

УДК: 537.9

СИНТЕЗ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЕРРИТОВ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Косыбаева М.Б.,

Салькеева А.К.

КарГУ–Карагандинский технический университет, г., Казахстан, г. Караганда,
e-mail:

Необходимые физические и физико-химические свойства материала можно прогнозировать и создавать с помощью современных техногий. Изменить свойства материала можно с помощью внедрения в кристалл различных ионов. Интерес вызывает синтез ферритов щелочноземельных металлов. О способах модификации свойств этих соединений пойдет речь в данной статье.

Ключевые слова: ферриты, редкоземельные элементы (РЗЭ), щелочноземельные металлы, фазовый переход, сегнетоэлектрик.

SYNTHESIS AND ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF FERRITES ALKALINE EARTH METALS

Kosybaeva M.B.,

Salkeeva A.K.

KarTU–Karaganda Technical University, Kazakhstan, the city of Karaganda
e-mail:

The necessary physical and physico-chemical properties of the material can be predicted and created using modern technology. You can change the properties of the material by introducing various ions into the crystal. Of interest is the synthesis of ferrites of alkaline earth metals. Methods for modifying the properties of these compounds will be discussed in this article.

Keywords: ferrites, rare earth elements (REE), alkaline earth metals, phase transition, ferroelectric

Развитие электронной техники положила основу поиска новых многоэлементных оксидных материалов с перспективными электрофизическими свойствами, такими как, ферромагнитные, антиферромагнитные, пиро-, пьезо- и сегнетоэлектрические свойства. В последние годы активно изучается кристаллохимия ионов трехвалентного железа с редкоземельными элементами и двумерными оксидами. Интерес к сложнооксидным соединениям ферритов заключается в использовании их в различных областях: освоение космоса, медицинская томография, сокращенные и недорогие трансформаторы. Основной интерес представляет соединения построенные в системе феррит – кислород, металл-кислород. Отсутствие центра симметрии в этих соединениях вызывает локальное искажение кристаллической структуры, что приводит к появлению различных электрофизических свойств. Из-за высокой термической стабильности они являются экологически безопасными,

на ряду с этими они не растворяются в кислотах и воде, не выводят вредные вещества. В связи с этим, синтеза и исследование кристаллической структуры, исследование термодинамических и физико-химических и магнитных свойств является актуальной задачей современной науки.

Сложные оксидные соединения редкоземельных элементов (РЗЭ) обладают уникальным сочетанием физических и физико – химических свойств, которые могут найти широкое использование в современной микроэлектронике и многих областях новой техники при создании материалов многофункционального назначения [1]. Наличие указанных свойств объясняется тем, что спиновые и орбитальные моменты ионов РЗЭ с незаполненными 4f – оболочками не скомпенсированы и при определенной температуре наступает упорядочение [2]. Но главным достоинством таких соединений является то, что за счет наличия в них сильного f-d-обменного взаимодействия носителей тока с магнитной подсистемой удастся управлять электрическими свойствами материала с помощью магнитного поля, и, наоборот, влиять на магнитную систему кристалла, изменяя концентрацию носителей тока. Таким образом, открываются принципиально новые возможности для практического применения редкоземельных магнитных полупроводников в современной электронной технике [3]. Определенный интерес вызывает синтез и исследование электрофизических свойств ферритов щелочноземельных металлов и РЗЭ, в которых часть дорогостоящего РЗЭ заменена на более дешевые щелочноземельные металлы. При этом электрофизические свойства новых ферритов имеют более перспективные характеристики. Объектом исследования является феррит $GdCaFe_2O_{5,5}$.

Для исследований электрофизических свойств $GdCaFe_2O_{5,5}$ в зависимости от температуры в диапазоне от 303 К до 493 К применяли двухэлектродную систему с контактами на всей рабочей поверхности, полученную вжиганием серебряной пасты. Образцы имели вид запрессованных плоскопараллельных дисков диаметром 10 мм, которые в последующем обжигали в печи с силитовыми нагревателями. Нагревательное устройство для получения нужной температуры представляло собой специальную печь цилиндрической формы для равномерного нагрева рабочего объема, скорость нагрева составляла ~5 К/мин. Температуру измеряли хромель-алюмелевой термопарой. Применена мостовая схема на рабочей частоте 1 кГц. Диэлектрическую проницаемость определяли из емкости конденсатора с исследуемым соединением. Экспериментальные данные представлены на рис. 1-2. Из графика температурной зависимости диэлектрической проницаемости виден нелинейный характер $\epsilon(T)$ в исследуемом температурном диапазоне с аномальными эффектами. Максимум диэлектрической проницаемости ($\epsilon=1160$) наблюдается в области температур от 383 до 413 К, т.е. отмечается ее размытие. Такое размытие отмечалось ранних

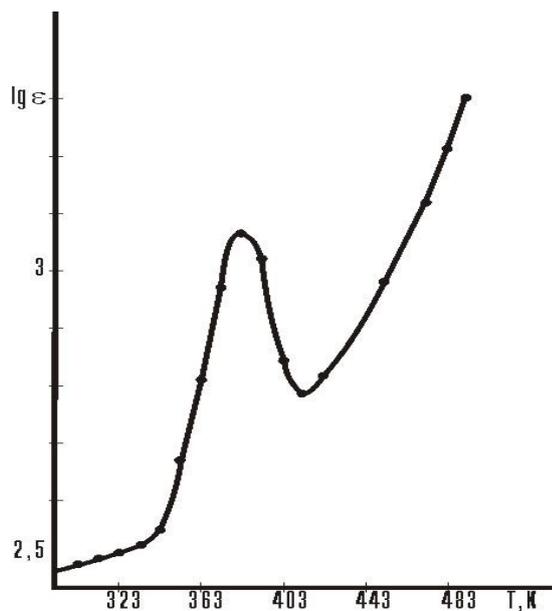


Рис.1. Зависимость диэлектрической проницаемости $GdCaFe_2O_{5,5}$ от температуры

