

Министерство образования Республики Беларусь
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ВГТУ)

УДК 537.226.4621.319.1

№ госрегистрации 20140992

Инв. №

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе ВГТУ,



Е.В. Ванкевич

12 2015 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

«Синтез, микроструктура и свойства новых композиционных ферромагнитных и сегнетоэлектрических материалов»

(заключительный)

2015-Г/Б-308

ГПНИ «Функциональные и композиционные материалы, наноматериалы»,
задание 1.38

Научный руководитель задания

д.ф.м.н. Шут В.Н.

23.12.2015

Библиотека ВГТУ



Витебск 2015

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы: В.Н.Шут 23.12.15 В.Н.Шут
профессор, доктор физ.-мат. наук (введение, заключение, раздел 1 - 7)
подпись, дата

Исполнители темы:
доцент, канд. физ.-мат. наук И.Ф.Кашевич 23.12.15 И.Ф.Кашевич
подпись, дата (раздел 2,7)

Научный сотрудник С.Е. Мозжаров 23.12.15 С.Е. Мозжаров
подпись, дата (раздел 3,5)

Научный сотрудник В.Л. Трубловский 23.12.15 В.Л. Трубловский
подпись, дата (раздел 4)

Научный сотрудник Д.А.Ильющенко 23.12.15 Д.А.Ильющенко
подпись, дата (раздел 1, 6, 7)

Нормоконтролер С. А. Беликов 23.12.15 С. А. Беликов
подпись, дата



РЕФЕРАТ

Отчет 57 с., 1 кн., 37 рис., 4 табл., 29 источников, 1 прил.

ЭЛЕКТРОКЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ТГС, КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ, ДОМЕННАЯ СТРУКТУРА

Объектами исследования являются легированная магнием BST керамика и монокристаллы ТГС с регулярной примесной структурой.

Целью работы являлся синтез легированной магнием BST керамики ($Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3$) и исследование ее микроструктуры и электрофизических свойств, а также исследование влияния примесей хрома на скорость роста кристаллов ТГС и влияния скорости роста кристаллов ТГС - ТГС+Cr³⁺ на формирование регулярной примесной структуры (РПС)

В ходе выполнения работы синтезирована керамика состава $Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3$, легированная магнием в диапазоне концентраций 0-2 мол.%. Исследованы микроструктура и диэлектрические свойства легированной магнием керамики состава $Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3$.

Показано, что температура фазового перехода смещается до $T_C = 45^\circ C$ при $C_{Mg} = 1.0$ мол.%. Увеличение концентрации Mg способствует снижению тангенса угла диэлектрических потерь керамики $Ba_{0,8}Sr_{0,2}TiO_3$.

Установлено, что примеси ионов хрома снижают скорость роста кристаллов, изменяют габитус кристаллов ТГС..

Показано, что скорости роста кристаллов ТГС в чистом растворе и примесном растворе, содержащем до 5 % вес. хрома, при одинаковом пересыщении ($\delta \sim 0,5^\circ$) и времени роста отличаются более чем в 3-5 раз в зависимости от грани. Это приводит к тому, что быстрорастущие грани выклиниваются (прекращают рост) и кристалл ТГС - ТГС+Cr³⁺ в конце роста ограничен медленнорастущими гранями, в которые примесь входит в незначительном количестве. Образование РПС по всему объему кристалла наблюдалось при значительном увеличении скорости роста в примесном кристалле и времени роста в 2-3 раза превышающем время роста в чистом растворе.

Проведено комплексное исследование и сравнение доменной структуры чистой и примесной областей кристаллов с примесью Cr на оптическом (метод НЖК) и микроуровне (доменная структура по данным АСМ пьезоотклика). Установлено, что в области перехода от чистого к легированному кристаллу в зависимости от пирамиды роста наблюдаются изрезанные или гладкие доменные границы. Показано, что при

одинаковой униполярности доменной структуры чистых и примесных областей плотность доменных границ в слоях с примесью хрома в 2,3 раза выше, чем в слоях без примеси.

Проведена оптимизация режимов скоростного выращивания сегнетоэлектриков с градиентом полярной изоморфной примеси. Выращены оптически однородные кристаллы триглицинсульфата с плавным градиентом концентрации изоморфной полярной примеси L- α - аланина. Исследована доменная структура и переполяризационные характеристики полярного скола (010) выращенных кристаллов. Установлено, что доменная структура таких кристаллов по мере увеличения концентрации примеси укрупняется и при значении (2,5 % вес. в растворе) становится мономерной. Переполяризационные свойства кристаллов, полученные на основании изучения петель диэлектрического гистерезиса, зависели от пирамиды роста.

Получены температурные зависимости диэлектрической проницаемости ϵ_{\max} и тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg } \delta$. кристаллов ТГС с градиентом полярной примеси L- α - аланина (АТГС). Установлено, что значения ϵ_{\max} и $\text{tg} \delta$ в точке Кюри таких кристаллов уменьшаются в несколько раз по сравнению с характеристиками номинально чистых кристаллов ТГС, а значения спонтанной поляризации P_s , коэрцитивных полей E_c и коэффициентов динамической униполярности k увеличиваются почти вдвое. Изучены указанные характеристики отдельных пирамид роста образца полярного скола неоднородного кристалла АТГС.

Область применения – пироэлектрические датчики инфракрасного излучения.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 СИНТЕЗ КЕРАМИКИ ТИТАНАТА БАРИЯ, ЛЕГИРОВАННОЙ МАГНИЕМ. МИКРОСТРУКТУРА И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЕРАМИКИ $Ba_{0.8}Sr_{0.2}TiO_3:Mg$	8
2 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ ХРОМА НА СКОРОСТЬ РОСТА КРИСТАЛЛОВ ТГС	13
3 ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ РОСТА КРИСТАЛЛОВ ТГС - ТГС+ Cr^{3+} НА ФОРМИРОВАНИЕ РЕГУЛЯРНОЙ ПРИМЕСНОЙ СТРУКТУРЫ (РПС)	21
4 ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ДОМЕННОЙ СТРУКТУРЫ НА ГРАНИЦЕ СЛОЕВ У СЛОИСТЫХ КРИСТАЛЛОВ ТГС, ЛЕГИРОВАННЫХ ХРОМОМ	27
5 ОТРАБОТКА РЕЖИМОВ ПОЛУЧЕНИЯ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ С ГРАДИЕНТОМ ПОЛЯРНОЙ ИЗОМОРФНОЙ ПРИМЕСИ МЕТОДАМИ СКОРОСТНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ	31
6. ДОМЕННАЯ СТРУКТУРА И ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРАДИЕНТНЫХ КРИСТАЛЛОВ С ПОЛЯРНОЙ ПРИМЕСЬЮ	37
7. ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРАДИЕНТНЫХ КРИСТАЛЛОВ С ПОЛЯРНОЙ ПРИМЕСЬЮ	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	51
ПРИЛОЖЕНИЕ	54