

3. Предложена структура формирователя такого сигнала в среде MatLab.
4. Предложена структура детектора сигнала.
5. Результаты моделирования показали полную идентичность исходного сигнала сообщения и сигнала на выходе детектора на примере «шахматной последовательности» «1» и «0».

ЛИТЕРАТУРА

1. Рязанцев О.В. О детектировании радиосигналов с модифицированной фазовой манипуляцией / Рязанцев О.В., Кулик М.В. // Сб. науч. трудов ДГТУ (технические науки). – Днепродзержинск: ДГТУ. – 2010. – Выпуск 2(15). – С.72-77.

Поступила в редколлегию 29.05.2012.

УДК 539.216.2

ТАРАН В.Г., к.ф.-м.н., доцент
ПРИМАКОВА К.А., студент

Днепродзержинский государственный технический университет

ОСОБЕННОСТИ ДОМЕННОЙ СТРУКТУРЫ И ПЕРЕПОЛЯРИЗАЦИИ МОНОКРИСТАЛЛОВ BaTiO_3 , ВЫРАЩЕННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТЯХ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

Введение. Одним из основных направлений практического применения сегнетоэлектриков является разработка устройств, принцип действия которых основан на эффекте полного или частичного переключения (реориентации вектора спонтанной поляризации) [1]. Эти устройства работают в режиме приложения относительно невысоких полей, амплитуда которых обычно колеблется в интервале 0,1-10 значений коэрцитивного поля. К основной группе таких устройств относятся приборы с принципом поляризации на основе собственного переключения (запоминающие устройства с матричной адресацией, сдвиговые резистры, трансполяризаторы и устройства, использующие эффект самопроизвольного обратного переключения). Корреляция величины поляризации с пьезоэлектрическими коэффициентами сегнетоэлектриков служит основой для создания запоминающих устройств, обладающих достаточно быстрым считыванием, частотой до 1 МГц.

Постановка задачи. Скорость снижения температуры $\alpha = \frac{dT}{dt}$ маточного рас-

творя в процессе кристаллизации является фактором влияния на габитус кристаллов [2], реальную структуру получаемых кристаллов (слоистость ростовых двойников, концентрация локальных и линейных дефектов упаковки, а также концентрация примесей растворителя KF). Поэтому исследование влияния скорости кристаллизации α на доменную структуру, процессы переполаризации и диэлектрические свойства монокристаллов BaTiO_3 с целью получения монокристаллов с оптимальными характеристиками переключения спонтанной поляризации образцов является задачей актуальной в плане их применения при создании элементов ячеек памяти.

Результаты работы. Для исследований использовались кристаллические двойники титана бария, полученные из пересыщенного раствора в расплаве KF, при снижении температуры маточного раствора от 1429 К до 1113 К с автоматическим регулированием скорости снижения температуры α в пределах от 3,6 К/час до 43 К/час. Время растворения состава варьировалось от 2 до 10 часов. Установлено, что с увеличением скорости кристаллизации α размеры продуктивных двойников уменьшаются, и возрас-

тает их степень полидоменности, а по толщине образовавшихся пластинок просматриваются выраженные слои роста (рис.1). Проводя травление полученных двойников ВаТіО₃ при температурах выше сегнетоэлектрического фазового перехода, установлено наличие «розеток» травления, свидетельствующих о локальных ростовых дефектах упаковки, концентрация которых увеличивается с возрастанием скорости кристаллизации α , что представлено на рис.2.

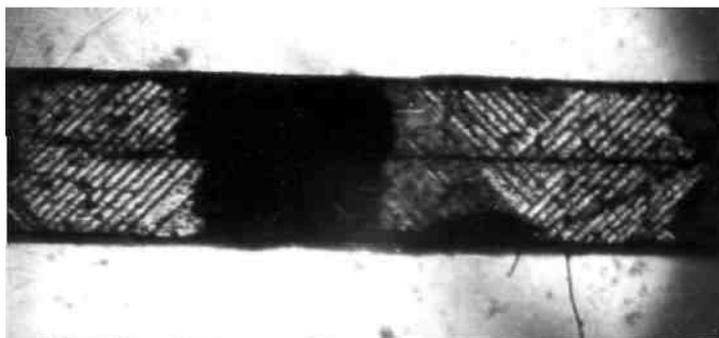


Рисунок 1 – Слоистая структура по толщине пластинки двойника ВаТіО₃ при скорости снижения температуры $\alpha = 12$ К/час

