

ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ

УДК 538.62

DOI: 10.17223/00213411/62/10/162

В.А. ЖУРАВЛЕВ, А.В. ЖУРАВЛЕВ, В.В. АТАМАСОВ, Г.И. МАЛЕНКО

МАГНИТОКРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ АНИЗОТРОПИЯ И СПИН-ОРИЕНТАЦИОННЫЕ ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ ГЕКСАФЕРРИТА Co_2Z , ЛЕГИРОВАННОГО ИОНАМИ Ti^{4+} И Zn^{2+} *

Представлена методика расчета спектров ферромагнитного резонанса поликристаллических и порошковых гексаферритов с плоскостью легкого намагничивания. Проведены экспериментальные исследования полей магнитокристаллической анизотропии и магнитомеханических отношений гексаферритов систем $\text{Ba}_3\text{Co}_{1.5-x}\text{Ti}_x\text{Fe}_{24.5-2x}\text{O}_{41}$ ($0.0 \leq x \leq 1.0$) и $\text{Ba}_3\text{Co}_{2.5-x}\text{Zn}_x\text{Ti}_{0.5}\text{Fe}_{23}\text{O}_{41}$ ($0.0 \leq x \leq 1.2$) при комнатной температуре. Из исследования температурных зависимостей начальной магнитной проницаемости определены температуры спин-ориентационных фазовых переходов этих материалов. Показано, что замещение ионов Fe^{3+} комплексом $\text{Co}^{2+}\text{Ti}^{4+}$ приводит к расширению температурной области существования магнитного упорядочения типа плоскость легкого намагничивания с большой величиной магнитной проницаемости в микроволновом диапазоне частот. Замещение части ионов Co^{2+} ионами Zn^{2+} увеличивает намагниченность насыщения.

Ключевые слова: гексагональный ферримагнетик, ферромагнитный резонанс, магнитокристаллическая анизотропия, спин-ориентационные фазовые переходы, намагниченность насыщения.

Введение

Оксидные ферримагнетики с гексагональной кристаллической структурой (гексаферриты) широко используются в различных областях современной техники. Согласно данным, приведенным в обзоре [1], в настоящее время наблюдается значительный рост числа публикаций, посвященных исследованиям физических свойств и различным аспектам применения гексаферритов. Уникальность свойств гексаферритов обусловлена большими значениями полей магнитокристаллической анизотропии (МКА), намагниченности насыщения (M_S) и температуры Кюри [2].

Гексаферриты с положительной первой константой анизотропии имеют магнитный порядок типа ось легкого намагничивания (ОЛН). Наиболее часто они используются для изготовления постоянных магнитов, носителей магнитной записи и радиопоглощающих материалов миллиметрового диапазона длин волн. Гексаферриты с отрицательной первой константой анизотропии имеют магнитный порядок типа плоскость легкого намагничивания (ПЛН). Эти материалы имеют более высокие значения магнитной проницаемости в микроволновом диапазоне, чем материалы с ОЛН [2]. Их применяют для изготовления подложек для антенн, невзаимных устройств СВЧ-диапазона и широкополосных радиопоглощающих материалов и покрытий.

Для целенаправленного применения гексаферритов необходимо знать величину и знак полей МКА (H_a), а также намагниченность насыщения (M_S). Если имеются монокристаллические образцы гексаферритов, то измерение полей анизотропии методом ФМР не составляет проблем [2–4]. Однако обычно изготавливаются и используются ферримагнитные материалы в виде поликристаллов или порошков. Хотя такие материалы макроскопически изотропны, существует три экспериментальных метода определения величин H_a : 1) закон приближения к насыщению (ЗПН) [5]; 2) метод сингулярной точки [6, 7]; 3) метод ферромагнитного резонанса (ФМР). Метод ФМР позволяет определять величины полей магнитокристаллической анизотропии материалов как с ОЛН, так и с ПЛН и величину эффективного магнитомеханического отношения $\gamma = ge/2mc$. Здесь g – эффективный g -фактор исследуемого материала, e – заряд электрона, m – масса электрона, c – скорость света. Данный метод предпочтительнее использовать для определения H_a материалов, имеющих большие значения полей анизотропии [8, 9].

Типичным представителем гексаферритов с ПЛН является гексаферрит $\text{Ba}_3\text{Co}_2\text{Fe}_{24}\text{O}_{41}$ (Co_2Z) [2]. Замена части ионов двухвалентного кобальта на ионы Fe^{2+} приводит к заметному уменьшению величины поля анизотропии в базисной плоскости, что приводит к увеличению магнитной проницаемости в микроволновом диапазоне [2]. Кроме этого, обмен электронами между ионами Fe^{2+} и Fe^{3+} увеличивает диэлектрические потери [2], что увеличивает радиопоглощающие свойства мате-

* Работа выполнена в рамках Программы повышения конкурентоспособности ТГУ среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>