

```

struct Null {
    typedef void enabled_t;
};

template<class C, class ... args>
struct is_RE<C, Concatenation<args...>>
    : std::conjunction<is_RE<C, args>...> {};

template<class ... args>
struct is_RE<Union<args...>>
    : std::conjunction<is_RE<C, args>...> {};

template<class arg>
struct is_RE<Iteration<arg>> : is_RE<C, arg> {};

template<class C, C c>
struct is_RE<C, Character<C, c>> : std::true_type {};

template<>
struct is_RE<C, Empty> : std::true_type {};

template<>
struct is_RE<C, Null> : std::true_type {};

```

Для того, чтобы предотвратить указание в качестве подвыражения типа, не описывающего регулярное выражение, были использованы частичные и полные специализации шаблона класса `is_RE`.

Разработанный набор шаблонов классов позволяет описывать регулярные выражения с помощью статической информации о типе, что позволяет осуществлять обработку регулярных выражений, структура которых описана с помощью этого набора шаблонов, на этапе компиляции.

Заключение. Был разработан набор классов, который позволяет описывать структуру регулярного выражения с помощью статической информации о типе. Была реализована проверка того, что все подвыражения описываемого выражения являются регулярными выражениями. Показано, что данный подход обладает некоторым преимуществом: позволяет обрабатывать структуру регулярного выражения на этапе компиляции.

1. Фрилл, Дж. Регулярные выражения / Дж. Фрилл. – СПб : «Питер», 2001. – 352 с.
2. Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий / А. В. Ахо, М. С. Лам, Р. Сети, Дж. Д. Ульман. – 2-е изд. : Пер. с англ. – М. : ООО «И. Д. Вильямс», 2008. – 1184 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ РОСТА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСИ В ЛЕГИРОВАННЫХ КРИСТАЛЛАХ TGS – TGS +Cr

А.Л. Толстихина¹, Б.С. Роцин¹, В.Н. Шут^{2,3}, С.Е. Мозжаров³, И.Ф. Кашевич²
¹Москва, Институт кристаллографии имени А.В. Шубникова РАН
²Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова
³Витебск, ИТА НАН Беларуси

Практически важные свойства сегнетоэлектрических материалов связаны с характером и конфигурацией их доменной структуры. В связи с этим в последние годы в области теоретического и практического исследования сегнетоэлектриков большое внимание уделяется развитию доменной инженерии, целью которой является управление свойствами таких материалов путем создания заданных доменных структур.

Одним из направлений доменной инженерии является получение кристаллов с регулярной доменной структурой (РДС), которая формируется как результат проявления микростроения примесной подструктуры при выращивании кристаллов из расплава, содержащего

го легирующую примесь. Указанное направление широко представлено в научной литературе, но большинство работ носит чисто теоретический характер и посвящено компьютерному моделированию описания процессов в слоистых сегнетоэлектриках. В прикладном аспекте наибольшие успехи достигнуты для высокотемпературных монокристаллов ниобата лития и танталата лития с регулярной доменной структурой со 180-градусным пространственным изменением направления вектора поляризации P_s , обладающих большими значениями нелинейно-оптических и электрооптических коэффициентов.

Трудности при получении легированных примесью слоев заданного размера при выращивании сегнетоэлектриков из растворов, как показывает практика, обусловлены особенностями механизмов роста. Коэффициенты вхождения неизоформной примеси в кристалл здесь составляют, как правило, несколько процентов и зависят от многих факторов, основным из которых является изменение скорости роста кристалла из раствора в присутствии примесей и селективное вхождение примеси в различные сектора кристалла.

Также как и для других кристаллов, выращиваемых из растворов, механизм вхождения примесей в сегнетоэлектрические кристаллы триглицинсульфата (TGS) в процессе роста из раствора, содержащего легирующую примесь, носит сложный характер и причины формирования и распределения примеси в объеме кристалла до конца не выяснены. Поэтому представляет интерес изучение влияния неизоформных примесей хрома на скорость роста кристаллов TGS и возможности создания регулярной примесной структуры в них.

Целью данной работы является определение условий выращивания и получение кристаллов триглицинсульфата с периодической примесной структурой неизоформной примеси ионов хрома (TGS – TGS +Cr), формирующейся по всему объему кристалла, а также исследование профильного распределения примеси в таких кристаллах.

Материал и методы. Материалом исследования служили легированные кристаллы TGS+Cr и с периодическим профильным распределением примеси ионов хрома, выращенные в Институте технической акустики НАН Беларуси. Кристаллы TGS – TGS +Cr выращивали скоростным методом при постоянной температуре роста ($T_p=32^\circ\text{C}$) из двух различных кристаллизационных растворов, один из которых был номинально чистым, а другой содержал примесь хромовых квасцов (до 6 вес.% ионов хрома). Размер легированных и беспримесных слоев задавался временем роста затравочного кристалла в каждом из растворов. Изготовленная для этих целей аппаратура позволяла автоматизировать этот процесс.

Определение скорости роста проводилось весовым методом для выращенных кристаллов из растворов, содержащих различную концентрацию примеси ионов хрома, при условии соблюдения одинаковых технологических режимов.

Для визуализации примесной структуры и оценки ее параметров нами была использована оптическая и рентгенотопографическая микроскопия. Пространственное распределение примеси изучалось методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) и было выполнено в Институте кристаллографии им. А.В. Шубникова ФНИЦ “Кристаллография и фотоника” РАН.

