



Температурные зависимости диэлектрической проницаемости керамик ниобата натрия с разным режимом синтеза

Али М.

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Малышкина О.В.

Введение

Принятие в 2003 году Европарламентом закона, ограничивающего использование соединений свинца, кадмия и ряда других веществ, делает необходимым поиск материалов, способных заменить систему цирконата-титаната свинца (ЦТС). Таким образом, вопрос получения бессвинцовой пьезоэлектрической керамики продолжает оставаться актуальным и требует подробного изучения.

Ниобат натрия NaNbO_3 является важным в этом аспекте материалом. Так как на его основе создаются многие сложные растворы бессвинцовой керамики. Ниобат натрия имеет структуру типа перовскита и при отсутствии примесей является антисегнетоэлектриком.

Керамика ниобата натрия имеет большое количество разнородных фазовых переходов в температурном интервале 360 – 640 °С. Имеются данные о возможном существовании у нее релаксорных свойств. Причины разнообразия свойств керамики ниобата натрия на настоящий момент полностью не установлены. Поскольку для практического применения в первую очередь важны сегнетоэлектрические свойства керамики, то представляет интерес проследить диэлектрических свойств керамики ниобата натрия от условий получения.

Цель Работы

Цель работы – исследование диэлектрических свойств керамики ниобата натрия от условий получения (температуры синтеза).

Эксперименты

Керамику ниобата натрия получали по традиционной керамической технологии из оксида ниобия (V) и карбоната натрия. Твердофазный синтез материала осуществлялся тремя разными способами:

- одиночный синтез при температуре $T_{\text{синт}}=650$ °С;
- одиночный синтез при $T_{\text{синт}}=700$ °С;
- двойной синтез при $T_{\text{синт}}=700$ °С;

Далее после повторного измельчения проводилось спекание при температуре $T_{\text{спек}}=1100$ °С в течение 4 часов.

Присутствие сегнетоэлектрических свойств на микроскопическом уровне определялось методом растровой электронной микроскопии (SEM) с использованием микроскопа JEOL JSM-6610LV (Япония) в режиме вторичных электронов (SEI) с ускоряющим напряжением 10 – 14 кВ (рис. 1). У образцов, материал которых был получен двойным синтезом, размер зерен значительно меньше. У образцов, спеченных из материала полученного одиночным синтезом, на поверхности зерен наблюдается сегнетоэлектрическая доменная структура.

Сегнетоэлектрические свойства на макроскопическом уровне определялись по петле диэлектрического гистерезиса методом Сойлера-Тауера (рис.2).

В работе исследованы температурные зависимости диэлектрической проницаемости керамики ниобата натрия с разным режимом синтеза на частотах 1 Гц – 10 МГц (рис. 3).

В результате проведенных исследований установлено, что образцы, материал которых получен одиночным синтезом, имеют одинаковый ход температурных зависимостей с четким максимумом при 370°С (рис.3,а и б). Исключение составили измерения на частотах 1 и 10 Гц, в этом случае имеется промежуточный максимум при 260°С и перегиб при 370°С. Двойной синтез приводит к появлению аномалий в температурном интервале 250 – 530 °С, наблюдаемые у образцов, полученных одиночным синтезом, максимумы у этих образцов отсутствуют (рис.3,в).

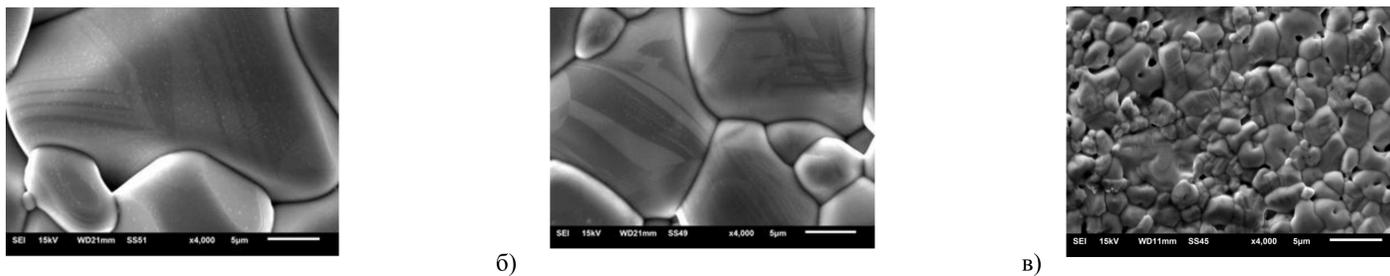


Рис.1. РЭМ изображения структуры зерен (а – в) и доменной структуры (а, б) керамики NaNbO_3 . Матриал был получен одиночным синтезом при $T=650$ (а), $T=700$ °С (б); двойным синтезом при $T=700$ °С (в).

