

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКИЕ И СИММЕТРИЙНЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЕДЕНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КРИСТАЛЛОВ

Шут В. Н., Кашевич И. Ф.

*Институт технической акустики НАН Беларуси, г. Витебск, Беларусь
shut@vitebsk.by*

В середине 90-х годов сформировалось и начало быстро развиваться новое направление в физике сегнетоэлектрических материалов – создание и исследование структур с изменяющимися по объему характеристиками (составом) – «сегнетоэлектрики с градиентным составом» (compositionally graded ferroelectrics). Были получены градиентные структуры различных материалов, обладающих не только улучшенными диэлектрическими характеристиками, но и проявляющие принципиально новые свойства (например, аномальный пирозффект). Подавляющее число работ по данной тематике, выполненных к настоящему времени, посвящено исследованию структур, полученных с помощью различных тонкопленочных технологий. Физические свойства тонких пленок существенно зависят от состояния их поверхности, стехиометрии, микроструктуры, кристаллической ориентации, наличия структурных дефектов, а следовательно, и от методов получения пленок и вида подложек. Выяснение влияния пространственного изменения состава на характеристики неоднородных сегнетоэлектриков в «чистом» виде может быть осуществлено при исследовании объемных монокристаллов. Кроме того, материалы, которые могут быть получены в свободном состоянии (без подложки), представляют самостоятельный интерес. Объемные образцы практически не заменимы при использовании в фазовращателях и переключателях высокой мощности, вызывают повышенный интерес со стороны разработчиков ускорительной техники. Можно отметить, что максимальная пирочувствительность элементов наблюдается при толщинах ~100 мкм.

В данной работе описаны методики выращивания кристаллов из растворов с профильным распределением примеси и систематизированы физические закономерности влияния неоднородного распределения примесей на электрофизические характеристики и процессы формирования униполярного состояния в сегнетоэлектрических водородосодержащих кристаллах (триглицинсульфата и сегнетовой соли).

Установлено, что в кристаллах триглицинсульфата и сегнетовой соли с плавным изменением концентрации примеси ионов хрома и меди вдоль оси роста формируются высокие внутренние поля смещения (до 1 кВ/см), которые приводят к расширению температурного диапазона существования сегнетофазы, значительному уменьшению (более чем на порядок) тангенса угла диэлектрических потерь, установлению самополяризованного состояния и повышению пирозлектрического коэффициента (~30 %) при комнатных температурах. Коэффициент униполярности для неоднородных кристаллов, выращенных в сегнетофазе, достигает значения $k^+ \sim 0.7$, что хорошо согласуется с теоретическими расчетами, выполненными в рамках феноменологического подхода с учетом градиентного члена в разложении свободной энергии. Показано, что неоднородное легирование кристаллов неполярными примесями оказывает (в силу принципа Кюри) ориентирующее действие на формирующуюся в процессе роста в сегнетофазе доменную структуру, позволяет получать материалы с высокой степенью униполярности и стабильными характеристиками, необходимыми для создания активных пиропьезодатчиков.