

05

## О магнитном поле, действующем на движущиеся доменные стенки в пленках феррит-граната $(\text{Bi,Yb})_3(\text{Fe,Ga})_5\text{O}_{12}$

© В.В. Рандошкин, В.А. Полежаев, Ю.Н. Сажин,  
Н.Н. Сысоев, В.Н. Дудоров

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова  
Совместная хозрасчетная лаборатория „Магнитооптоэлектроника“  
Института общей физики РАН при Мордовском государственном  
университете им. Н.П. Огарева

Поступило в Редакцию 15 февраля 2002 г.

Методом импульсного перемагничивания вблизи точки компенсации момента импульса (КМИ) изучены зависимости скорости доменных стенок (ДС)  $V$  от действующего магнитного поля  $H$  в висмут-содержащих монокристаллических пленках феррит-гранатов (МПФГ) состава  $(\text{Bi,Yb})_3(\text{Fe,Ga})_5\text{O}_{12}$  с ориентацией (111). Обнаружено существование внутреннего эффективного магнитного поля в пленках, снижающего величину  $H$ .

В ряде методов измерения динамических параметров одноосных МПФГ на образец воздействуют импульсным магнитным полем  $H_p$ , приложенным вдоль оси легкого намагничивания (ОЛН) [1,2]. Если в МПФГ в исходном состоянии существует доменная структура, то непосредственно после приложения импульса действующее магнитное поле  $H = H_p$ . Однако со временем значение  $H$  монотонно снижается, поскольку ДС движутся к положению равновесия. От этого и ряда других недостатков свободен метод перемагничивания [3], в котором МПФГ в исходном состоянии намагничивают до насыщения полем смещения  $H_b$ , приложенным вдоль ОЛН. Импульсное магнитное поле  $H_p$  прикладывают в противоположном направлении. Под действием этого поля на точечном или линейном дефекте зарождается домен с обратной намагниченностью (ДОН), временную зависимость перемещения ДС  $X(t)$  которого измеряют. При достаточно большом удалении от цен-

Параметры МПФГ при комнатной температуре

№ образца	А	В
$h, \mu\text{m}$	11.4	13.2
$W, \mu\text{m}$	10.0	8.6
$H_0, \text{Oe}$	51	95
$H_K, \text{Oe}$	730	810
$T_N, ^\circ\text{C}$	129	122
$\mu, \text{cm}/(\text{s} \cdot \text{Oe})$	78	153

тра зародышеобразования ( $X > 100 \mu\text{m}$ ) действующее магнитное поле равно [3]:

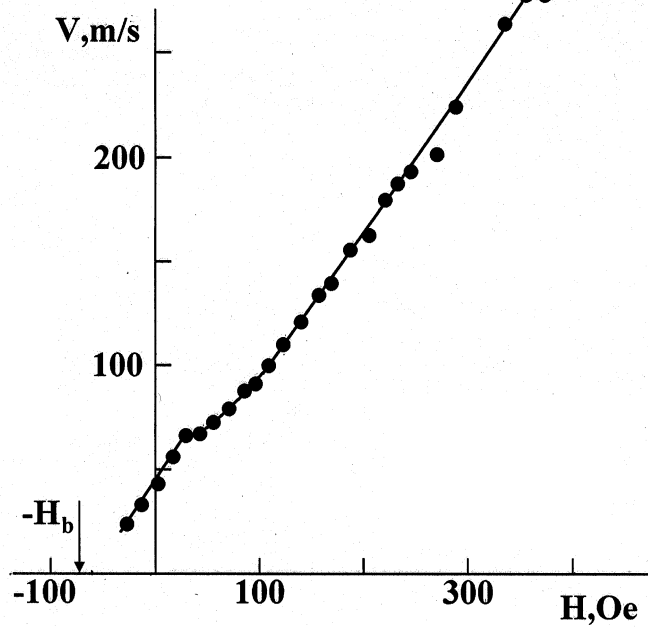
$$H = H_p - H_b. \quad (1)$$

Исследование динамики доменов в МПФГ разного состава вблизи точки КМИ показало, что начальный участок кривой  $V(H)$  является линейным и его продолжение проходит вблизи начала координат [4]. Дальнейший ход кривой  $V(H)$  зависит от безразмерного параметра затухания  $\alpha$ : при  $\alpha > 1$  за первым линейным участком следует второй, имеющий меньший наклон; при  $\alpha < 1$  линейные участки разделены нелинейным.

