

ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **24446**  
(13) **С1**  
(45) **2024.12.05**  
(51) МПК

*H 01F 1/01* (2006.01)  
*C 01F 17/241* (2020.01)

(54) **СОСТАВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МАГНИТНОГО МАТЕРИАЛА  
НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО МАНГАНИТА ЛАНТАНА**

(21) Номер заявки: а 20230258  
(22) 2023.10.19  
(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ)  
(72) Авторы: Дятлова Евгения Михайловна; Попов Ростислав Юрьевич; Гундилович Николай Николаевич; Бука Алексей Валентинович (ВУ)  
(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ)

(56) ВУ 11096 С1, 2008.  
RU 2470897 С2, 2012.  
БУРЬЯНЕНКО И.В. и др. Магнитные свойства нанокристаллического материала на основе  $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$ . Физика твердого тела, 2022, т. 64, № 5, с. 546-550.  
RU 2572243 С1, 2016.  
KR 101538578 В1, 2015.  
БАУЛИНА К.В. и др. Получение и исследование новых материалов на основе манганита лантана для магнитных устройств. Актуальные проблемы развития естественных наук: сборник статей участников XXI Областного конкурса научно-исследовательских работ "Научный Олимп" по направлению "Естественные науки". Екатеринбург: Урал. федер. ун-т, 2018, с. 21-25.

(57)

Состав для получения магнитного материала на основе модифицированного манганита лантана, включающий оксиды лантана, эрбия, марганца (III) и цинка при следующем соотношении компонентов, мол. %:

оксид лантана	47-49
оксид эрбия	1-3
оксид марганца (III)	30-40
оксид цинка	10-20.

Изобретение относится к технологии производства магнитных материалов на основе модифицированного манганита лантана, которые применяются в качестве основы для магнитных сенсоров и датчиков магнитных полей, устройств хранения информации и др.

Известен [1] материал с формулой  $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$ , получаемый глицин-нитратным методом горения. В качестве прекурсоров применялись нитраты висмута (III), железа (III) и глицин. Отношение молей глицина к нитрат-ионам составляло 0,28, что соответствовало реакции с 50%-ным недостатком глицина, затем материал подвергался последовательной

ВУ 24446 С1 2024.12.05

термической обработке при различных температурах. Материал характеризовался максимальной удельной намагниченностью, равной от 0,05 до 0,25 э.м.е./г (рис. 3 [1]) в режиме ZFC.

К недостаткам магнитного материала известного состава относятся малая удельная намагниченность и трудоемкость процесса его получения.

Известен [2] состав для получения спин-стекольного магнитного материала, который может быть использован в химической, атомной, электронной промышленности. В качестве исходных компонентов применялись следующие материалы, мас. %:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 10,23;  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  - 48,81;  $\text{TiO}_2$  - 40,96. Процесс получения образцов заключался в предварительной сушке оксидов при температуре 105 °С в течение 6 ч, смешивании высушенных компонентов согласно рецептуре, формовании образцов (давление прессования составляет 10 кбар) и обжиге в 3 этапа: на первом этапе 1200 °С в течение 24 ч; на втором и третьем 1250 °С с выдержкой 24 ч. После каждого этапа спеки измельчались, прессовались образцы и отправлялись на следующий этап. Максимальная намагниченность материала составляет от 0,02 до 0,19 э.м.е./г (рис. 1 [2]) при измерении в режиме ZFC.

К недостаткам магнитного материала известного состава можно отнести низкое значение удельной намагниченности как в FC, так и в ZFC режимах, многоступенчатую технологию термообработки, а также высокое давление прессования, температуру и продолжительность обжига.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к заявляемому материалу является керамический материал с формулой  $\text{LnMn}_{0,5}\text{Fe}_{0,5}\text{O}_3$ , содержащий в пересчете на 100 мол. % следующие компоненты:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 50,  $\text{Mn}_2\text{O}_3$  - 25,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 25 [3]. Синтез осуществлялся методом твердофазного спекания при температуре 1790 К на воздухе смеси оксидов квалификации ЧДА:  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , взятых в стехиометричном соотношении. Удельная намагниченность составляла около 3 э.м.е./г для образца, который подвергался восстановлению в вакуумированных ампулах при температуре 1170 К.

