

Анализ рентгеновских дифрактограмм состава $Zn_2Al-V_2O_7$ до и после воздействия ультразвуковых колебаний показал, что наиболее интенсивное измельчение происходит при избыточном давлении $4 \cdot 10^5$ Па, мощности ультразвуковых колебаний 2 кВт и времени обработки 5 минут.

Исследование микроструктуры обработанного ультразвуковыми колебаниями порошка состава $Zn_2Al-V_2O_7$ при давлении $4 \cdot 10^5$ Па показало, что пространственная иерархия расположения зерен заменяется на плоскую с разрушением агломератов.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что ультразвуковое воздействие на порошок состава $Zn_2Al-V_2O_7$ в жидкой среде при избыточном гидростатическом давлении приводит к его измельчению, и данная технология может быть применима для получения мелкодисперсных структур.

Список использованных источников

1. Рубаник, В. В. Перспективные материалы / В. В. Рубаник, А. Д. Шилин, В. В. Рубаник мл. – Витебск : УО ВГТУ, 2009. – 542 с.
2. Агранат, Б. А. Ультразвук в порошковой металлургии / Б. А. Агранат, А. П. Гудович, Л. Б. Нежевенко. – Москва : Металлургия, 1986. – 168 с.
3. Рубаник, В. В. Активация порошков для получения сегнетоэлектрической керамики с использованием энергии взрыва и ультразвуковых колебаний // Тезисы докладов конференции в Молдове / В. В. Рубаник, В. В. Рубаник мл., А. Д. Шилин, И. В. Петров, Л. В. Маркова-Чисину, 2009. – С. 172.
4. Хасанов, О. Л. Ультразвуковая обработка наноструктурных порошков для изготовления циркониевой технической керамики / О. Л. Хасанов [и др.] // «Перспективные материалы», 2000. – № 1. – С. 50-55.

Работа выполнена в рамках ГПНИ «Функциональные и машиностроительные материалы и технологии, наноматериалы» под руководством д.т.н. Рубаника В.В.

УДК 537.226.4

НАБЛЮДЕНИЕ ДОМЕННОЙ СТРУКТУРЫ В МОНОКРИСТАЛЛЕ ГЕРМАНАТА СВИНЦА

Студ. Жигалова Н.Б., ст. преп. Мясоедов А.В.

УО «Витебский государственный технологический университет»

Сегнетоэлектрики, кристаллические диэлектрики, обладающие в определённом интервале температур спонтанной самопроизвольной поляризацией, которая существенно изменяется под влиянием внешних воздействий. Сегнетоэлектрические свойства были впервые обнаружены у кристаллов сегнетовой соли. Известно несколько сотен сегнетоэлектриков. Особенность сегнетоэлектриков состоит в сравнительно лёгком изменении величины P_s под влиянием электрических полей, упругих напряжений, изменения температуры и др. Обычно сегнетоэлектрики не являются однородно поляризованными, а состоят из доменов – областей с различными направлениями поляризации. Размеры доменов обычно $\sim 10^{-6} - 10^{-3}$ см. Домены разделены переходной областью, называемой доменной границей или стенкой толщиной $10^{-5} - 10^{-7}$ см. В результате суммарный электрический дипольный момент образца практически отсутствует. Равновесная доменная структура сегнетоэлектриков отвечает минимуму свободной энергии кристалла. В идеальном кристалле она определяется балансом между уменьшением при образовании доменов энергии за счёт электростатического взаимодействия различных частей кристалла и увеличением энергии доменных границ. Доменная структура реального кристалла определяется природой и характером распределения его дефектов, а также историей образца. Число различных доменов, взаимная ориентация их спонтанной поляризации зависят от симметрии кристалла.

Под действием электрического поля E доменные границы смещаются так, что объемы доменов, поляризованных по полю, увеличиваются за счёт доменов, поляризованных против поля. В реальных кристаллах доменные границы обычно «закреплены» на дефектах и неоднородностях, и необходимы достаточно сильные электрические поля, чтобы их перемещать по образцу. В сильном поле кристаллический образец становится однодоменным. После выключения поля в течение длительного времени образец остаётся поляризованным. Для того чтобы суммарные объемы доменов противоположного знака сравнялись, необходимо приложить достаточно сильное поле противоположного направления коэрцитивное поле. Зависимость поляризации P от напряжённости электрического поля E нелинейна и имеет вид петли гистерезиса. Резкое изменение поляризации образца под действием электрического поля за счёт смещения доменных границ обуславливает большую величину диэлектрической проницаемости ϵ многодоменного сегнетоэлектрика. Значение ϵ тем больше, чем слабее закреплены доменные границы на дефектах и на поверхности кристалла. Величина ϵ в сегнетоэлектриках существенно зависит от напряжённости электрического поля.

На поверхности кристалла домены можно наблюдать методами травления и порошков или оптическими методами. Оптические методы наблюдения основаны на том, что в разных доменах некоторые оптические постоянные кристалла могут иметь противоположные знаки. Например угол, который составляет главная ось эллипсоида показателей преломления света с плоскостью доменной границы. В этом случае в поляризованном свете одни домены выглядят светлее, другие – темнее. Различие оптических свойств доменов можно вызвать искусственно, прикладывая к кристаллу внешнее электрическое поле или упругие напряжения.

