

05; 11

© 1993

ПЛЕНКИ ФЕРРИТ-ГРАНАТА СОСТАВА $(Bi, Gd, Eu)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$
С ПОВЫШЕННОЙ ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТЬЮ
ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

В.В. Р а н д о ш к и н., В.В. Е ф р е м о в,
Е.Э. Ш у ш е р о в а

Один из путей повышения быстродействия магнитооптических устройств состоит в использовании в них висмут-содержащих монокристаллических пленок феррит-гранатов (Bi -МПФГ) с компенсацией момента импульса (КМИ) [1-3]. Одним из таких материалов являются Eu -содержащие Bi -МПФГ [1-7]. Введение европия в состав Bi -МПФГ позволяет одновременно реализовать КМИ и орторомбическую магнитную анизотропию (ОРМА) и за счет этого обеспечить повышенную термостабильность динамических параметров [6, 7]. Дополнительная возможность расширения диапазона рабочих температур состоит во введении в состав Bi -МПФГ гадолиния, поскольку в этом случае КМИ обеспечивается при меньшем уровне замещения железа ионами галлия, то есть Gd -содержащие Bi -МПФГ с КМИ обладают повышенной температурой Нееля T_N по сравнению с аналогичными пленками, не содержащими гадолиния [1-3, 8-10].

В настоящей работе впервые сообщается о получении Bi -МПФГ состава $(Bi, Gd, Eu)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ с КМИ и повышенной температурой Нееля.

Bi -МПФГ выращивали методом жидкофазной эпитаксии из переохлажденного раствора-расплава на основе $PbO-Bi_2O_3-B_2O_3$ на подложках $(Gd, La)_3(Mg, Zr, Ga)_5O_{12}$ (ГКМЦГГ) с ориентациями (111), (110) и (210). Динамику доменных стенок (ДС) исследовали методом высокоскоростной фотографии с помощью установки, описанной ранее [11]. В исходном состоянии образец намагничивали до насыщения постоянным магнитным полем смещения $H_{см}$, приложенным перпендикулярно плоскости пленки. Импульсное магнитное поле $H_{и}$ прикладывали в противоположном направлении. Измеряли скорость ДС v расширяющегося домена с обратной намагниченностью, который зарождался при импульсном перемагничивании пленки из насыщенного состояния.

Параметры некоторых исследованных образцов приведены в таблице, где h - толщина пленки, T_N - температура Нееля, $T_{КМИ}$ - температура компенсации магнитного момента, $T_{КМИ}$ - температура КМИ, θ_F - удельное фарадеевское вращение на длине волны 633 нм. Здесь же представлены параметры Bi -МПФГ состава $(Bi, Gd, Tm)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$, выращенной на подложке $Gd_3Ga_5O_{12}$ (ГГГ) с ориентацией (111).

Параметры Bi -МПФГ состава $(Bi, Gd, R)_3(Ga, Fe)_5O_{12}$

Номер образца	R	Подложка	Ориентация	\bar{L}_z , мкм	T_N, K	$T_{КММ}, K$	$T_{КМИ}, K$	θ_F^* , °/мкм
1	Eu	КГМЦГГ	(111)	6.96	483	386	323	1.21
2	Eu	КГМЦГГ	(210)	1.18	485	379	333	1.31
3	Eu	КГМЦГГ	(110)	2.85	476	373	280	1.30
4	Tm	ГГГ	(111)	9.6	435	-	-	0.33

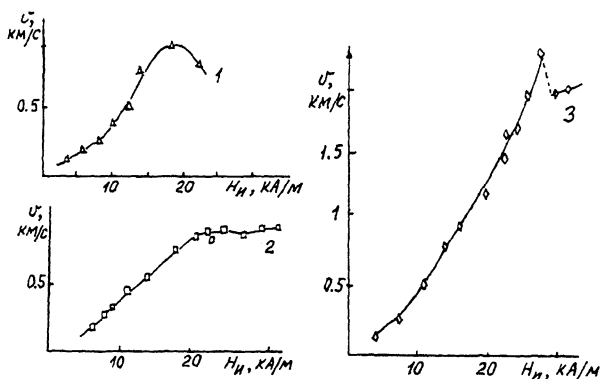
* Измерено на длине волны $\lambda = 0.633$ мкм.

Рис. 1. Зависимость скорости ДС v от амплитуды импульсного магнитного поля H_N : 1 - $T = 323$ К, $H_{CM} = 1.6$ кА/м; 2 - $T = 333$ К, $H_{CM} = 1.9$ кА/м; 3 - $T = 293$ К, $H_{CM} = 1.3$ кА/м. Номера кривых соответствуют номерам образцов в таблице.

На рис. 1 приведены типичные зависимости $v(H_N)$ для Bi -МПФГ состава $(Bi, Gd, Eu)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ с разной ориентацией. Видно, что для всех кривых $v(H_N)$ максимальная скорость ДС, измеренная в эксперименте, превышает 1 км/с. Это свидетельствует о близости КМИ. Подвижность ДС для пленок состава $(Bi, Gd, Eu)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$, составляющая 0.05–0.1 м²/(с·А), оказалась выше, чем у Bi -МПФГ состава $(Bi, Eu)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ [2, 5, 7].

