

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОМЕННОЙ СТРУКТУРЫ КРИСТАЛЛОВ ТГС С ПЕРИОДИЧЕСКИМ ПОСЛОЙНЫМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ПРИМЕСИ

Шут В.Н., Мозжаров С.Е., *Кашевич И.Ф.

*Институт технической акустики НАН Беларуси,
ВГУ им. П.М. Машерова, г. Витебск, Беларусь

В области получения и изучения сегнетоэлектрических материалов фундаментальный интерес представляют исследования, связанные с выяснением закономерностей формирования доменной структуры, с поиском надежных способов управления ее параметрами («доменная инженерия»). Большие успехи здесь достигнуты в получении кристаллов-сегнетоэлектриков с периодической доменной структурой (ПДС). Сегнетоэлектрик со специально созданной ПДС представляет собой структуру, состоящую из чередующихся областей с противоположным направлением спонтанной поляризации. Современные технологии позволяют получать сегнетоэлектрические кристаллы с ПДС как в процессе роста кристалла, так и в процессе постростовой обработки – переполяризацией высоким напряжением, сканированием по поверхности электронным лучом, электрооптическим и электротермическим методами и так далее. Однако какой бы метод не использовался, невозможно создать идеально регулярную доменную структуру. Всегда существует некая погрешность расположения доменных стенок. Необходимо отметить, что для структур, полученных методами постобработки, характерна более легкая «стираемость» (самопроизвольное обратное переключение). Ростовые методы позволяют создавать более стабильные и воспроизводимые ПДС. В качестве примера создания и использования сегнетоэлектрических кристаллов с ПДС можно привести широко исследуемые кристаллы группы ниобата и танталата лития, выращиваемые из раствора, содержащего примесь [1, 2]. Ростовая регулярная доменная структура в этих кристаллах есть результат периодического вхождения примеси, создаваемого специальными условиями роста. Однако формирование ПДС в таких материалах происходит не по всему объему кристалла, а лишь на отдельных участках определенных пирамид роста.

В настоящей работе на примере кристаллов триглицинсульфата (ТГС) со специально создаваемыми периодическими примесными слоями изучалось формирование доменной структуры в зависимости от пирамиды роста.

Выращивание закономерно-неоднородных кристаллов триглицинсульфата, которые состоят из регулярных слоев с различной концентрацией примеси ионов хрома (ТГС:Сг), проводилось из двух кристаллизующихся растворов, один из которых был чистый (без примеси), а другой содержал примесь ионов хрома, путем последовательного периодического доращивания кристалла в каждом из растворов. Кристаллы выращивались в сегнетоэлектрической температурной области при $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($T_c = 49,1^{\circ}\text{C}$).

Период кристаллических структур можно изменять, меняя температуру насыщения исходных растворов или время наращивания слоев. Кроме того, формирование периодической примесной структуры зависит от пирамиды роста (поскольку различные грани имеют разную скорость роста). Дополнительно, зависимость характера распределения примеси от пирамиды роста связана со следующим обстоятельством. В процессе роста кристалла в сегнетофазе формирование дефектной (примесной) структуры определяется влиянием вектора спонтанной поляризации P_s . Например, периодическая примесная структура всегда выявлялась в пирамиде роста (110) и не наблюдалась на гранях (001). Направление нормального роста (110) и эквивалентных граней образуют угол близкий к 90° с P_s . В тоже время грани (001) и (001) растут в направлении перпендикулярном к P_s (рис.1).



Рис. 1. Фрагмент полярного скола кристалла ТГС:Сг (грани (001) – вверху, (110) – внизу)

Исследование статической доменной структуры кристаллов ТГС:Сг проводилось с помощью нематических жидких кристаллов (НЖК) [3, 4]. В процессе исследования кристаллы ТГС:Сг раскалывались по плоскости спайности (010), перпендикулярно вектору спонтанной поляризации. На свежий скол наносилась пленка НЖК ($\Delta\epsilon < 0$). В поляризационном микроскопе наблюдалось контрастное изображение доменов в проходящем свете.

Было установлено, что конфигурация доменов зависит от многих факторов – режим выращивания, период примесной структуры, индекс пирамиды роста, расстояния скола от затравки. Однако общие закономерности были следующими. Вблизи затравки расположение доменов носило секториальный характер и было подобно однородным кристаллам. Можно утверждать, что в средней части кристалла и особенно вдали от затравки формирование доменной структуры определялось взаимной ориентацией векторов спонтанной поляризации и направления роста граней. Например, в пирамидах роста (101), наблюдалась равновесная доменная структура, на которую не влиял слоистый рост кристалла (рис. 2).



Рис. 2. Доменная структура полярного скола кристалла ТГС:Сг (грань (101))

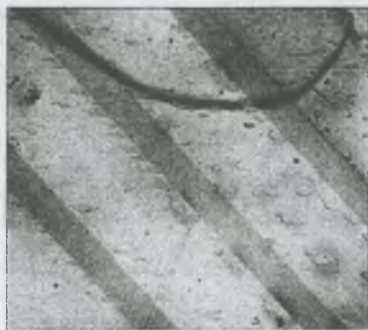


Рис. 3. Доменная структура полярного скола кристалла ТГС:Сг (грань (110))

В пирамиде роста (110) с периодической примесной структурой в ряде случаев домены вторичной компоненты не выявлялись (рис.1), т.е. эти области были полностью монодоменными. В некоторых кристаллах доменная структура представляла собой большие доменные области одного знака, на фоне которых наблюдались небольшие остаточные домены противоположного знака, сосредоточенные у границ примесных слоев (рис. 3). Периодическая промодулированная примесными слоями роста доменная структура, подобная структуре высокотемпературных кристаллов, не была обнаружена.

Анализ полученных данных не позволяет на данном этапе до конца выявить закономерности формирования одной или другой картины доменов. Однако проведенные исследования показали, что существует определенная корреляция доменной и дефектной структур для сегнетоэлектрических кристаллов, выращиваемых из растворов.

Список литературы

1. Евланова Е.Ф., Наумова И.И., Чаплина Т.О., Лаврищев С.В., Блохин С.А. // Физика твердого тела.- 2000. -Т.42. – В.9. С.1678 – 1681.
2. Ya-lin Lu, Yan – ging Lu, Xiang-fei Cheng and Nai-ben Ming. // Appl. Phys. Lett.,- 1996.- V.68, 6 May.- P. 2642 – 2644.
3. Тихомирова Н.А., Донцова Л.И., Пикин С.А. // Кристаллография.- 1978.- Т.23, Вып. 8.- С. 1239 - 1246.
4. Duka S.N., Klubovich V.V., Tolochko N.K. Materials of 3rd European conference on crystal growth. Budapest. May 5-11, 1991.- P. 277-278.