Результаты и их обсуждение. Было выращено несколько групп кристаллов из растворов с различным содержанием примеси ионов хрома и исследованы изменение габитуса кристаллов, весовая скорость роста, скорость роста кристаллов в направлениях (010), (001) и их отношение в зависимости от концентрации примеси и пересыщения растворов.

В результате проведенных исследований было установлено, что для всех кристаллов, выращенных в присутствии ионов примеси хрома наблюдалось изменение габитуса кристаллов и уменьшалась скорость роста по сравнению с кристаллами, выращенными из номинально чистых растворов. Кроме того, было установлено, что вхождение примеси в кристалл носит инерционный характер – вхождение примеси в кристалл начинается лишь после определенного времени выдержки его в растворе.

Оптическое и рентгенотопографическое изображения исследованного на распределение примеси кристалла TGS – TGS +Cr ($2 \times 5.5 \times 7.5$ мм) показано на рисунке 1. Темные полосы на оптическом изображении соответствуют легированным участкам примесью хрома участкам, более светлые полосы – номинально чистый TGS, в рентгенотопографическом изображении – наоборот.

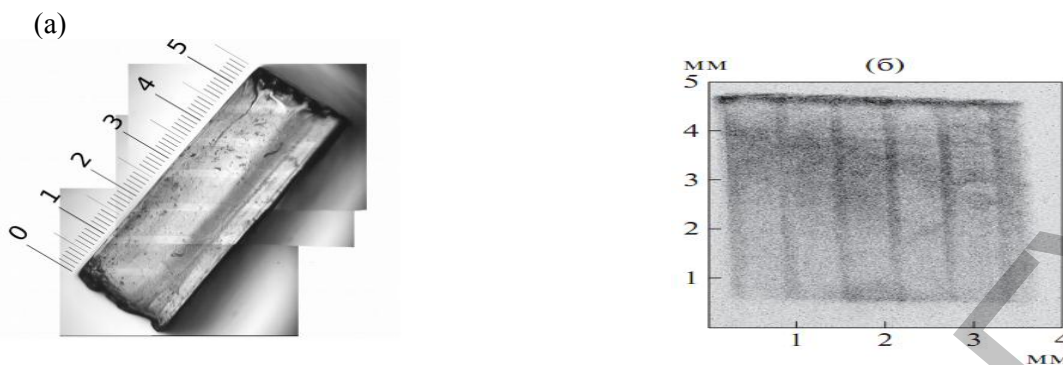


Рисунок 1 – Оптическое (а) и рентгенотопологическое (б) изображение образца TGS - TGS +Cr.

Результат РФА распределения примеси указанного образца TGS – TGS +Cr приведен на рисунке 2. Шаг передвижения рентгеновского пятна по образцу 0.1 мм и его размер 150 мкм по вертикали и 5 мм по горизонтали позволили выявить микроскопическую картину распределения примеси.

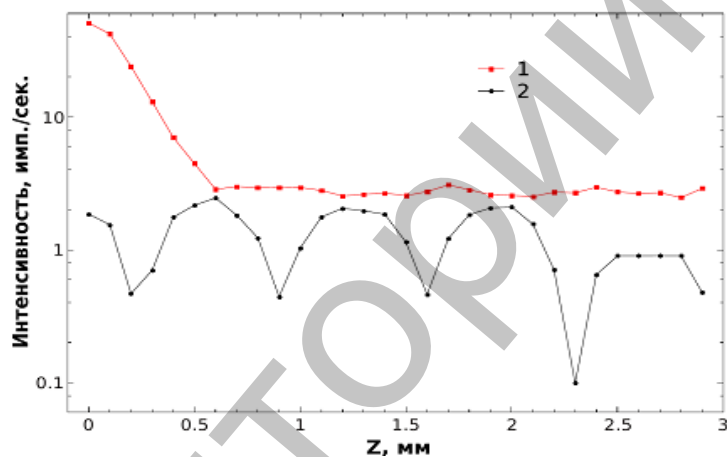


Рисунок 2 – Зависимость интенсивностей прошедшего сквозь кристалл излучения (1) и выхода флуоресцентного излучения линии Cr-K α (2) от вертикального положения кристалла.

Полученный характер распределения примеси указывает на блочный механизм роста кристаллов при скоростном методе, а также позволяет объяснить инерционность процесса вхождения примеси в кристалл.

Заключение. Согласно проведенным исследованиям, для получения кристаллов TGS – TGS +Cr с одинаковой шириной чистых и примесных слоев и периодом роста менее 150 мкм необходимо уменьшить время роста в примесном растворе одновременно повышая скорость роста. Для получения качественных кристаллов необходимо в растворе с примесью создавать низкое пересыщение, при задании времени роста кристалла в примесном растворе нужно учитывать инерционность процесса вхождения примеси в кристалл.

ОБ УСЛОВИЯХ ПРЕДСТАВИМОСТИ ПОЛИНОМА ВОСЬМОЙ СТЕПЕНИ В ВИДЕ СУПЕРПОЗИЦИИ ТРЕХ КВАДРАТИЧНЫХ ПОЛИНОМОВ

Ю.В. Трубников
Витебск, ВГУ имени П.М. Машерова

Актуальность данной работы заключается в том, чтобы получить наиболее удобный метод решения специального класса алгебраических уравнений, и ответить на вопрос разрешимо ли данное уравнение в радикалах.