На рис. 2 приведены температурные зависимости скорости ДС при фиксированном значении H_N . Видно, что, как и для Bi -МПФГ состава $(Bi, Eu)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ [7], среди исследованных Bi -МПФГ наилучшей термостабильностью обладают пленки с ориентацией (110), наихудшей с ориентацией (111). Это объясняется тем, что в пленках с ориентацией (110) одновременно реализуется КМИ и ОРМА. Кроме того, в пленках с ориентацией (111) и (210) кривые $v(T)$ имеют „резонансный“ вид, а в пленках с ориен-

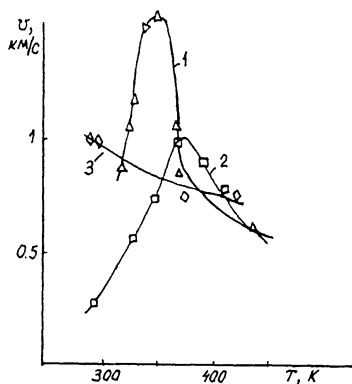


Рис. 2. Зависимость скорости ДС v от температуры: 1 - $H_{И} = 36$ кА/м, $H_{СМ} = 14.4$ кА/м; 2 - $H_{И} = 16$ кА/м, $H_{СМ} = 2.4$ кА/м; 3 - $H_{И} = 16$ кА/м, $H_{СМ} = 2.4$ кА/м. Номера кривых соответствуют номерам образцов в таблице.

тацией (110) значение v монотонно снижается с температурой. Кроме того, использованные в эксперименте значения $H_{И}$ для пленок с ориентацией (110) соответствуют начальному участку кривой $v(H_{И})$, когда для пленок с ориентацией (111) и (210) - нелинейным участком этой кривой. Другими словами, зависимость $v(T)$ (рис. 2) для пленок с ориентацией (110) определяется в основном температурной зависимостью начальной подвижности ДС, тогда как для пленок с ориентацией (111) и (210) - температурной зависимостью предельной скорости ДС (температурной зависимостью эффективного значения гиромагнитного отношения).

Bi -МПФГ состава $(Bi, Gd, Eu)_3 (Fe, Ga)_5 O_{12}$ среди пленок с КМИ обладают наивысшим фарадеевским вращением, значения которого (см. таблицу) примерно в 4 раза выше, чем у других Bi -МПФГ с КМИ [2]. Кроме того, температура Нееля, исследованных пленок примерно на 40 К выше, чем у Bi -МПФГ состава $(Bi, Gd, Tm)_3 (Fe, Ga)_5 O_{12}$ с КМИ [2] и почти на 100 К выше, чем у других Bi -МПФГ с КМИ, не содержащих гадолиния.

Таким образом, в настоящей работе показано, что среди Bi -МПФГ с КМИ пленки состава $(Bi, Gd, Eu)_3 (Fe, Ga)_5 O_{12}$ обладают наивысшими значениями удельного фарадеевского вращения и температуры Нееля, а при ориентации (110) - высокой термостабильностью динамических параметров (как и у пленок $(Bi, Eu)_3 (Fe, Ga)_5 O_{12}$).

В заключение авторы выражают благодарность М.В. Логунову и Ю.Н. Сажину за помощь при измерении динамических параметров Bi -МПФГ.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Р а н д о ш к и н В.В., Ч е р в о н е н с к и с А.Я.
Прикладная магнитооптика. М.: Энергоатомиздат, 1990.
- [2] Р а н д о ш к и н В.В. В кн.: Магнитооптические пленки
феррит-гранатов и их применение. М.: Наука, 1992. С. 49-
106 (Тр. ИОФАН, т. 35).
- [3] R a n d o s h k i n V.V. // Proc. SPIE. 1989.
V. 1126. P. 103-110.
- [4] З о р я В.И., З у е в И.Ю., Р а н д о ш к и н В.В., С и -
г а ч е в В.Б., Т и м о ш е ч к и н М.И. // ЖТФ. 1985.
Т. 55. В. 7. С. 1382-1386.
- [5] Р а н д о ш к и н В.В., С и г а ч е в В.Б. // ЖТФ. 1988.
Т. 58. В. 12. С. 2350-2354.
- [6] R a n d o s h k i n V.V. // Int. Symp. on Magne-
tooptics. Abstracts. Kharkov, 1991. P. 29.
- [7] Р а н д о ш к и н В.В., Л о г у н о в М.В., С а ж и н Ю.Н.,
Ч а н и В.И., К л и н В.П., Ш у ш е р о в а Е.Э. // Письма
в ЖТФ. 1992. Т. 18. В. 4. С. 71-74.
- [8] Р а н д о ш к и н В.В., С и г а ч е в В.Б. // Письма в
ЖТФ. 1985. Т. 4. В. 1. С. 34-37.
- [9] Р а н д о ш к и н В.В., С и г а ч е в В.Б. // ФТТ. 1989.
Т. 32. В. 1. С. 246-253.
- [10] Л о г и н о в Н.А., Л о г у н о в М.В., Р а н д о ш -
к и н В.В. // ФТТ. 1989. Т. 31. В. 10. С. 58-63.
- [11] Л о г у н о в М.В., Р а н д о ш к и н В.В., С и г а -
ч е в В.Б. // ПТЭ. 1985. В. 5. С. 247-248.

Поступило в Редакцию
11 августа 1992 г.
В окончательной редакции
30 декабря 1992 г.