

06. 3; 12

© 1992

ПЛЕНКИ $(Yb, Bi)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ С ПОВЫШЕННЫМ
ГИРОМАГНИТНЫМ ОТНОШЕНИЕМА.А. Айрапетов, М.В. Логунов,
В.В. Рандошкин, В.И. Чани

Один из путей повышения быстродействия различных магнито-оптических устройств состоит в использовании в них висмут-содержащих монокристаллических пленок феррит-гранатов (Vc -МПФГ) с повышением гиромагнитным отношением [1-3], которое реализуется вблизи точки компенсации момента импульса (КМИ). При этом повышение быстродействия достигается не только в устройствах, основанных на механизме движения доменных стенок (ДС), но и при использовании механизма вращения намагниченности, которое становится возможным, если управляющие токовые проводники выполнять из высокотемпературных сверхпроводников. К настоящему времени разработаны Vc -МПФГ с повышенным гиромагнитным отношением следующих составов $(Tm, Bi)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ [4], $(Gd, Tm, Bi)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ [5], $(Er, Bi)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ [6], $(Eu, Lu, Bi)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ [7] и $(Eu, Bi)_3(Fe, Ga, Al)_5O_{12}$ [8]. Наибольшей подвижностью и максимальной скоростью ДС среди них обладают Tm -содержащие Vc -МПФГ, поскольку Tm^{3+} вносят наименьшее затухание среди быстрорелаксирующих редкоземельных ионов. Для устройств, в которых реализуется механизм вращения намагниченности, подвижность ДС не имеет значения, поэтому наибольшее быстродействие могут обеспечить Vc -МПФГ с более высоким затуханием, но, например, с меньшим временем релаксации.

В данной работе сообщается о получении нового материала с повышенным затуханием - Vc -МПФГ состава $(Yb, Bi)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$. Пленки выращивали методом жидкофазной эпитаксии из переохлажденного раствора-расплава на основе $PbO-Bi_2O_3-B_2O_3$ на подложках из гадолиний-галлиевого граната с ориентацией (111). Параметры некоторых исследованных образцов, включая новые Yb -содержащие Vc -МПФГ и известные Vc -МПФГ с КМИ, приведены в таблице, где h - толщина пленки, P_0 - равновесный период полосовых доменов, H_0 - поле коллапса цилиндрических магнитных доменов (ЦМД), H_K - поле одноосной магнитной анизотропии, T_N - температура Нееля, μ - начальная подвижность ДС. Заметим, что для образцов 2 и 3 точка КМИ находится ниже комнатной температуры.

№	R	h, мкм	P ₀ , мкм	H ₀ , Э	H _к , Э	T _н , °С	μ, см/(с·Э)
1	Yb	7.1	42.9	9.8	4500	58	50
2	Yb	9.5	11.9	83	750	110	165
3	Yb	11.4	20.0	51	730	122	75
4	Tm	1.7	14.8	18.6	840	112	1080
5	Eu	4.4	15.8	46.7	2810	124	350
6	Er	2.8	8.0	93	1470	112	150

Точку КМИ контролировали, наблюдая эволюцию прямолинейной изолированной ДС [2, 9]. Динамику ДС исследовали методом высокоскоростной фотографии так же, как в [6, 9]. В исходном состоянии образец намагничивали до насыщения полем смещения $H_{см}$, а импульсное магнитное поле $H_{и}$ прикладывали в противоположном направлении. Измеряли скорость ДС v домена с обратной намагниченностью, который зарождался на точечном магнитном дефекте при импульсном перемагничивании пленки из насыщенного состояния.

Типичная зависимость скорости ДС v от действующего магнитного поля $H = H_{и} - H_{см}$ приведена на рис. 1. Видно, что на кривой $v(H)$ имеется достаточно протяженный начальный участок, характеризующийся начальной подвижностью $\mu = 165$ см/(с·Э). Это ниже, чем для известных Tm- и Eu-содержащих Вс-МПФГ с КМИ, для которых типичные значения μ составляют 1080 и 350 см/(с·Э) соответственно, и близко к значению μ для Er-содержащих пленок (см. таблицу). Достаточно широкий диапазон полей H (≥ 100 Э), в котором зависимость v от H является линейной, свидетельствует о близости точки КМИ, поскольку пороговое поле срыва стационарного движения ДС $H_w = 2\gamma\Delta$, где $\gamma = (g/2)\gamma_0$ - гиромангнитное отношение пленки, g - ее фактор Ланде, $\gamma_0 = 1.76 \cdot 10^7$ Э⁻¹с⁻¹ - гиромангнитное отношение ионов Fe³⁺, Δ - приведенный параметр затухания Ландау-Лифшица, зависящий только от типа и концентрации быстрорелаксирующего редкоземельного иона и равный в случае неразбавленного иттербиевого ферритграната 2.2×10^{-7} Э²с/рад. При $H \geq 110$ Э дифференциальная подвижность ДС снижается, что находится в соответствии с результатами, полученными для Вс-МПФГ с КМИ других составов [1, 2, 5, 6, 8]. Принимая H_w равным этому значению [2], для образца 2 получаем $g = 13.5$. При $H \geq 160$ Э в узком диапазоне полей (10-20 Э) имеют место локальные искажения формы движущейся ДС, аналогичные наблюдавшимся ранее для Tm-содержащих пленок [10],