Недостатками керамического материала известного состава являются низкая удельная намагниченность в слабом магнитном поле, высокая температура обжига и необходимость восстановления в вакуумированных ампулах.

Задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является получение керамики на основе модифицированного манганита лантана, обладающей повышенной удельной намагниченностью.

Решение поставленной задачи достигается тем, что состав для магнитного материала на основе модифицированного манганита лантана включает оксиды лантана, эрбия, марганца (III) и цинка при следующем соотношении компонентов, мол. %: оксид лантана - 47-49; оксид эрбия - 1-3; оксид марганца (III) - 300; оксид цинка - 10-20.

Вышеуказанное соотношение компонентов шихты позволяет получить магнитный материал на основе модифицированного манганита лантана с повышенным значением удельной намагниченности, составляющей от 4,3 до 5 э.м.е./г, благодаря введению оксидов ионов-модификаторов взамен оксидов лантана и марганца (III) соответственно.

В литературных и патентно-информационных источниках сведения о решении поставленной задачи при использовании указанных сырьевых материалов и их количестве нами не обнаружены.

Керамический магнитный материал получали из оксидов лантана, эрбия, марганца (III) и цинка квалификации ХЧ путем их смешивания согласно рецептуре, затем подвергали помолу в бисерной мельнице. После помола полученный порошок отправляли на обжиг при температуре 1300 °С с выдержкой при максимальной температуре 2 ч. Затем образовавшийся спек подвергали помолу в бисерной мельнице и формовали образцы методом полусухого прессования при давлении 30-50 МПа. Образцы имели диаметр 6 мм и толщину 2 мм. Опытные образцы подвергали спеканию в муфельной печи при заданных режимах обжига, описанных выше. Рентгенофазовым анализом, проведенным на установке ДРОН-3, подтверждено наличие характеристических максимумов, соответствующих

соединению с общей формулой  $\text{La}_{1-x}\text{Mn}_{1-z}\text{O}_3$  ( $d = 2,75; 2,72; 1,94\text{\AA}$ ). Удельная намагниченность определялась с помощью криогенной системы для измерения физических величин ("Cryogenic, Ltd."). Наибольшая удельная намагниченность полученных образцов составляла от 4,3 до 5 э.м.е./г в интервале температур 4-300 К в режиме ZFC.

Отличительными особенностями заявляемого изобретения являются получение магнитной керамики на основе модифицированного манганита лантана с повышенным значением удельной намагниченности, сниженные энергетические и трудовые затраты при синтезе материалов.

Составы опытных композиций магнитных материалов заявляемых составов и прототипа представлены в табл. 1, мол. %.

Таблица 1

Состав заявляемых композиций магнитных материалов и прототипа

Компонент	Содержание, мол. %			
	Заявляемые составы			Прототип
	1	2	3	
Оксид лантана	49	48	47	50
Оксид эрбия	1	2	3	-
Оксид марганца (III)	40	35	30	25
Оксид железа (III)	-	-	-	25
Оксид цинка	10	15	20	-

Электрофизические и магнитные свойства опытных образцов керамики, полученной из заявляемых составов и прототипа, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Электрофизические и магнитные свойства образцов и прототипа

Свойства	Показатель			
	Заявляемые составы			Прототип
	1	2	3	
Диэлектрическая проницаемость	115	126	130	-
Тангенс угла диэлектрических потерь	0,058	0,065	0,070	-
Удельная намагниченность, э.м.е./г	4,3	4,6	5	3

Преимуществами заявляемого изобретения по сравнению с прототипом являются повышенное значение удельной намагниченности, сниженные температурно-временные параметры обжига материалов, простота аппаратного оформления и малая трудоемкость при получении изделий.

Предлагаемые составы керамических масс для получения магнитной керамики на основе модифицированного манганита лантана могут быть рекомендованы к применению для производства магнитных датчиков и сенсоров, устройств хранения и записи информации и др.

Источники информации:

1. БУРЬЯНЕНКО И.В. и др. Магнитные свойства нанокристаллического материала на основе  $\text{Bi}_2\text{Fe}_4\text{O}_9$ . Физика твердого тела, 2022, т. 64, № 5, с. 546-550.
2. RU 2470897 C2, 2012.
3. BY 11096 C1, 2008.