

**ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МУЛЬТИФЕРРОИКОВ,
НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МЕТОДОМ «СВЕРХУ- ВНИЗ»**

Абдулвахидов К.Г.¹, Ли Ч.¹, Солдатов А.В.¹, Алшоев А.¹, Дмитренко И.П.¹, Отажонов С.М.², Юнусов Н.², Витченко М.А.³, Мардасова И.В.³, Абдулвахидов Б.К.⁴

¹Международный исследовательский институт интеллектуальных материалов
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Южный федеральный университет»

²Ферганский государственный университет

³Донской государственный технический университет

⁴Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Дагестанский государственный университет»

Аннотация: В работе изучены наноструктурированные мультиферроики YbFeO_3 , SmFeO_3 , BiFeO_3 , феррит –гранаты и гексаферриты, а также композиты на их основе с титанатом (PbTiO_3), цирконат-титанат свинца ($\text{PbZr}_{0.9}\text{Ti}_{0.1}\text{O}_3$) методами диэлектрической, оптической, ЭПР и ИК-спектроскопии, рентгеновской дифрактометрии и гальваномагнитным методом. Обнаружено, что физические свойства керамик, спеченных из предварительно наноструктурированных порошков, зависят от концентрации топологических дефектов и размеров наночастиц.

Ключевые слова: наноструктуры, мультиферроики, ортоферриты.

Большой интерес как с теоретической, так и практической точки зрения представляют кристаллические материалы, для которых характерно наличие двух вставленных друг в друга и взаимопроникающих кристаллических решеток- подсистем, обладающих электрическими и магнитными дипольными моментами. Взаимное влияние магнитных и сегнетоэлектрических подсистем формирует в этих составах ряд интересных эффектов. В советской литературе такие кристаллы было принято называть сегнетомагнетиками, а в зарубежной – мультиферроиками. Для них характерно сосуществование ферроэлектрического и ферро(антиферро-) магнитного порядка.

Впервые соединения перовскитовой структуры $\text{Pb}(\text{Fe}_{2/3}\text{W}_{1/3})\text{O}_3$ (PFW) и $\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3$ (PFN), обладающие сегнетоэлектрическими и магнитными свойствами были получены в виде поликристаллов и изучены в [1, 2].

В последнее время интенсивно изучаются редкоземельные гексаферриты $\text{YbFe}_{12}\text{O}_{19}$, феррит-гранаты $\text{Re}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ и ортоферриты ReFeO_3 , где Re - редкоземельный ион или иттрий [3]. Некоторые из них обладают как магнитным, так и электрическим упорядочением. Интересными свойствами обладают также составы, представляющие собой сочетание редкоземельного ферроика с сегнетоэлектрическим составом, представляющие собой композиты. Свойства таких композитов можно варьировать, изменяя концентрацию одного из них.

Можно идти и другим, более интересным путем, который заключается в управлении физическими свойствами составов, изменяя концентрации структурных дефектов. Для этой цели нами применяются соосно расположенные наковальни Бриджмена, нижняя из которых вращается с заданной скоростью. Предварительно синтезированный порошок помещается между наковальнями и подвергается давлению и сдвиговой деформации. При этом варьируемыми параметрами являются давление и число оборотов нижней наковальни. Путями

диссипации механической энергии являются диспергирование, генерирование структурных дефектов, нагрев, интенсификация диффузионных процессов, рекристаллизация, формирование фаз высокого давления, и т.д. Процесс такого воздействия может быть остановлен в любой момент, что позволяет получать составы в различных метастабильных состояниях. Дальнейшее спекание керамик происходит при более низких температурах, что позволяет сохранить в кристаллической решетке часть структурных дефектов, от которых зависят многие свойства кристаллических тел.

Нами в данной работе в качестве образцов для исследований были взяты синтезированные порошки YbFeO_3 , $\text{YbFe}_{12}\text{O}_{19}$, $(1-x)\text{SmFeO}_3 - x\text{PbTiO}_3$, $(1-x)\text{BiFeO}_3 - x\text{PbZr}_{0.9}\text{Ti}_{0.1}\text{O}_3$ и $\text{Yb}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$. На рис.1(а,б) представлены микрофотографии YbFeO_3 ортоферрита иттербия до и после наноструктурирования. Микроструктура остальных составов по габитусу практически не отличаются от приведенной на рис.1(б), и поэтому не приводятся здесь.

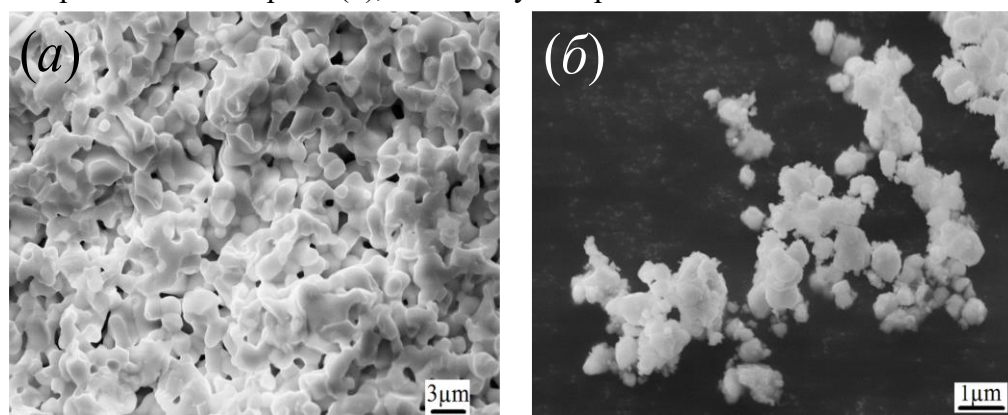


Рис. 1. Микроструктура до (а) и (б) после наноструктурирования YbFeO_3

Как видно из рисунка, после наноструктурирования порошков образуются конгломераты из мельчайших частиц.

