подрешетку висмута, и ионами железа и марганца в подрешетку титана.

Шихта для синтеза керамических материалов готовилась путем совместного тонкого помола в микрошаровой мельнице (тонина помола контролировалась по остатку на сите 0063 – не более 2 %) стехиометрического количества исходных компонентов, необходимых для получения отдельно модифицированного титаната бария и титанатов висмута. Все компоненты подвергались просеву через сито 05, взвешивались в заданном количестве, согласно рецепту на электронных весах. Полученный порошок для синтеза титанатов бария и титанатов висмута с соответствующими модификаторами (BaCO_3 , $\text{La}_2(\text{CO}_3)_3$, CeO_2 , Fe_2O_3 , LaCl_3 , CuO) помещались в корундовые тигли и обжигались в лабораторной электрической печи «SNOL» при температурах 900 – 1100 °С, для материалов на основе $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$, и 1250 °С для материалов на основе BaTiO_3 . Выдержка при максимальной температуре 1 ч. Максимальная скорость нагрева 4 °С/мин.

Полученные спеки подвергали тонкому помолу и смешению для получения шихты для синтеза твердых растворов в микрошаровой мельнице (тонина помола контролировалась по остатку на сите 0063 – не более 1 %). Затем порошок увлажнялся до влажности 6 – 8 %. Формование образцов осуществлялось методом полусухого прессования для пластификации в порошок вводилась жидкая связка (8 % раствор ПВХ) и из приготовленной массы на механическом прессе прессовались керамические образцы (давление прессования $P = 30 - 110$ МПа) в виде палочек размером (50x10x2) мм, таблеток ($d = 12$ мм, $h = 3$ мм). Обжиг образцов осуществлялся в электрической печи «SNOL» при температуре 950 – 1150 °С с выдержкой в течении 1 ч.

Был проведен рентгенофазовый анализ синтезированных материалов, который показал, что основной кристаллической фазой, полученных материалов является титанат висмута-бария в орторомбической полиморфной модификации. Кроме того, на дифрактограммах были идентифицированы максимумы кристаллической фазы титаната висмута. Степень кристалличности материалов, содержащих в качестве модификатора ионы марганца ниже, чем в тех, куда были введены ионы железа.

На основе проведенных исследований физико-технических свойств синтезированных материалов, можно сделать вывод о том, что при повышении содержания в составе материала титаната бария, степень спекания образцов снижается, о чем свидетельствуют данные по кажущейся плотности и пористости. Однако при этом, отмечается повышение значений истинной плотности полученных материалов, что свидетельствуют о взаимном внедрении компонентов твердых растворов.

Анализ результатов измерений электрофизических свойств образцов синтезированных материалов показал, что при повышении содержания в составе модифицированного титаната бария, диэлектрическая проницаемость повышается до $300 \cdot 10^3$, при этом наблюдается снижение диэлектрических потерь материалов, а также повышения удельного электросопротивления до $25000 \cdot 10^6$ Ом·м.

При введении в состав титаната висмута ионов марганца, диэлектрическая проницаемость материалов, в сравнении с аналогичными составами, модифицированными ионами железа возрастает практически в два раза. При этом данные материалы характеризуются низкими значениями диэлектрических потерь и высоким удельным электросопротивлением.

На основе полученных данных, можно сделать вывод о том, что использование твердых растворов на основе модифицированных ионами лантана и меди титаната бария, а также ионами лантана и марганца титаната висмута является перспективным для создания на их основе керамических конденсаторов высокой емкости. Кроме того, данные керамические материалы являются перспективными для использования их при создании чувствительных элементов емкостных датчиков различного назначения, а также пьезоэлементов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Окадзаки, К. Технология керамических диэлектриков / К. Окадзаки – М.: Энергия, 1976. – 336 с.
- 2 Яффе, Б. Пьезоэлектрическая керамика / Б. Яффе, У. Кук, Г. Яффе; под ред. Л. А. Шувалова. – М.: Мир, 1974. – 288 с.
- 3 Балкевич, В. Л. Техническая керамика: учеб. пособие для вузов / В. Л. Балкевич. – 2-е изд. – М.: Стройздат, 1984. – 256 с.
- 4 Датчики. [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа: <http://www.texinvest.ru/alarmsys/alarmsys2009.02.02.htm> – Дата доступа: 29.04.2016.