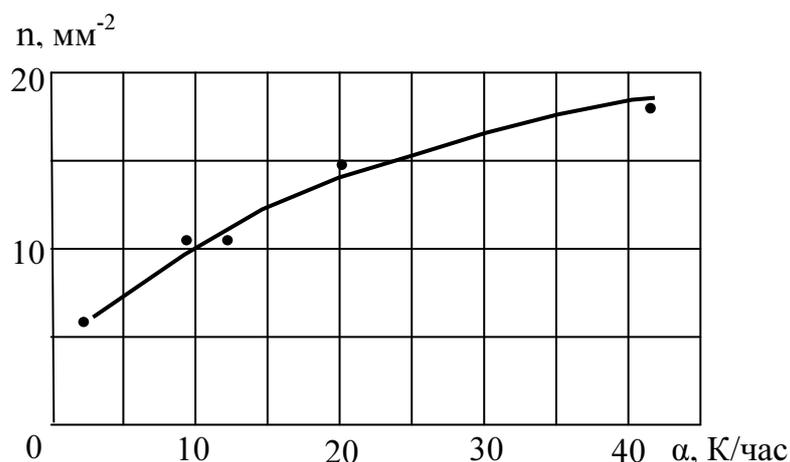
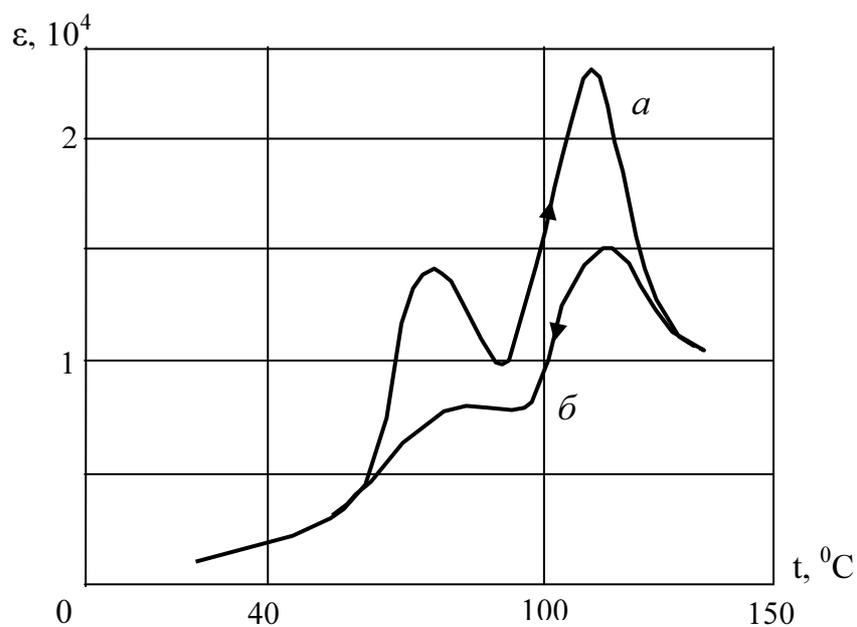


