

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

PACS: 75.80.+q, 77.80.-e

Н.И. Мезин, З.Ф. Кравченко, Н.Ю. Старостюк

СПОНТАННЫЙ МАГНИТНЫЙ ПЕРЕХОД В КЕРАМИКЕ $\text{BiFe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_3$

Донецкий физико-технический институт им. А.А. Галкина

Статья поступила в редакцию 5 мая 2017 года

Обнаружен новый спонтанный магнитный переход в керамике $\text{BiFe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_3$ при температуре 595 К. Внешнее магнитное поле может подавлять этот переход.

Ключевые слова: мультиферроики, спонтанная намагниченность, магнитные фазовые переходы

Соединение $\text{BiFe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_3$ относится к мультиферроикам, которые обладают ферроэлектрическим и антиферромагнитным упорядочением при комнатной температуре [1]. Наблюдаемый в последние десятилетия повышенный интерес к этим соединениям обусловлен перспективой создания на их основе принципиально новых устройств [2]. В [3] изучены условия однофазности в системе $\text{BiFe}_x\text{Co}_{1-x}\text{O}_3$ в интервале $0.1 \leq x \leq 0.7$. Показано, что при $x \leq 0.7$ соединение характеризуется сложным магнитным поведением. В [4] подробно исследованы структура, магнитные и диэлектрические свойства керамики $\text{BiFe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_3$. При изучении температурной зависимости диэлектрической проницаемости в соединении $\text{BiFe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_3$ обнаружено два ее пика при температурах $T_1 \approx 595$ К и $T_2 \approx 673$ К. Особый интерес представляет первый пик, так как его положение не зависит от частоты. Авторы [4] сделали предположение, что пик при $T_1 \approx 595$ К может быть обусловлен температурным переходом промежуточной магнитной фазы. Однако на температурной зависимости намагниченности, измеренной в поле 2000 Ое, такой переход отсутствует. Этот факт в работе [4] не комментируется.

В настоящей работе сообщается о наблюдении в керамике $\text{BiFe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_3$ аномалии в виде пика намагниченности при температуре $T_1 \approx 595$ К, которая согласно [4] может обуславливать наличие пика T_1 на температурной зависимости диэлектрической проницаемости. Мы исследовали температурную зависимость намагниченности в $\text{BiFe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_3$ при отсутствии внешнего магнитного поля (т.е. спонтанную намагниченность), полагая, что магнитный переход не был зафиксирован в [4] вследствие его подавления внешним магнитным полем.

Описание эксперимента

Керамические образцы $\text{BiFe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_3$ получали золь-гель методом. Исходными веществами для образцов были Bi_2O_3 , металлические Fe и Co. Стехиометрическое количество ингредиентов растворяли в азотной кислоте и выпаривали избыток HNO_3 . В качестве гелеобразующих веществ использовали лимонную кислоту и этиленгликоль. Полученную смесь выпаривали до сухого остатка. Сухой продукт разлагали медленным нагреванием в температурном интервале от 250 до 500°C. Остаток тщательно измельчали и прессовали в таблетки, которые отжигали при температуре 750°C в течение 15 h. Рентгеноструктурный анализ показал, что полученное соединение характеризуется совершенной кристаллической структурой, параметры которой соответствуют литературным данным [4].

Таблетку диаметром 10 mm и толщиной 2 mm намагничивали в поле 2000 Oe. Затем образец помещали в миниатюрную электрическую печь, изготовленную из немагнитных материалов. В качестве нагревательного резистивного элемента использовали бифилярную спираль из платиновой проволоки. Измерение остаточной намагниченности производили однокомпонентным магнитометром с пределом чувствительности 10^{-5} Oe. Для установки нуля магнитометра ось магнитного датчика ориентировали перпендикулярно магнитной силовой линии суммарного магнитного поля в зоне измерений, которое создается окружающими ферромагнитными объектами и магнитным полем Земли. Затем печь с находящимся в ней образцом приближали к магнитному датчику на расстояние 2 см. Напряженность магнитного поля, создаваемого образцом на этом расстоянии, составляла ~ 0.5 Oe. Перед измерениями температурной зависимости спонтанной намагниченности образца проводили регистрацию магнитного фона от пустой печи.