Целью настоящей работы являлось исследование зависимости скорости ДС от действующего магнитного поля в МПФГ состава  $(\text{Bi}, \text{Yb})_3(\text{Fe}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}$ , выращенных на подложках  $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$  с ориентацией (111) [5]. Параметры некоторых исследованных образцов приведены в таблице, где  $h$  — толщина пленки,  $w$  — равновесная ширина полосовых доменов,  $H_0$  — поле коллапса цилиндрических магнитных доменов,  $H_K$  — поле одноосной магнитной анизотропии,  $T_N$  — температура Нееля,  $\mu$  — подвижность ДС.

Исследования динамики ДС проводили с помощью метода переманничивания [2] на установке высокоскоростной фотографии (ВСФ) [6]. Регистрировали перемещение ДС ДОН, зарождающегося на точечном дефекте.

На рис. 1 приведена зависимость  $V(H)$  для образца А (см. таблицу). Видно, что она состоит из двух линейных участков, разделенных нелинейным, причем наклон второго линейного участка ( $71 \text{ cm}/(\text{s} \cdot \text{Oe})$ ) лишь незначительно отличается от наклона первого линейного участка

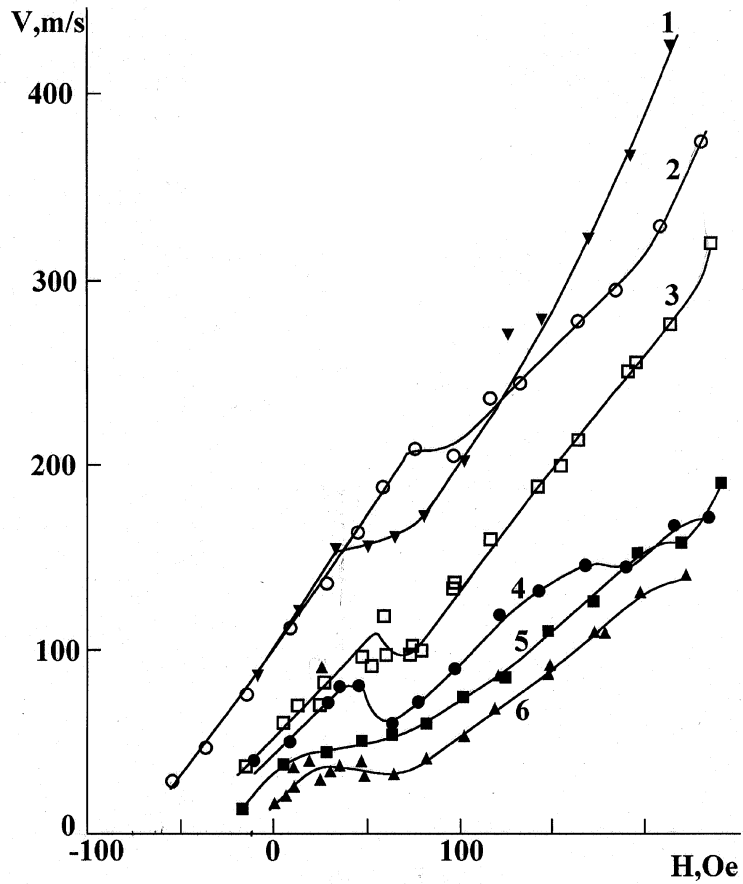


**Рис. 1.** Зависимость скорости ДС  $V$  от действующего магнитного поля  $H$  для образца А. Стрелкой показано поле смещения.