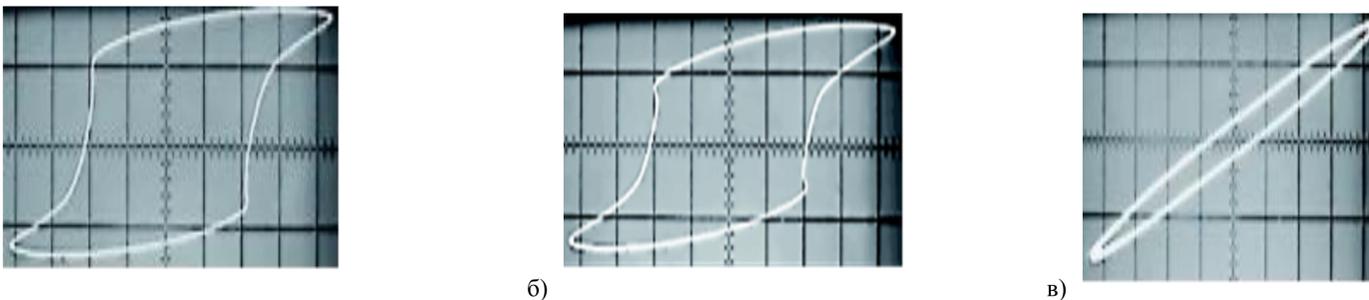


Рис.2. Петли диэлектрического гистерезиса керамики NaNbO_3 , материал был получен одиночным синтезом при $T=650$ °С (а) и $T=700$ °С (б); двойным синтезом при $T=700$ °С (в).

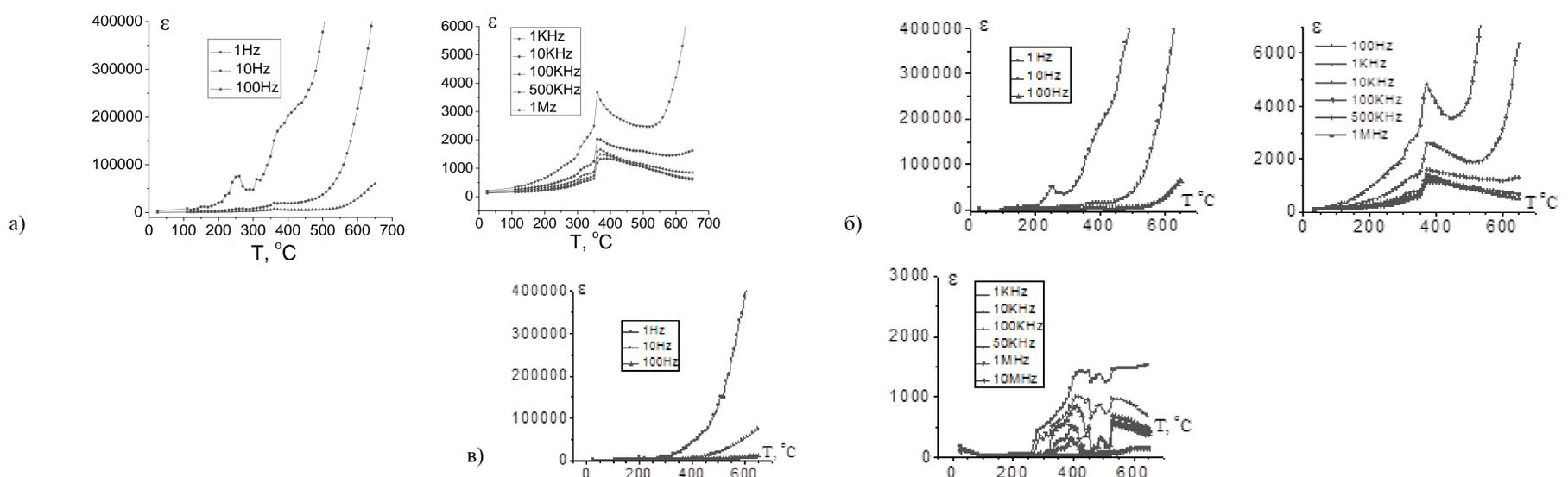


Рис.3. Температурные зависимости диэлектрической проницаемости образцов керамики NaNbO_3 , материал был получен одиночным синтезом при $T=650$ °С (а) и $T=700$ °С (б); двойным синтезом при $T=700$ °С (в).

Заключение

Показано, что у керамики NaNbO_3 при комнатной температуре возможно существование как сегнетоэлектрической (у образцов, материал которых получен одиночным синтезом), так и антисегнетоэлектрической (у образцов, материал которых получен двойным синтезом) фаз. Естественно предположить, что повторный синтез при $T_{\text{синт}}=700$ °С способствует переходу из сегнетоэлектрического в антисегнетоэлектрическое состояние. В результате образцы, спеченные после одиночного синтеза материала, имеют четко выраженные сегнетоэлектрические свойства, не зависящие от температуры синтеза (650 или 700 °С). Тогда как у образцов, спекаемых из материала, полученного двойным синтезом, преобладает антисегнетоэлектрическое состояние, что в соответствующих экспериментах проявляется как отсутствие сегнетоэлектрических свойств.