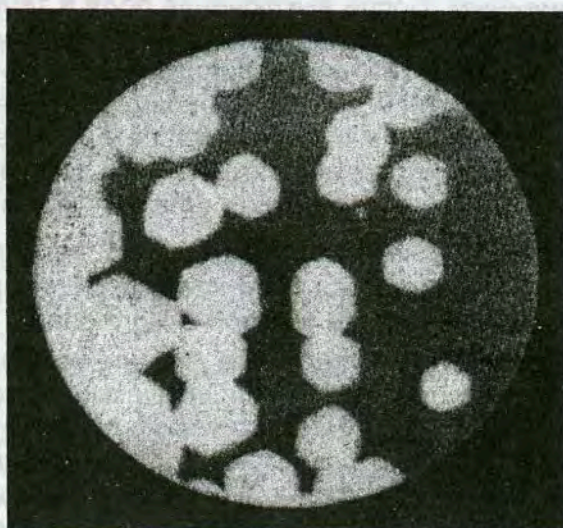
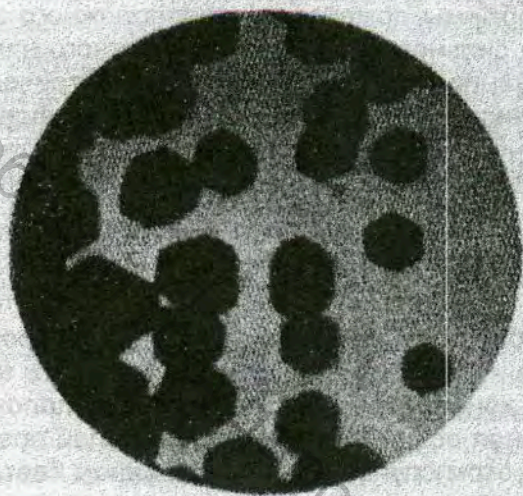
В настоящее время существует ряд методов выявления доменной структуры. Выбор того или иного метода зависит от материала и геометрии кристалла, требуемой скорости и разрешения, а также от необходимости определения электрической полярности доменов. В оптически одноосных кристаллах, которые относятся к тетрагональным, тригональным или гексагональным кристаллическим классам, показатели преломления для света, поляризованного вдоль полярной оси и перпендикулярно ей, оказываются различными. В скрещенных поляризаторах домены, поляризованные в направлении наблюдения (c -домены), выглядят темными при вращении вокруг полярной оси, в то время как домены, поляризованные в любом другом направлении, являются двупреломляющими и выглядят светлыми, если полярная ось кристалла и оси поляризаторов не лежат в одной плоскости.

Примером использования оптического вращения для выявления 180-градусной доменной структуры может служить кристалл $Pb_5Ge_3O_{11}$. Этот кристалл характеризуется оптической вращательной способностью 5,6 град/мм для света, распространяющегося вдоль полярной оси третьего порядка, и при инверсии этой оси знак вращения изменяется. В результате, когда пластинки c -среза (полярная ось перпендикулярна пластине) рассматривается в поляризованном свете, одна группа доменов может быть установлена с помощью анализатора в положение погасания, а другая группа будет выглядеть ярко.

Для наблюдения доменов в кристаллах германата свинца был использован оптический метод наблюдения. Кристаллы германата свинца тригонального габитуса оптически прозрачные монокристаллы размерами до нескольких сантиметров были выращены из расплавов смесей $x PbO \cdot (1-x) GeO_2$ с $x \approx 0,625$ методом Чохральского [1]. Окраска кристаллов была светло-желтой. Направление вытягивания $[0001]$. Производился отжиг кристаллов при температуре $650^\circ C$ с медленным охлаждением до комнатной температуры. Кристалл разрезался на пластины перпендикулярно оси c , производилась ориентация с помощью рентгеновского аппарата ДРОН-3, полировка пластин до оптической чистоты, на c -срезы наносились прозрачные электроды из $In-Sn$. Напряженность прикладываемого электрического поля к электродам изменялась от 0 до 600 В/см.

Для наблюдения доменной структуры использовались пластинки c -среза $Pb_5Ge_3O_{11}$ толщиной 0,5 мм. Для визуализации доменной структуры применялся поляризационный

микроскоп. При анализаторе, повернутом на $2,5^\circ$ от главной оптической оси поляризатора, наблюдалась картинка доменов, представленная на рисунке. При повороте анализатора на $2,5^\circ$ в противоположном направлении приведенная картинка меняется обращением контраста. Мгновенное переключение поляризации происходило при приложении электрического поля напряженностью порядка 600 В/см.



Рисунок

Список использованных источников

1. Мясоедов, А. В. Выращивание кристаллов германата свинца / А. В. Мясоедов, А. А. Сушинская // Вестник ВГТУ. № 18. 2010. – с. 132-136.

УДК 621.791.1

**РАСЧЕТ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ
ДЛЯ СВАРКИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Доц. Рубаник В.В., асп. Шрубиков С.Н., научн. сотр. Луцко В.Ф.

УО «Витебский государственный технологический университет»

ГНУ «Институт технической акустики НАН Беларуси»

Акустическая система является неотъемлемой частью любой технологической ультразвуковой установки и предназначена для создания оптимальных условий отбора и передачи мощности в среду. Общими рекомендациями по расчету конструированию элементов стержневых колебательных систем можно считать условия, которые требуют, чтобы поперечные размеры элементов системы были существенно меньше половины длины звуковой волны в материале [1]. Это требование, как известно, связано с возникновением в стержне поперечных волн.

К основным параметрам, определяющим режим излучения, эффективность и надежность работы акустической системы, относятся [2]:

- условия излучения, определяемые реакцией среды на режим работы акустической системы;
- материалы, из которых изготовлены собственно преобразователь, сонотрод и бустер;
- геометрические размеры каждого элемента акустической системы и их соотношения;
- технология изготовления, включающая методы соединения отдельных элементов, их промежуточного контроля и испытания выходных параметров.