

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, Oe	51	95
H_K, 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 α : 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, μ — подвижность ДС.

Исследования динамики ДС проводили с помощью метода перемангничивания [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

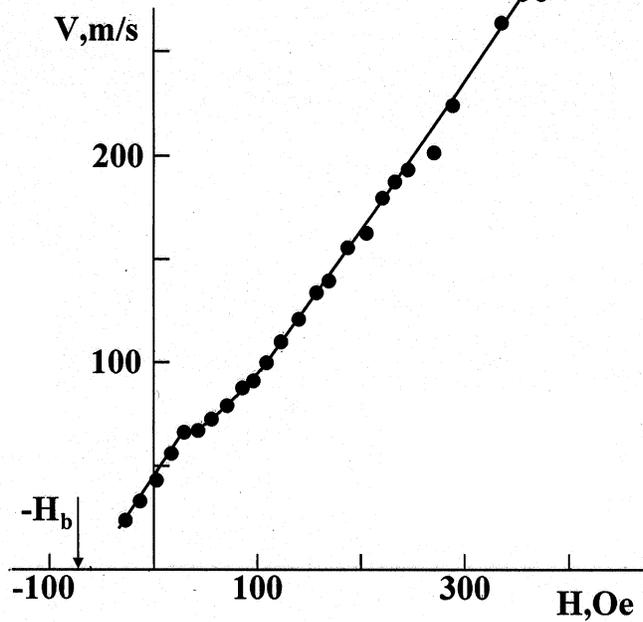


Рис. 1. Зависимость скорости ДС V от действующего магнитного поля H для образца А. Стрелкой показано поле смещения.

(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

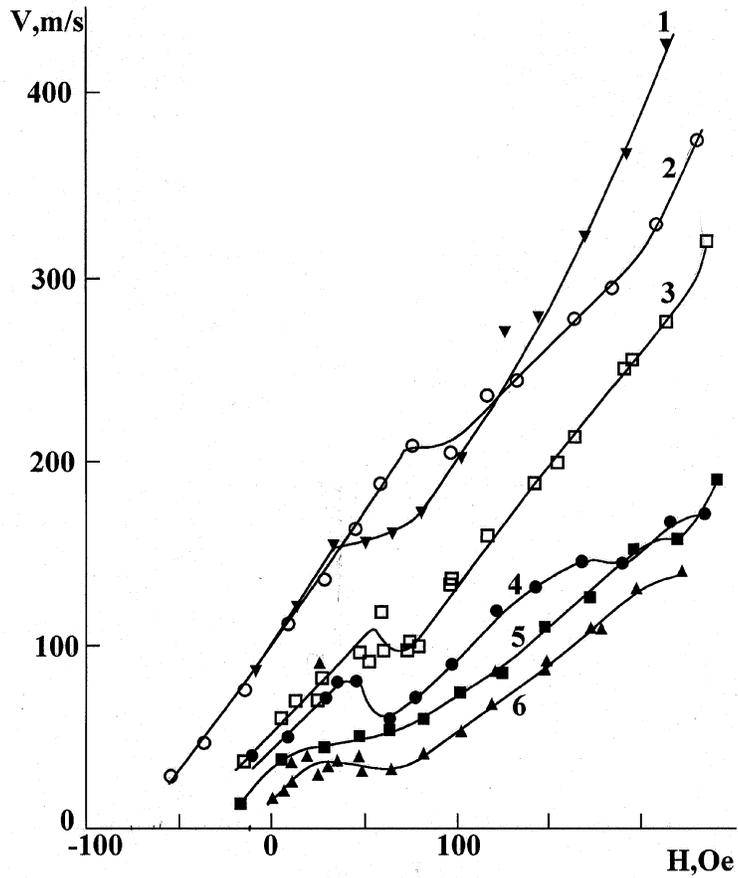


Рис. 2. Зависимости скорости ДС V от действующего магнитного поля H для образца B при поле смещения $H_b = 100$ Ое и разной температуре T , °С: 1 — 18; 2 — 30.5; 3 — 44; 4 — 60.5; 5 — 78.5; 6 — 96.5.

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 Тm-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.