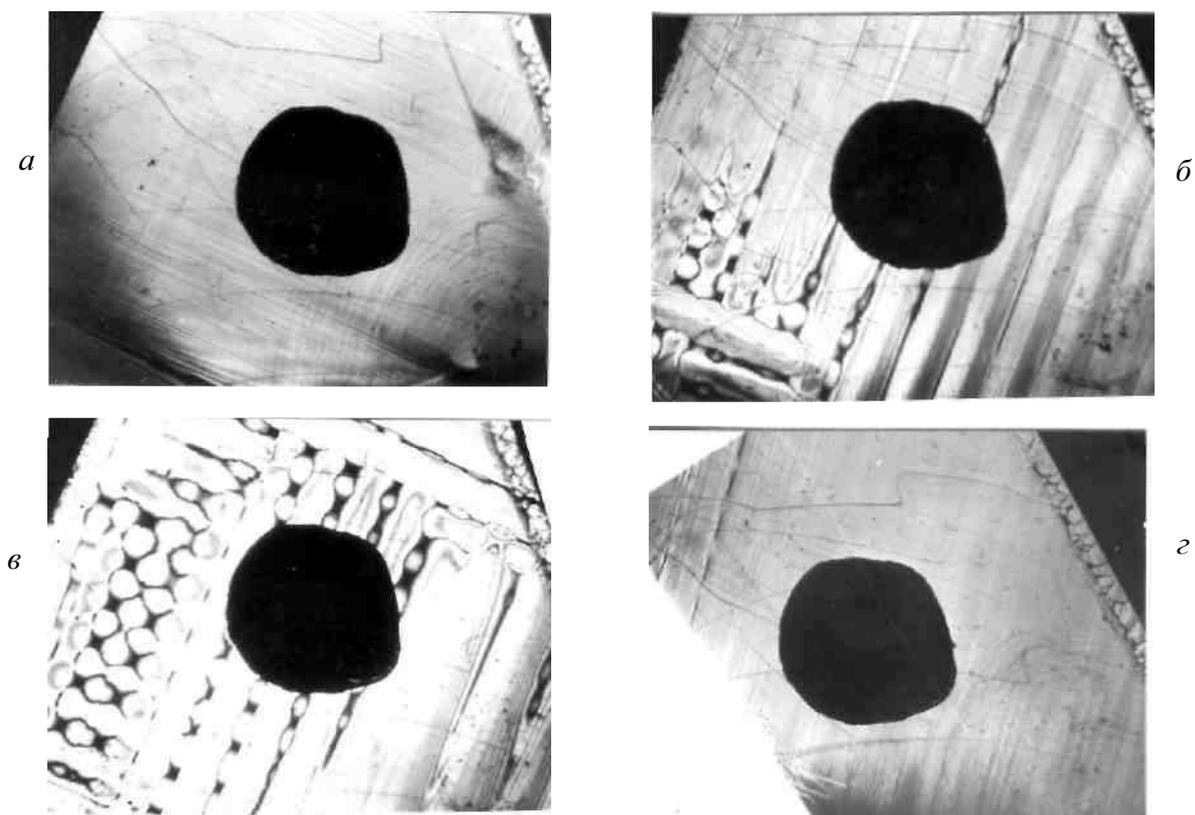
Рисунок 2 – Зависимость концентрации «розеток» травления на поверхности пластинок двойников ВаТіО₃ от скорости роста кристаллов α

Опыты показали, что изменения фактора α в процессе выращивания кристаллов сильно влияют на характер температурной зависимости реверсивной диэлектрической проницаемости $\epsilon(T)$, измеренной в интервале $20 \div 150^\circ\text{C}$, включающем сегнетоэлектрический фазовый переход. Для кристаллов, выращенных при $\alpha < 11$ К/час, в области $80 \div 90^\circ\text{C}$ просматривается хорошо выраженный максимум, высота которого в зависимости от значения α может достигать 70% высоты основного пика (рис.3). Форма, величина и температура расположения низкотемпературного максимума меняется от цикла к циклу нагрев-охлаждение. Наблюдением доменной структуры исследуемых образцов в различных циклах охлаждения установлено, что каждый раз при прохождении через точку фазового перехода (120°C) доменная структура формируется по-иному, редко сохраняя свою прежнюю конфигурацию (рис.4). Перемещение измерительных электродов на различные области кристалла с иной конфигурацией доменной структуры дает, соответственно, иную форму и высоту низкотемпературного максимума зависимости $\epsilon(T)$.



а – награв; б – охладнение

Рисунок 3 – Температурная зависимость диэлектрической проницаемости кристаллов ВаТіО₃, полученных при α = 3,6 К/час



а – исходный образец; б – после первого цикла прогрева;
в – после двух циклов; г – после 11-ти циклов прогрев-охладнение

Рисунок 4 – Доменная структура исследуемых образцов ВаТіО₃ до и после прогревов выше точки фазового перехода

Для более высоких скоростей кристаллизации ($\alpha = 12 \div 43$ К/час) низкотемпературный максимум практически отсутствует или проявляется крайне редко (рис.5).

