

06.3; 07

© 1992

$(Eu, Bi)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ С РАЗНОЙ ОРИЕНТАЦИЕЙ
ВБЛИЗИ ТОЧКИ КОМПЕНСАЦИИ МОМЕНТА ИМПУЛЬСА

В.В. Р ан д о ш к и н, М.В. Л о г у н о в, Ю.Н. С а ж и н,
В.И. Ч а н и, В.П. К л и н, Е.Э. Ш у ш е р о в а

Один из путей повышения быстродействия магнитооптических устройств, принцип действия которых основан на движении стенок (ДС), состоит в использовании в них висмут-содержащих монокристаллических пленок феррит-гранатов (Вс-МПФГ) с компенсацией момента импульса (КМИ) [1-4]. К числу таких материалов относятся европий-содержащие Вс-МПФГ [5, 6]. В то же время в эпитаксиальных пленках с ориентацией (110), содержащих европий и находящихся в сжатом состоянии, реализуется орторомбическая магнитная анизотропия (ОРМА) и, как следствие, высокая скорость ДС [7, 8]. Эти факты позволяют предположить уникальность свойств европий-содержащих Вс-МПФГ при одновременной реализации в них КМИ и ОРМА.

В настоящей работе сообщается о получении и исследовании Вс-МПФГ состава $(Eu, Bi)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ вблизи КМИ. Пленки выращивали методом жидкофазной эпитаксии из переохлажденного раствора-расплава на основе $PbO-Bi_2O_3-V_2O_5$ на подложках состава $(Gd, Ca)_3(Mg, Zr, Ga)_5O_{12}$ с ориентациями (111), (110) и (210).

Для сравнения магнитных моментов подрешеток контролировали знак фарадеевского вращения, поскольку в точке компенсации магнитных моментов этот знак изменяется на противоположный. Кроме того, наблюдали эволюцию уединенной прямолинейной ДС, что позволяло контролировать знак гиромангнитного отношения [2, 9]. Динамику ДС исследовали методом высокоскоростной фотографии так же, как в [6]. В исходном состоянии образец намагничивали до насыщения полем смещения H_{CM} , направленным по нормали к пленке, а импульсное магнитное поле H_i прикладывали в противоположном направлении. Измеряли скорость ДС \mathcal{U} расширяющегося домена с обратной намагниченностью, который зарождался при импульсном перемагничивании пленки из насыщенного состояния. Параметры магнитной анизотропии измеряли методом однородного зарождения доменной структуры [10].

Параметры некоторых исследованных образцов, включая пленку, выращенную на подложке из гадолиний-галлиевого граната, 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, μ - начальная подвижность ДС.

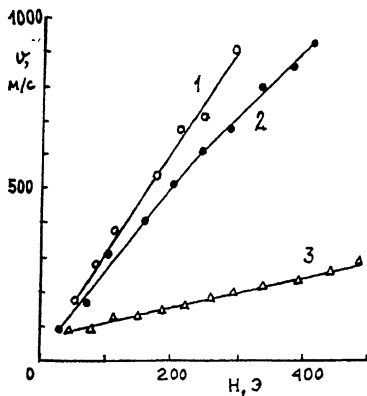


Рис. 1. Зависимости скорости ДС v_d от действующего магнитного поля H в пленках с разными ориентациями: 1 - (110), 2 - (111), 3 - (210).

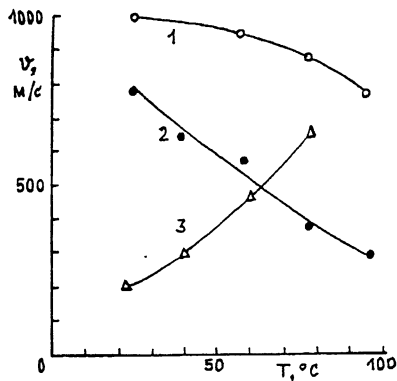


Рис. 2. Зависимости скорости ДС v_d при фиксированном значении H от температуры T в пленках с разной ориентацией: 1 - (110), 2 - (111), 3 - (210).