Результаты эксперимента представлены на рисунке. Как видно из рисунка, при нагревании образца его спонтанная намагниченность сначала моно-

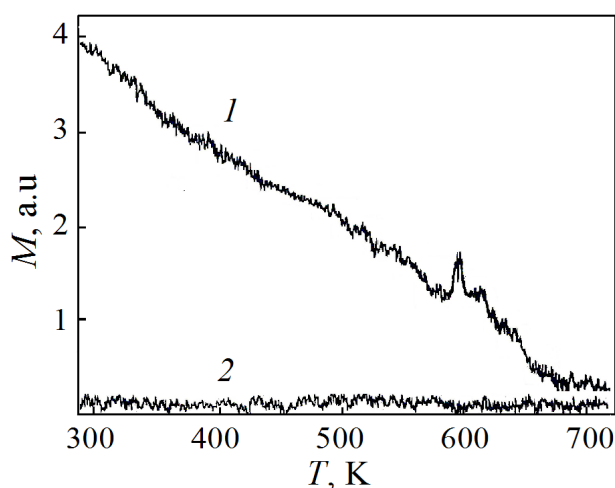


Рис. Температурная зависимость спонтанной намагниченности в керамике $\text{BiFe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_3$ (кривая 1) и магнитный фон в зоне измерений (кривая 2)

тонно уменьшается, а затем при температуре $T_1 \approx 595$ К происходит резкий ее скачок. При дальнейшем повышении температуры до $T_2 \approx 673$ К (температуры магнитного разупорядочения) намагниченность монотонно снижается. Проводили несколько измерений, при которых образцы тщательно перемалывали и вновь прессовали в таблетки, имеющие разные диаметры. Во всех случаях положение пика спонтанной намагниченности T_1 оставалось постоянным, незначительно изменялась лишь его форма. Это свидетельствует о том, что возникающий при T_1 пик намагниченности не связан с текстурой образца и мы наблюдаем изменение магнитной структуры, т.е. спонтанный магнитный переход.

Таким образом, обнаружен температурный магнитный переход в соединении $\text{BiFe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_3$, который ранее в литературе не встречался. Вероятно, этот переход относится к магнитному фазовому переходу типа «порядок–новый порядок–порядок». Внешнее магнитное поле может подавлять этот переход. Для определения его природы необходимы дополнительные исследования изменений кристаллической структуры и зависимости диэлектрической проницаемости от магнитного поля в окрестности температуры T_1 .

1. *H. Schmid*, *Ferroelectrics* **162**, 317 (1994).
2. *B. Lorenz, A.P. Litvinchuk, M.M. Gospodinov, C.W. Chu*, *Phys. Rev. Lett.* **92**, 087204 (2004).
3. *S. Vasudevan, C.N.R. Rao*, *Mat. Res. Bull.* **14**, 451 (1979).
4. *H. X. Lu, X. Y. Mao, W. Wang, X. B. Chen*, *Progress In Electromagnetics Research Symposium, Hangzhou, China, 24–28 March, 2008.*

N.I. Mezin, Z.F. Kravchenko, N.Yu. Starostyuk

SPONTANEOUS MAGNETIC TRANSITION IN THE $\text{BiFe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_3$ CERAMICS

A new spontaneous magnetic transition was detected in the $\text{BiFe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_3$ ceramics at the temperature of 595 K. An external magnetic field can suppress this transition.

Keywords: multiferroics, spontaneous magnetization, magnetic phase transitions

Fig. Temperature dependence of the spontaneous magnetization of the $\text{BiFe}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_3$ ceramics (curve 1) and magnetic noise in the measurement zone (curve 2)