

Влияние примеси на диэлектрический отклик нанокомпозитного сегнетоэлектрика нитрита натрия

С. А. Плясцов¹, Е. Ю. Королева²

¹Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Санкт-Петербург, Россия
тел: (812) 750-48-21, эл. почта: s.plyastov@gmail.com

²ФТИ им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия
тел: (812) 292-79-21, эл. почта: e.yu.koroleva@mail.ioffe.ru

Известно, что физические свойства ультрадиспергированных материалов и параметры фазовых переходов, происходящих в них, существенно отличаются от наблюдаемых в массивных материалах. Так, в частности показано, что размерный эффект может приводить к изменению рода фазового перехода, значительному росту диэлектрической проницаемости, смещению температуры фазового перехода и его размытию и т.п. Внедрение в пористые искусственные или природные матрицы позволяет получать нанокомпозитные материалы с различной топологией и размером нанокластеров, причем объёмы полученных нанокомпозитных материалов могут достигать нескольких см³.

Ранее проведенные диэлектрические исследования некоторых сегнетоэлектрических (NaNO_2 , KH_2PO_4 , сегнетова соль) и диэлектрических (NaNO_3 , AgI) нанокомпозитных материалов показали, что для всех исследованных материалов, внедренных в пористые матрицы, наблюдается резкий рост эффективной диэлектрической проницаемости нанокомпозита выше температуры Кюри T_C и/или при приближении к температуре плавления. [1] С целью создания материалов с заранее заданными характеристиками нами было проведено исследование влияния примесей на диэлектрический отклик нитрита натрия, внедренного в пористое стекло.

Одним из недостатков чистого нанокомпозитного NaNO_2 является высокая температура ФП, вблизи которой начинается рост ϵ . Одним из способов уменьшения температуры ФП является допирование сегнетоэлектрика диэлектриком. В качестве такой примеси был выбран диэлектрик KNO_2 , т.к. он легко образует твердые растворы с NaNO_2 , и данный твердый раствор легко проникает в матрицу. Нами были проведены исследования диэлектрического отклика твердого раствора $\text{K}_x\text{Na}_{1-x}\text{NO}_2$ с значениями концентрации калия 5% и 10%. Они показали, что характер зависимостей меняется несущественно. Происходит незначительное снижение значений ϵ по сравнению с чистым нанокомпозитным NaNO_2 . Ожидаемого существенного снижения температуры фазового перехода не наблюдается. Происходит уменьшение значений $\text{tg } \delta$ на низких частотах в несколько раз. Были получены температурные зависимости параметров релаксационного процесса, т.ч. времен релаксации. Температурные зависимости времен релаксации показали, что данная характеристика подчиняется закону Аррениуса, как и в случае чистого NaNO_2 . Для всех значений концентрации примеси были полу-

чены значения энергий активации ($E_a=0.35$ эВ для NaNO_2 , $E_a=0.42$ эВ для $\text{K}_{0.05}\text{Na}_{0.95}\text{NO}_2$, $E_a=0.38$ эВ для $\text{K}_{0.1}\text{Na}_{0.9}\text{NO}_2$).

В литературе [2] имеются данные о том, что температура сегнетоэлектрического фазового перехода монокристалла $\text{Ag}_{1/2}\text{Na}_{1/2}\text{NO}_2$ имеет значения чуть выше комнатной температуры. Измерения диэлектрического отклика нанокомпозитного $\text{Ag}_{1/2}\text{Na}_{1/2}\text{NO}_2$ показали, что происходит существенное изменение поведения температурных зависимостей диэлектрической проницаемости. Удалось добиться существенного снижения температуры, при которой начинается экспоненциальный рост значений диэлектрической проницаемости (с 437 К до 370 К).

Нами были получены диэлектрические спектры нанокомпозитных твердых растворов $\text{K}_x\text{Na}_{1-x}\text{NO}_2$ и $\text{Ag}_{1/2}\text{Na}_{1/2}\text{NO}_2$. В случае допирования калием были произведены оценки энергии активации. Допирование калием позволило уменьшить диэлектрические потери. Допирование серебром позволило уменьшить температура, при которой начинается рост эффективной диэлектрической проницаемости нанокомпозита.

Литература:

1. S. V. Pan`kova, V. V. Poborchii and V. G. Solov`ev. Journal of Physics: Condensed Matter, 8, L203 (1996)
2. T. Yamaguchi, K. Hamano Journal of Physical Society of Japan, Vol. 50, no. 12, pp 3956-3963 (1981)