На рис. 1 приведены типичные зависимости скорости ДС v_d от действующего магнитного поля $H = H_H - H_{CM}$. Для образцов с ориентациями (110) и (111) (кривые 1 и 2 соответственно) насыщение скорости отсутствует, причем соответствующие максимальные значения v_d , измеренные в эксперименте, составили 2.0 и 1.5 км/с. В этих пленках форма динамических доменов была близка к круговой. В образце с ориентацией (210) динамические домены имели эллиптическую форму, а анизотропия скорости составляла 10–20%. В связи с этим кривая 3 на рис. 1 относится к случаю, когда

Т а б л и ц а

№ п/п	Подложка	Ориентация	h , мкм	P_0 , мкм	H_0 , Э	$H_{КЭ}$, кЭ	μ , см/(сЭ)
1	ГКМЦГГ	(110)	3.2	44	12	8.6	290
2	ГКМЦГГ	(111)	6.1	20.0	41	10	210
3	ГКМЦГГ	(210)	8.7	16.6	120	7.1	...
4	ГГГ	(111)	4.4	15.8	46.7	2.81	350

скорость ДС измеряли вдоль большой оси эллипса. Для этого образца характерно быстрое насыщение скорости на уровне ~ 100 м/с и слабое ее повышение с ростом H (дифференциальная подвижность ДС составляет 37 см/(с Э)).

На рис. 2 приведены температурные зависимости скорости ДС \mathcal{U} при фиксированном действующем магнитном поле H для образцов с тремя различными ориентациями. Видно, что для всех образцов скорость ДС может превышать 500 м/с, что также свидетельствует о близости точки КМИ. Ясно выражено различие температурной зависимости \mathcal{U} для образцов с разной ориентацией. Для пленок с ориентацией (210) скорость ДС повышается с ростом температуры T , тогда как для пленок с ориентациями (110) и (111) она понижается. Одновременная реализация КМИ и ОРМА в европий-содержащих пленках с ориентацией (110) обуславливают их высокую термостабильность динамических параметров. В частности, в диапазоне температур 20–100 °С в пленке с ориентацией (110) скорость ДС при фиксированном значении H изменяется не более, чем на 25%, тогда как при ориентации (111) – в 2.7 раза, а при ориентации (210) – более, чем в 3.1 раза. Для сравнения, в ВС – МПФГ состава $(Tm, Bi)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ с КМИ скорость ДС при фиксированном H падает вдвое при повышении или понижении температуры относительно точки КМИ только на 10 °С.

Таким образом, в настоящей работе показано, что ВС-МПФГ состава $(Eu, Bi)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ с ориентацией (110), в которых одновременно реализуется КМИ и ОРМА, обладают наилучшей термостабильностью среди материалов с КМИ.

В заключение авторы выражают благодарность А.А. Айрапетову и А.Я. Червоненкису за помощь при выполнении данной работы.

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 и 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] R a n d o s h k i n V.V. Int. Symp. on Magneto-optics. Abstracts. Kharkov, 1991. P. 29.
- [5] З о р я В.И., З у е в а 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.
- [6] Р а н д о ш к и н В.В., С и г а ч е в В.Б. // ЖТФ. 1988. Т. 586. В. 12. С. 2350-2354.
- [7] W o l f e R., L e S g r a w R.C., B l a n k S.L., P i e r c e R.D. // Appl. Phys. Lett. 1976. V. 29. N 12. P. 815-817.
- [8] S t a c y W.T., V o e r m a n s A.B., L o g m a n s H. // Appl. Phys. Lett. 1976. Vol. 29. N 12. P. 817-819.
- [9] 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. // ЖТФ. 1990. Т. 60. В. 9. С. 126-128.
- [10] Д и к ш т е й н И.Е., Л и с о в с к и й Ф.В., М а н с в е т о в а Е.Г., Т а р а с е н к о В.В. // Микроэлектроника. 1984. Т. 13. № 4. С. 337-347.

Институт общей физики,
Москва

Поступило в Редакцию
17 января 1992 г.