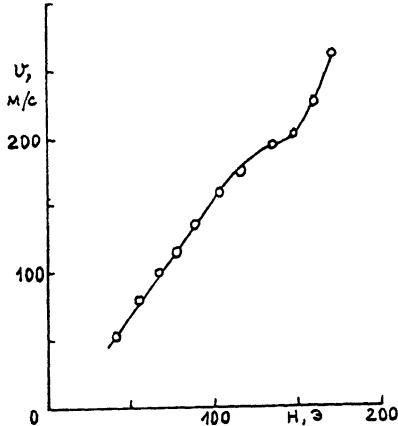


Рис. 1. Зависимость скорости ДС v от действующего магнитного поля H для образца 2.

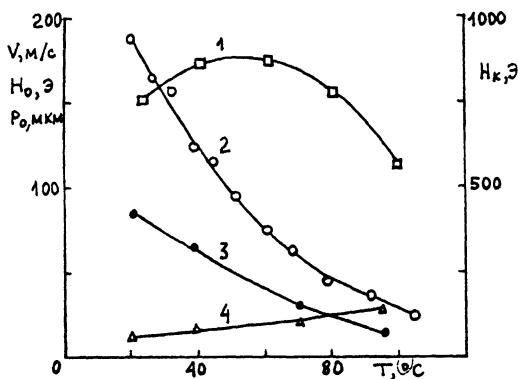


Рис. 2. Температурные зависимости поля одноосной магнитной анизотропии H_K (1), скорости ДС v при $H_{и} = 152$ Э и $H_{см} = 93$ Э (2), поля коллапса ЦМД H_0 (3) и периода полосовых доменов P_0 (4) для образца 2.

но менее ярко выраженные. При более высоких H , как и в [10], дифференциальная подвижность ДС превышает значение μ , а изображение ДС уширяется.

Относительно невысокая одноосная магнитная анизотропия Yb -содержащих Vc -МПФГ по сравнению с Er -содержащими не позволяет провести исследование динамики ДС в столь же широком диапазоне полей, как и для эрбиевых. Однако пониженное значение H_K является положительным фактором для устройств, где реализуется механизм вращения намагниченности.

На рис. 2 приведены зависимости N_K , \mathcal{V} , N_0 и P_0 от температуры T . Вид кривых $\mathcal{V}(T)$, $N_0(T)$ и $P_0(T)$ для Yb -содержащих Vc -МПФГ аналогичен соответствующим кривым для Eu -содержащих [6]. Отличием первых является наличие максимума на кривой $N_K(T)$.

Таким образом, в настоящей работе показано, что в Yb -содержащих Vc -МПФГ при повышенном затухании и невысокой одноосной магнитной анизотропии реализуется высокое гиромангнитное отношение, что представляет интерес при разработке быстродействующих магнитооптических устройств, в которых реализуется механизм вращения намагниченности.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Р ан до ш к и н В.В., Ч е р в о н е н к и с А.Я. Прикладная магнитооптика, М.: Энергоатомиздат, 1990. 320 с.
- [2] R a n d o s h k i n V.V. // Proc. SPIE. 1989. V. 1126. P. 103-110.
- [3] R a n d o s h k i n V.V. // Proc. SPIE. 1990. V. 1307.
- [4] За бол от н а я Н.В., О с и к о В.В., С и г а ч е в В.Б., Т и м о ш е ч к и н М.И. // Письма в ЖТФ. 1984. Т. 10. В. 13. С. 788-792.
- [5] Р ан до ш к и н В.В., С и г а ч е в В.Б. // Письма в ЖЭТФ. 1985. Т. 42. В. 1. С. 34-37.
- [6] Р ан до ш к и н В.В., С и г а ч е в В.Б. // ФТТ. 1987. Т. 29. В. 9. С. 2658-2665.
- [7] З о р я В.И., З у е в а И.Ю., Р ан до 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.
- [8] Р ан до ш к и н В.В., С и г а ч е в В.Б. // ЖТФ. 1988. Т. 58. В. 12. С. 2350-2354.
- [9] Л о г и н о в Н.А., Л о г у н о в М.В., Р ан до ш к и н В.В. // ЖТФ. 1990. Т. 60. В. 9. С. 126-128.
- [10] Р ан до ш к и н В.В., С и г а ч е в В.Б. // ФТТ. 1990. Т. 32. В. 1. С. 246-253.

Поступило в Редакцию
4 декабря 1991 г.