

Эффекты модифицирования феррита висмута с редкоземельными элементами Tm.

Научный руководитель – Хасбулатов Сидек Вахаевич

Юнусова Иман Алаудиевна

Студент (бакалавр)

Чеченский государственный университет, Грозный, Россия

E-mail: imanunusova53@gmail.com

Эффекты модифицирования феррита висмута с редкоземельными элементами Tm.

Юнусова И.А

Хасбулатов С.М

Студент

Кандидат физико-математических наук, доцент

Чеченский государственный университет

Физико-математический факультет, Грозный, Россия

E-mail: imanunusova53@gmail.com

К мультиферроикам на основе феррита висмута, в связи с сочетанием в них как магнитного ($T_N \sim 643$ К), так и сегнетоэлектрического ($T_C \sim 1083$ К) упорядочений очень большой интерес. Однако синтезировать термически устойчивые порошковые продукты, пригодные для получения керамик, чаще всего не удавалось. Введение редкоземельных элементов (РЗЭ) позволяет стабилизировать структуру феррита висмута, оптимизировать его свойства, а также усилить взаимодействие между магнитными и электрическими свойствами за счет подавления пространственно-модулированной магнитной структуры [1].

Объектами исследования явились твердые растворы, ТР, бинарных систем вида $Bi_{1-x}Tm_xFeO_3$, (0.85), (в скобках даны значения ионных радиусов РЗЭ, R_i , в Å по, $x = 0.05-0.20$, $\Delta x = 0.05$). Образцы получены по обычной керамической технологии, включающей двухстадийный синтез из оксидов Bi_2O_3 , Fe_2O_3 , $РЗЭ_2O_3$ высокой степени чистоты (чда, осч) при температурах $T_1 = 1070$ К, 10 ч; $T_2 = 1070-1120$ К, 5 ч (в зависимости от состава, с повышением $T_2 \sim$ на 10 град. на каждые 5 мол. % РЗЭ), и последующее спекание без приложения давления при температурах $T_{сп} = 1140-1200$ К, 5 ч (в зависимости от состава).

Исследование поликристаллического (зёрненного) строения мультиферроиков проводили в отраженном свете на оптическом микроскопе Neophot 21 и инвертированном высокоточном микроскопе Leica DMI 5000M [3].

Относительная диэлектрическая проницаемость (ϵ/ϵ_0) исследовалась на специальном стенде с использованием прецизионного LCR-метра Agilent E4980A в широких интервалах температур (300-800 К) и частот (f) переменного измерительного поля (20-2·10⁶ Гц) [2].

Металлический тулий получают металлотермическим восстановлением трифторида тулия при помощи металлического кальция.

Tm: 0.10

Tm: 0.20

Рис.1. Зависимости $\epsilon/\epsilon_0(T)$ образцов керамики $\text{Bi}_{1-x}\text{Tm}_x\text{FeO}_3$ $0.05 \leq x \leq 0.20$ от температуры в интервале частот $(25 \div 1,2 \cdot 10^6)$ Гц, (стрелкой указан рост частоты, (f))

Результаты исследования зависимостей ϵ/ϵ_0 образцов керамик от температуры приведены на рисунке. Как видно из рисунков, в областях 400-500 К формируются два сильно дисперсионных максимума ϵ/ϵ_0 , особенностью которых является сдвиг в высокотемпературную область, уменьшение и размытие их пиковых значений при увеличении частоты.

Рис. 2. Микроструктуры образцов керамики $\text{Bi}_{0.9}\text{Tm}_{0.1}\text{FeO}_3$, $\text{Bi}_{0.8}\text{Tm}_{0.2}\text{FeO}_3$ при комнатной температуре.

На рисунке 2. показаны фотографии микроструктуры изученных объектов. Черные области округлой и неправильной формы - поры. Они распределены по поверхности неоднородно.

В результате проведенных исследований установлено, что в процессе синтеза всех исследованных ТР образуются примесные фазы.

Выявлены кристаллохимические особенности образующихся ТР: при малых и больших x , скорее всего, формируются ТР внедрения, при средних - ТР замещения или комбинированного типа. Установлено ухудшение зеренного строения керамик при уменьшении радиуса вводимых РЗЭ.

Полученные в данной работе результаты необходимо учитывать при создании нового поколения мультифункциональных (сочетающих в себе сегнетоэлектрические, магнитные и сегнетоэластические свойства) материалов.

Литература

1. Хасбулатов С.В., Павелко А.А., Шилкина Л.А., Резниченко Л.А., Гаджиев Г.Г., Бакмаев А.Г., Магомедов М.-Р. М., Омаров З.М., Алешин В.А. Кристаллическое и зеренное строение, теплофизические и диэлектрические свойства мультиферроика $\text{Bi}_{1-x}\text{Dy}_x\text{FeO}_3$ // Теплофизика и аэромеханика. 2016. Т. 23 №3.
2. Каллаев С.Н., Садыков С.А., Омаров З.М., Курбайтаев А.Я., Резниченко Л.А., Хасбулатов С.В. Диэлектрические свойства и теплоемкость мультиферроика $\text{Bi}_{1-x}\text{Sm}_x\text{FeO}_3$ // ФТТ. 2016. Т. 58. № 4. С. 664-666. <http://journals.ioffe.ru/articles/42853>
3. Хасбулатов С.В., Павелко А.А., Шилкина Л.А., Резниченко Л.А., Гаджиев Г.Г., Бакмаев А.Г., Магомедов М.-Р. М., Омаров З.М., Алешин В.А. Кристаллическое и зеренное строение, теплофизические и диэлектрические свойства мультиферроика $\text{Bi}_{1-x}\text{Dy}_x\text{FeO}_3$ // Теплофизика и аэромеханика. 2016. Т. 23 №3. [/rus/event/requirement](http://rus/event/requirement)

[st/132539/report/](http://www.sibran.ru/journals/issue.php?IDst/132539/report/)"[http://www.sibran.ru/journals/issue.php?ID](http://www.sibran.ru/journals/issue.php?IDst/132539/report/)