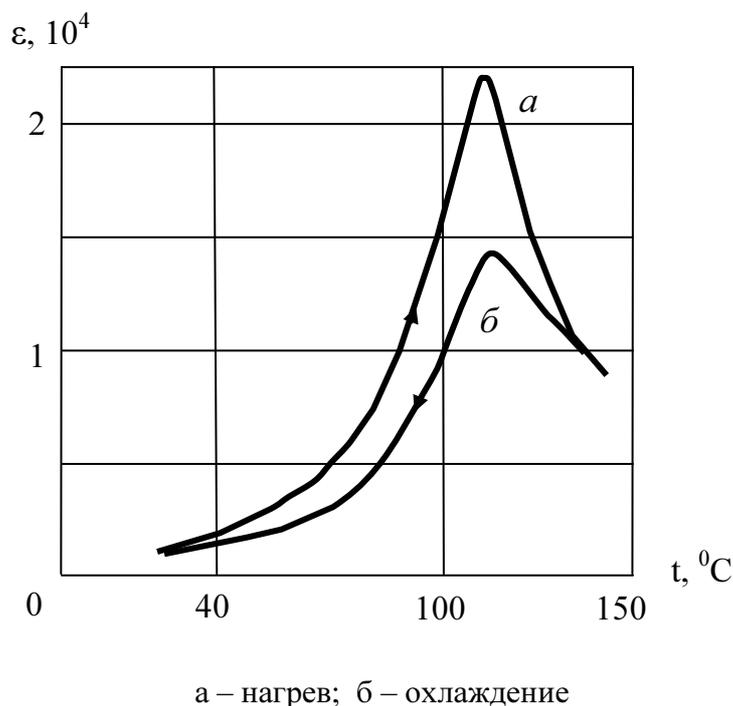


Рисунок 5 – Температурная зависимость диэлектрической проницаемости кристалла BaTiO₃, полученного при $\alpha = 43$ К/час

Наблюдаемое изменение температурного поведения диэлектрической проницаемости в области 80÷90⁰С можно связать с изменением доменной конфигурации кристаллов под влиянием циклов нагревания-охлаждения или изменением места положения измерительных электродов в областях кристалла с иной конфигурацией доменов.

Восприимчивость доменной структуры кристаллов BaTiO₃, полученных в режиме «медленной» кристаллизации ($\alpha = 3,6 \div 10$ К/час), к различным факторам внешнего воздействия (температура, измерительное электрическое поле) указывает на возможность их эффективной монодоменизации, что очень важно с точки зрения оптической однородности получаемых кристаллов.

Анализируя характер температурного изменения доменной структуры кристаллов, выращенных с различной скоростью, а также их реверсивные и диэлектрические свойства можно утверждать, что наличие низкотемпературного максимума $\epsilon(T)$ обусловлено доменным вкладом реверсируемой спонтанной поляризации. Степень доменного вклада характеризуется разновидностью доменной конфигурации образцов (соотношением *a*-доменных и *c*-доменных областей), а также степенью подвижности доменных стенок в измерительном электрическом поле. Перестройка доменной структуры как электрическим полем, так и температурным фактором наиболее сильно проявляется в кристаллах с высокой подвижностью доменных стенок [3], что присуще кристаллам с малой концентрацией стопоров их движения. Такими стопорами, как правило, являются локальные дефекты кристаллической структуры [4].

Таким образом, в кристаллах с $\alpha < 12$ К/час, имеющих меньшую концентрацию ростовых дефектов, подвижность доменных стенок выше и, соответственно, значительнее вклад реверсивной составляющей диэлектрической проницаемости ϵ .

Выводы. Исследована зависимость концентрации ростовых дефектов от скорости кристаллизации α сегнетоэлектрического титаната бария. Установлено, что с ростом α увеличивается полидоменность монокристаллов и уменьшается реверсируемая составляющая диэлектрической проницаемости. Показано, что с ростом концентрации ростовых дефектов уменьшается подвижность доменных стенок за счет захвата стопорами при их боковом движении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барфут Дж. Полярные диэлектрики и их применение / Дж. Барфут, Дж. Тейлор. – М.: Мир, 1981. – 526с.
2. Таран В.Г. Влияние скорости кристаллизации на металлические характеристики кристаллов ВаТіО₃ при выращивании из раствора в расплаве солей / В.Г.Таран, А.Т.Кугай // Сборник научных трудов Днепродзержинского государственного университета. – Днепродзержинск: ДГТУ. – 2005. – С.274-277.
3. Прокопало О.И. Подвижность доменов титаната бария / О.И.Прокопало, Е.Г.Фесенко, В.Г.Гавриляченко //Сборник научных трудов РГУ. – Ростов-на-Дону: РГУ. – 1971. – С.211-214.
4. Лайхтман Б.Д. Изгибные колебания доменных стенок и диэлектрическая дисперсия в сегнетоэлектриках / Б.Д.Лайхтман // Физика твердого тела. – 1973. – Т. 15. – С.93-102.

Поступила в редколлегию 29.05.2012.