

06.3; 12

© 1992

ПЛЕНКИ $(Dy, Bi)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$

С ПОВЫШЕННЫМ ГИРОМАГНИТНЫМ ОТНОШЕНИЕМ

А.А. А й р а п е т о в, М.В. Л о г у н о в,
В.В. Р а н д о ш к и н, В.И. Ч а н и, Е.Э. Ш у ш е р о в а

Высокое быстродействие магнитооптических устройств можно обеспечить, используя в них висмут-содержащие монокристаллические пленки феррит-гранатов (Вс-МПФГ) с компенсацией момента импульса (КМИ) [1-4]. Наибольшим быстродействием будут обладать устройства, где реализуется механизм вращения намагниченности, а управляющие токовые проводники выполнены из высокотемпературных сверхпроводников [5]. Пороговое поле вращения намагниченности определяется эффективным полем магнитной анизотропии [1, 6], а скорость вращения пропорциональна гиромагнитному отношению γ и намагниченности насыщения $4\pi M_S$. Известны Вс-МПФГ с КМИ, в которых быстрорелаксирующими ионами являются Tm^{3+} [7, 8], Er^{3+} [9] или Eu^{3+} [10, 11]. К сожалению, магнитный момент указанных ионов невелик, что не позволяет получить Вс-МПФГ, одновременно обладающие высокими гиромагнитным отношением и намагниченностью насыщения.

В данной работе сообщается о синтезе новых Вс-МПФГ с высокой $4\pi M_S$ в точке КМИ. Пленки состава $(Dy, Bi)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ выращивали методом жидкофазной эпитаксии из переохлажденного раствора-расплава на основе $PbO-Bi_2O_3-B_2O_3$ на подложках из самарий-галлиевого граната (СГГ) с ориентацией (111). Необходимость использования в качестве материала подложек СГГ, а не $(Gd, Ca)_3(Mg, Zr, Ga)_5O_{12}$ (ГКМЦГГ), как при выращивании толстых пленок $(Dy, Bi)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ [12], обусловлен тем, что при высоком уровне замещения железа галлием, необходимом для обеспечения КМИ, не удалось получить достаточно качественные пленки из-за высокого содержания висмута. Параметры некоторых исследованных образцов 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. С помощью теорий полосовых доменов и ЦМД (без учета относительной малости фактора качества материала Q) рассчитывали характеристическую длину материала L , $4\pi M_S$ и Q . Заметим, что в отличие от [12], выращенные пленки не обладали высокой одноосной магнитной анизотропией.

О переходе через точку компенсации магнитного момента (КММ) по мере повышения уровня замещения железа галлием судили по

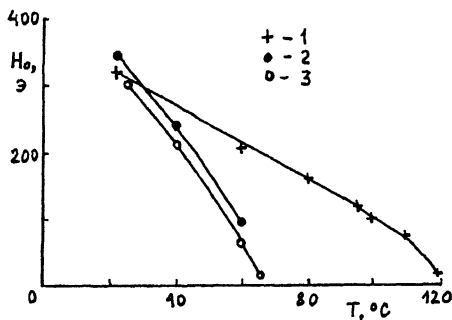


Рис. 1. Температурные зависимости поля коллапса ЦМД H_0 для образцов 1(1), 2(2) и 3(3).

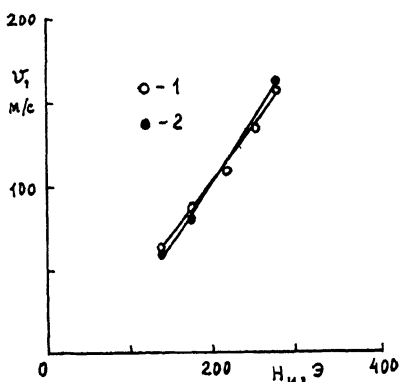


Рис. 2. Зависимость скорости U от амплитуды $H_{И}$ при разных значениях поля смещения $H_{СМ}$, Э и температуры T , °C: 1 - 326, 22; 2 - 245, 40 (образец 2).

изменению знака фарадеевского вращения, а о переходе через точку КМИ - путем наблюдения за эволюцией плоской уединенной ДС [13]. Динамику ДС исследовали методом высокоскоростной фотографии так же, как в [9, 14]. В исходном состоянии образец намагничивали до насыщения полем $H_{СМ}$ вдоль нормали к плоскости пленки, а импульсное магнитное поле $H_{И}$ прикладывали в противоположном направлении. Измеряли скорость U перемещения границы области, занятой массивом полосовых доменов, поскольку достаточно быстро после зарождения домена с обратной намагниченностью он испытывает магнитостатическую нестабильность, что приводит к „прорастанию“ полосовых доменов из „тела“ зародившегося и расширившегося ЦМД и их последующему „ветвлению“ [15, 16].