Эффект силового воздействия при наноструктурировании с помощью наковален Бриджмена демонстрирует рис. 2. Как видно из рис.2, при силовом воздействии на YbFeO_3 происходят наклоны и повороты кислородных октаэдров и додекаэдров, что, в свою очередь, обуславливает изменения длин связей, транспортных, магнитных и оптических свойств составов. Такие же рассуждения справедливы по отношению и к другим составам.

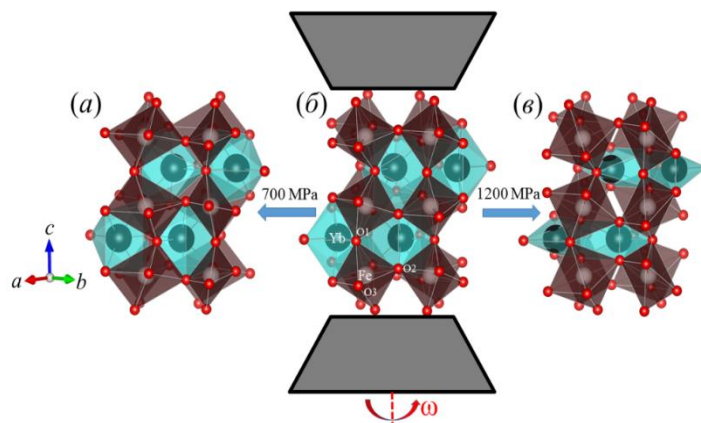


Рис. 2. Схематическое представление силового воздействия наковален Бриджмена в сочетании со сдвиговой деформацией на YbFeO_3 .

Кроме того, в работе изучены оптические спектры поглощения, ИК-спектры, гальваномагнитные свойства, структурные параметры, диэлектрические свойства до и после наноструктурирования составов. Показано, что этот метод обладает широкими возможностями управления целевыми физическими свойствами составов, сохраняя при этом исходную стехиометрию.

Список использованной литературы

1. Смоленский, А.Г. Новые сегнетоэлектрики сложного состава Pb_2MgWO_6 , $Pb_3Fe_2WO_9$, Pb_2FeTaO_6 / А.Г. Смоленский, А.И. Аграновская, В.А.Исупов //ФТТ 1959.-т.1. - 6.- С.990-992
2. Смоленский А.Г., Аграновская А.И., Попов С.Н., Исупов В.А. Новые сегнетоэлектрики сложного состава $Pb_2Fe^{3+}NbO_6$ и Pb_2YbNbO_6 .- ЖТФ, 1958, т.28, №10, с.2152-2153.
3. Li Zhengyou, Kamaludin Abdulvakhidov, Alexander Nazarenko, Alexander Soldatov, Pavel Plyaka, Yury Rusalev, Aram Manukyan, Ivan Dmitrenko, Marina Sirota Influence of structural defects and crystallite size on physical properties of $Yb_3Fe_5O_{12}$ Applied Physics A (2022) 128:343

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КРЕМНИЕВЫХ ПЛАСТИН НА СОЗДАНИЕ ДОЗИМЕТРИИ

Муминов Рамизулла Абдуллаевич¹, Саймбетов Ахмет Кувачбекович², Тошмуродов Ёркин Кахрамонович³, Явкочлиев Махмуджон Отамуродович³

¹Физико-технического института НПО «Физика-Солнце» АН РУз,

²Казахский национальный университет им. Аль-Фараби,

³Каршинский институт ирригации и агротехнологий национального исследовательского университета «ТИИИМСХ»

Аннотация: В этой работе рассмотрены особенности технологической, механической и химической обработки (резка, шлифовка, химическая обработка, полировка, подготовка кристаллов для диффузии лития) для получения полупроводниковых детекторов.

Ключевые слова: полупроводниковый детектор, монокристаллический кремний, диффузия, резка, шлифовка, химическая обработка, полировка.

Широкое разнообразие и сложность требований современной науки и техники, тенденция к расширению диапазона спектрометрируемых энергий стимулируют разработку кремниевых полупроводниковых детекторов ядерного излучения высокого разрешения (120 эВ для мягкого γ – и рентгеновского излучения), а также полупроводниковых детекторов ядерного излучения с большой чувствительной областью [1-2].

Успешное решение этих задач зависит от правильного понимания взаимосвязи электрофизических и спектрометрических характеристик таких детекторов с параметрами исходного материала и технологическими режимами изготовления детекторов [3].

Травленные кремниевые пластины полируют с помощью химических кислот: плавиковой HF , азотной HNO_3 , уксусной CO кислотой, обработка в органических растворителях 1:3:1. и подготовка фторопластных ванн для травления в кислотах. Корректировка температуры ванн и растворителей. Если температура растворителей и ванны, ниже травления идет медленно, тогда можно управлять уровнем травления. Травления с электродвигателями приборов проводились в течение 15÷20 минут (рис. 1). Регулирование процессов травления по заданным режимам [4].