

РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НКТЬ «ПЬЕЗОПРИБОР» ЮФУ
ФАКУЛЬТЕТ ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ЮФУ
ЦКП «ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»
ОАО «КОНЦЕРН «ОКЕАНПРИБОР»
ОАО «НИИ ФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ»
ОАО «НИИ «ЭЛПА»

Сборник трудов

**международной молодежной
научной конференции**

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

23 – 27 сентября 2013 г.

г. Анапа

УДК 53.082.73

ББК 31.261.3

С 23

С 23 Актуальные проблемы пьезоэлектрического приборостроения : сборник трудов международной молодежной конференции, г. Анапа, 23-27 сентября, 2013. – Издательство Южного федерального университета, 2013. – 292 с.

978-5-9275-1140-2

Отпечатано с оригиналов статей, в авторской редакции.

Проведение международной молодежной научной конференции «Актуальные проблемы пьезоэлектрического приборостроения» поддержано грантом РФФИ № 13-02-06827 «Научный проект организация и проведение международной молодежной научной конференции «Актуальные проблемы пьезоэлектрического приборостроения»».

978-5-9275-1140-2

©НКТБ «Пьезоприбор» ЮФУ

Особенности формирования и диэлектрические свойства твердых растворов на основе ниобата калия-натрия

*В.С. Акинфиев¹, Г.М. Калева², А.В. Мосунов², Е.А. Фортальнова³,
С.Ю. Стефанович², Е.Д. Политова²*

¹МГУ им. М.В.Ломоносова, Факультет наук о материалах,

²Научно-исследовательский физико-химический институт им. Л.Я. Карпова, ³Российский университет дружбы народов г. Москва, Россия

Адрес эл. почты: politova@cc.nifhi.ac.ru

Задачи расширения диапазона рабочих температур пьезокерамических материалов стимулировали интенсивные исследования оксидов со структурой перовскита на основе составов ниобата калия - натрия $(\text{K},\text{Na})\text{NbO}_3$ [1]. Преимуществом не содержащих свинец сегнетоэлектрических (СЭ) твердых растворов $(\text{K},\text{Na})\text{NbO}_3$ являются сравнительно высокие температуры Кюри $T_C \sim 700$ К и существование МФГ, вблизи которой наблюдали повышение коэффициентов электромеханической связи. Выбор состава $\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{NbO}_3$ (KNN) в качестве базового обусловлен тем, что керамики именно этого состава проявляют наилучшие пьезоэлектрические свойства. Однако получение плотных керамик KNN представляет трудную задачу, и пьезоэлектрические свойства этих оксидов сильно зависят от метода получения керамик [2, 3]. Существенным недостатком K- и Na- содержащих составов является сложность получения керамик высокой плотности обычным керамическим спеканием вследствие невысокой термодинамической стабильности оксидов KNbO_3 и NaNbO_3 .

При создании новых высокоэффективных пьезоэлектриков эффективно используют подход, связанный с формированием и изучением твердых растворов из области морфотропной фазовой границы (МФГ), разделяющей концентрационные области с различной кристаллической структурой. Для улучшения свойств керамик на основе KNN используют подходы катионного модифицирования составов, близких к МФГ. Однако, результаты отдельных работ, в которых исследованы подходы,

способствующие улучшению спекания керамик KNN путем введения добавок, не согласуются друг с другом. Более того, спекающие добавки, эффективные для определенных составов, могут не быть эффективными в случае других составов или даже вызывать деградацию диэлектрических свойств.

В данной работе исследованы твердые растворы $(1-x)[(K_{0.5}Na_{0.5})NbO_3]_{0.98} - [BiScO_3]_{0.02} - xAgSbO_3$ с $x=0 - 0.1$, из области МФГ, модифицированные добавками $AgSbO_3$, а также добавками LiF и MnO_2 [4]. Синтезированы также образцы керамик на основе состава $(K_{0.5}Na_{0.5})NbO_3$, модифицированного легкоплавкими добавками хлорида калия KCl (до 15 мол. %) и фторида лития LiF (5 вес. %) с целью снижения температуры спекания, получения текстурированных керамик высокой плотности, регулирования стехиометрии и улучшения сегнето- и пьезоэлектрических свойств керамик.

Изучено фазообразование, определены области фазовой гомогенности, параметры структуры и микроструктуры керамик, изучены фазовые переходы, диэлектрические и СЭ свойства керамик с использованием комплекса физико-химических методов (РФА, СЭМ, ДТА, ДСК, ГВГ и диэлектрической спектроскопии). Обоснован выбор добавок, интенсифицирующих процесс спекания. Установлена интенсификация процесса спекания керамик KNN при введении добавок $AgSbO_3$, KCl и LiF с низкими температурами плавления, обеспечивающих уплотнение керамик при достаточно низких температурах. Установлено влияние состава, условий получения, параметров структуры и микроструктуры (текстуры) на функциональные свойства керамик.

Полученные результаты свидетельствуют о формировании твердых растворов с размытыми фазовыми переходами, температуры которых варьируются в зависимости от количества вводимых добавок (температура СЭ фазового перехода T_C снижается на ~ 140 К при увеличении содержания добавки $AgSbO_3$, но повышается на ~ 100 К при введении KCl и LiF в сравнении с T_C исходного состава KNN). Отметим, что введение добавок определяет значительное снижение электропроводимости керамик при

комнатной температуре и повышение величины диэлектрической проницаемости при низких температурах $< T_C$, что должно благоприятствовать эффективной поляризации керамик.

Характерной особенностью изученных образцов является наличие интенсивного сигнала генерации второй гармоники лазерного излучения в широком температурном интервале. Полученные результаты подтверждают принадлежность изученных составов к полярному классу веществ.

Подтверждается формирование нового твердого раствора с перовскитной структурой при введении небольшого количества AgSbO_3 (до 10 моль. %) в состав $\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{NbO}_3$. Показано, что катионы Ag^+ занимают позиции $(\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5})^+$, а катионы Sb^{5+} занимают позиции Nb^{5+} , и введение небольших количеств AgSbO_3 в состав $\text{K}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{NbO}_3$ инициирует существенные изменения в характере фазового перехода, вследствие чего модифицированная керамика проявляет свойства релаксорного сегнетоэлектрика и характеризуется размытыми пиками диэлектрической проницаемости. Таким образом, получены образцы новых составов, сочетание свойств которых позволяет рассматривать их как перспективные пьезоэлектрические материалы.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проект 12-03-00388).

Список литературы

- [1]. Saito Y., Takao H., Tani I. et al., Nature. 2004, V. 432, p. 84–87.
- [2]. Bernard J., Bencan A., Rojac T. et al., J. Am. Ceram. Soc. 2008, V. 91, p. 2409–2411.
- [3]. Yoon M. S., Khansur N. H., Lee W. J et al., Journal Advanced Materials Research. 2011, V. 287–290, p. 801–804.
- [4]. Калева Г.М., Мосунов А.В., Стефанович С.Ю., Политова Е.Д., Неорганические материалы, 2013, Т. 49, № 8, с. 885–892.

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ**

**Сборник трудов
международной молодежной
научной конференции**

23 – 27 сентября 2013 г.

г. Анапа

Подписано в печать 11.09.13.
Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Печать офсетная, Усл. печ. 16,97, уч.-изд.л. 10,74.
Заказ № 3148. Тираж 80 экз.

Издательство Южного федерального университета
344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1, тел. (863)247-80-51

Отпечатано в типографии ЮФУ
344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1, тел. (863)247-80-51