Т а б л и ц а

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

№ п/п	h , мкм	P_0 , мкм	H_0 , Э	$4\pi M_S$, Гс	H_K , Э	T_N , °С	Q	z , мкм
1	10.6	5.9	320	381	1050	120	2.8	0.13
2	11.0	6.8	346	433	740	70	1.7	0.13
3	11.6	6.1	322	385	770	67	2.0	0.10

На рис. 1 для образцов, параметры которых приведены в таблице, показаны температурные зависимости поля коллапса ЦМД (номера кривых соответствуют номерам образцов в таблице). Несмотря на то, что вблизи комнатной температуры значения H_0 близки, температурный коэффициент поля коллапса ЦМД (наклон кривых $H_0(T)$) для образца 1 существенно меньше по сравнению с образцами 2 и 3. В исследованном интервале температур T период полосовых доменов P_0 оставался практически постоянным.

Типичная зависимость скорости v от амплитуды H_H для двух значений температуры приведены на рис. 2. При $H_H \geq 280$ Э плотность центров зародышеобразования становится слишком высокой, что препятствует точному измерению v . Зависимость $v(H_H)$ является линейной, причем подвижность ДС возрастает с 66 см/(с·Э) при $T = 22$ °С до 74 см/(с·Э) при $T = 40$ °С. Линейность зависимости $v(H_H)$ во всем исследованном интервале полей не позволяет оценить γ по форме кривой $v(H_H)$, как в [8]. Для исследованных пленок сигнал ферромагнитного резонанса (ФМР) зарегистрировать не удалось. Это является основным аргументом в пользу близости точки КМИ, так как вблизи этой точки имеет место уширение, пропорциональное γ , и без того широкой линии ФМР в Dy -содержащих Вс-МПФГ [12], а также выход резонансных полей за пределы развертки ФМР-спектрометра.

Среди известных Вс-МПФГ с повышенным гиромагнитным отношением Dy -содержащие пленки обладают наибольшей намагниченностью насыщения (см. таблицу), что позволяет рассматривать их как перспективный материал для создания 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 д о 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] Р ан д о ш к и н В.В., С и г а ч е в В.Б. Препринт ИОФАН СССР. 1989. № 50. 39 с.

- [3] R a n d o s h k i n V.V. // Proc. SPIE. 1989. V. 1126. P. 103-110.
- [4] R a n d o s h k i n V.V. // Proc. SPIE. 1990. V. 1307. P. 124-133.
- [5] R a n d o s h k i n V.V. Int. Symp. on Magne-to-optics, Abstracts. Kharkov. 1991. P. 29.
- [6] Л о г у н о в М.В., Р а н д о ш к и н В.В. // ФТТ. 1988. Т. 30. В. 2. С. 378-381.
- [7] З а б о л о т н а я Н.В., О с и к о В.В., С и г а ч е в В.Б., Р а н д о ш к и н В.В., Т и м о ш е ч н и к М.И. // П и с ь м а в ЖТФ. 1984. Т. 10. В. 13. С. 788-792.
- [8] Р а н д о ш к и н В.В., С и г а ч е в В.Б. // П и с ь м а в ЖТФ. 1985. Т. 42. 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. 1987. Т. 29. В. 9. С. 2658-2665.
- [10] 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. 138-138.
- [11] 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.
- [12] Р а н д о ш к и н В.В., Ч а н и В.И., К о з л о в В.И. // ФТТ. 1991. Т. 33. В. 3. С. 957-959.
- [13] 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.
- [14] Р а н д о ш к и н В.В., Т и м о ш е ч к и н М.И., Ч а н и В.И. // П и с ь м а в ЖТФ. 1990. Т. 16. В. 15. С. 29-31.
- [15] Р а н д о ш к и н В.В., И в а н о в Л.П., Т е л е с н и н Р.В. // ЖЭТФ. 1978. Т. 75, В. 3, С. 960-975.
- [16] И в а н о в Л.П., Л о г г и н о в А.С., Н е п о к о й ч и ц к и й Г.А., Р а н д о ш к и н В.В. // ФММ. 1981. Т. 51. В. 6. С. 1200-1208.

Институт общей физики,
Москва
Российский НИИ технологии
микроэлектроники,
Москва

Поступило в Редакцию
17 декабря 1991 г.