(78 cm/(s · Oe)). Если предположить, что кривая  $V(H)$  описывается одномерной теорией движения ДС, согласно которой первый и второй линейные участки (рис. 1) связаны со стационарным и прецессионным движением ДС, то с помощью соотношения [7,8]:

$$\alpha = (\mu/\mu_0 - 1)^{-1/2} \quad (2)$$

получаем значение  $\alpha = 3.2$ . Однако при таком безразмерном параметре затухания нелинейный участок на зависимости  $V(H)$  должен отсутствовать [8]. Следовательно, участок кривой  $V(H)$ , следующий за нелинейным, хотя и является линейным, но обусловлен механизмом движения ДС с излучением СВ [9,10]. В пользу этого механизма свидетельствует



**Рис. 2.** Зависимости скорости ДС  $V$  от действующего магнитного поля  $H$  для образца  $B$  при поле смещения  $H_b = 100$  Oe и разной температуре  $T$ , °C: 1 — 18; 2 — 30.5; 3 — 44; 4 — 60.5; 5 — 78.5; 6 — 96.5.

также тот факт, что в узком диапазоне изменения  $H$ , расположенном на границе нелинейного и второго линейного участков кривой  $V(H)$  имеют место пространственные искажения формы кругового ДОН, аналогичные наблюдавшимся в Tm-содержащих МПФГ вблизи КМИ [7].

Необычным (рис. 1) является тот факт, что начальный линейный участок кривой  $V(H)$  начинается при отрицательных значениях  $H$ . Это можно объяснить наличием в пленке внутреннего эффективного магнитного поля, действующего в том же направлении, что и поле смещения. Источником этого поля может быть, например, высококоэрцитивный переходный поверхностный слой, который не меняет своего состояния под действием импульсного магнитного поля.

На рис. 2 приведены зависимости  $V(H)$  для образца  $B$ , измеренные при разной температуре  $T$ , но одинаковом поле смещения. Видно, что с ростом  $T$  кривые  $V(H)$  смещаются вправо. Следовательно, внутреннее эффективное магнитное поле, как и намагниченность насыщения, уменьшаются при нагревании МПФГ.

Из рис. 2 видно, что наиболее протяженный начальный линейный участок кривой  $V(H)$  наблюдается при  $T = 30.5^\circ\text{C}$ . Вблизи этой температуры находится точка КМИ. Подвижность ДС, как и следовало ожидать [7], снижается по мере удаления от точки КМИ.

Таким образом, в настоящей работе показано, что при импульсном перемангничивании в МПФГ  $(\text{Bi,Yb})_3(\text{Fe,Ga})_5\text{O}_{12}$  создается внутреннее эффективное магнитное поле, снижающее действующее магнитное поле и уменьшающееся при нагревании пленки.

## Список литературы

- [1] *Элементы и устройства на цилиндрических магнитных доменах: Справочник* / А.М. Балбашов, Ф.В. Лисовский, В.К. Раев и др.; под ред. Н.Н. Евтихиева, Б.Н. Наумова. М.: Радио и связь, 1987. 488 с.
- [2] Рандошкин В.В. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1996. Т. 62. В. 9. С. 32–47.
- [3] Рандошкин В.В. // ПТЭ. 1995. В. 2. С. 155–161.
- [4] Рандошкин В.В. // ФТТ. 1995. Т. 37. В. 3. С. 652–659.
- [5] Айрапетов А.А., Логунов М.В., Рандошкин В.В., Чани В.И. // Письма в ЖТФ. 1992. Т. 18. В. 2. С. 74–77.
- [6] Рандошкин В.В., Логунов М.В., Сигачев В.Б. // ПТЭ. 1985. В. 5. С. 247–248.
- [7] Рандошкин В.В., Сигачев В.Б. // ФТТ. 1990. Т. 32. В. 10. С. 246–253.
- [8] Рандошкин В.В. // ФТТ. 1995. Т. 37. В. 3. С. 652–659.
- [9] Рандошкин В.В., Сигачев В.Б. // ФТТ. 1986. Т. 28. В. 5. С. 1522–1525.
- [10] Рандошкин В.В. // ФТТ. 1997. Т. 39. В. 8. С. 1421–1427.