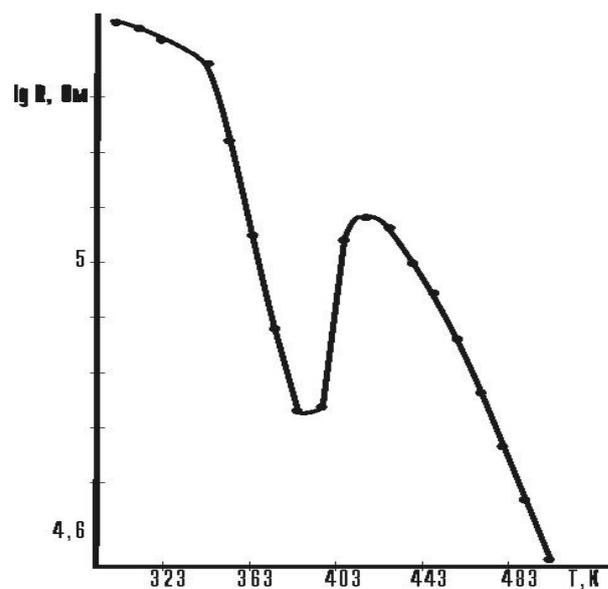


Рис.2. Зависимость сопротивления $GdCaFe_2O_{5,5}$ от температуры

работах [4,5] при исследованиях физических свойств поликристаллических образцов твердых растворов $Ba(Ti, Sn)O_3$ при больших содержаниях $BaSnO_3$.

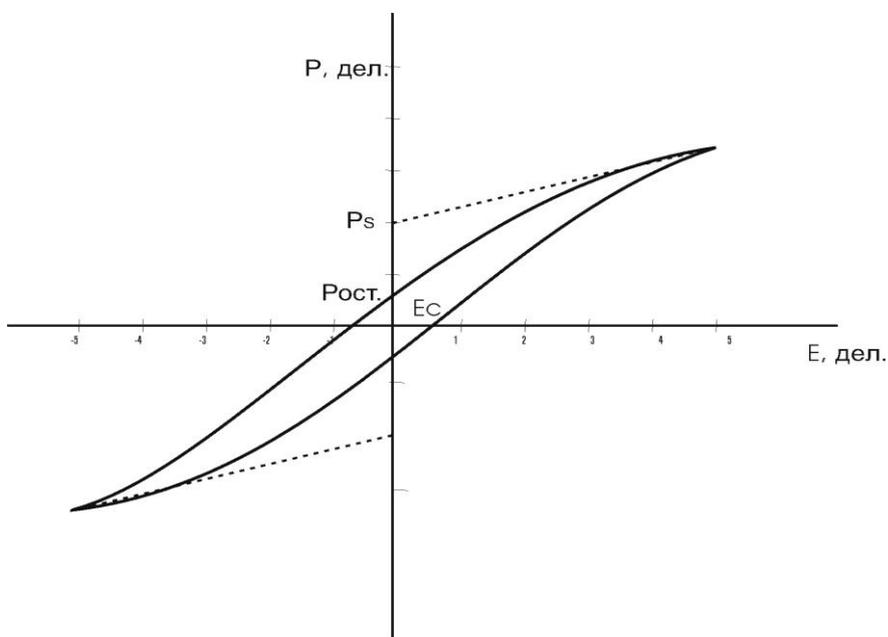


Рис 3. Петля диэлектрического гистерезиса $GdCaFe_2O_{5,5}$.

Таким образом то, что исследуемый образец представляет собой сегнетоэлектрик, не вызывает сомнений.

На рисунке 3 представлена петля диэлектрического гистерезиса исследуемого образца феррита $GdCaFe_2O_{5,5}$. По полученным данным исследования показана динамика петли гистерезиса при нагревании образца $GdCaFe_2O_{5,5}$, т.е., температурные зависимости $P_s(T)$ и $E_c(T)$. Отмечено, что начиная с 380К петля вырождается в прямую линию, т.е. происходит переход вещества из сегнетоэлектрической в параэлектрическую фазу. При температурах выше 413К наблюдалась двойная петля, что, по-видимому, свидетельствует об образовании антисегнетоэлектрической фазы.

Результат исследования показал, что электрофизические свойства объекта феррита $GdCaFe_2O_{5,5}$ имеют выраженные перспективные характеристики и является более дешевым материалом, чем РЗЭ.

Список литературы

1. Набоков М.Н., Шевченко В.Я. Структура и свойства тонких пленок на основе соединений редкоземельных металлов // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. –1981. –Т.36.- №6. – С.31-39.

2. Жузе В.П. Оптические свойства редкоземельных полупроводников // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева.– 1981.-Т.36.- №6. –С.95-102.

3. Смирнов И.А. Редкоземельные полупроводники – перспективы развития и применения // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. –1981. - Т.36. -№6. – С.2-11.

4. Смоленский Г.А., Боков В.А., Исупов В.А. Кристаллы, обладающие одновременно электрическим и магнитным упорядочением //Ростов: Изд-во Ростовского университета.– 1968.– С.129-154.

5. Томашпольский Ю.Я., Веневцев Ю.Н., Жданов Г.С. К вопросу о взаимосвязи особых диэлектрических и магнитных свойств в сегнетомагнетиках. / ЖТЭВ.– 1964. -Т.46- №5. –С.1921-1923.