

ОСОБЕННОСТИ ИМПУЛЬСНОГО ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЯ  
ИОННО-ИМПЛАНТИРОВАННЫХ ПЛЕНОК  
ФЕРРИТ-ГРАНАТОВВ.Н. Д уд о р о в, Н.Н. К уд е л ь к и н,  
В.В. Р а н д о ш к и н

Ионная имплантация монокристаллических пленок феррит-гранатов (МПФГ) применяется для подавления жестких цилиндрических магнитных доменов (ЦМД) и создания продвигающих структур типа „соприкасающихся дисков” [1-3]. Она приводит к созданию в ионно-имплантированном слое (ИИС) анизотропии типа „легкая плоскость” [4]. Процесс перемагничивания в ионно-имплантированных МПФГ протекает иначе, чем в неимплантированных, и начинается возникновением неустойчивости в переходной области между ИИС и основным объемом МПФГ [5]. Импульсное перемагничивание ионно-имплантированных МПФГ в достаточно больших полях осуществляется путем неоднородного вращения намагниченности и „турбулентного” зарождения микродоменов [6].

В настоящей работе изучен процесс импульсного перемагничивания из насыщенного состояния ионно-имплантированных МПФГ состава  $(Y, Sm, Lu, Ca)_3(Fe, Ge)_5O_{12}$ , выращенных методом жидкофазной эпитаксии на подложках  $Gd_3Ga_5O_{12}$  с ориентацией (111). Имплантацию проводили ионами  $He^+$  с энергией 100 кэВ и дозой  $2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ . В работе приводятся данные для образца с параметрами: толщина пленки  $h = 6.6 \text{ мкм}$ , характеристическая длина  $l = 0.76 \text{ мкм}$ , поле коллапса ЦМД  $H_0 = 116 \text{ Э}$ , намагниченность насыщения  $4\pi M_s = 266 \text{ Гс}$ , поле одноосной магнитной анизотропии  $H_K = 1550 \text{ Э}$ , эффективное поле магнитной анизотропии в ИИС  $H_{Ki} = 1590 \text{ Э}$ , поле кубической магнитной анизотропии  $H_{ки} = -600 \text{ Э}$ . Характерным отличием исследованных образцов является достаточно высокая кубическая анизотропия ( $|H_{ки}|/H_K \gtrsim 0.3$ ).

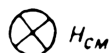
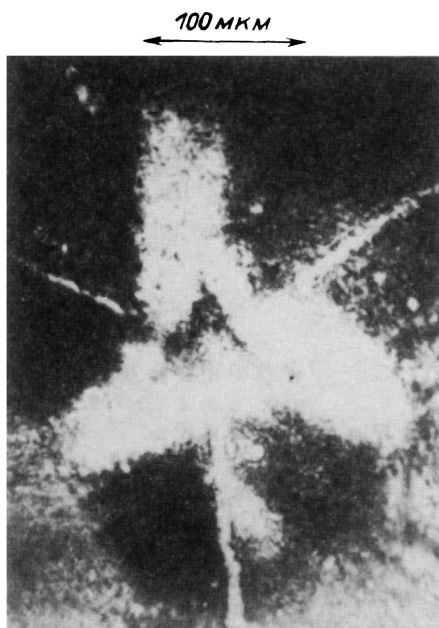
На установке высокоскоростной фотографии [7] в стробоскопическом режиме регистрировали домены с обратной намагниченностью (ДОН), зарождающихся при импульсном перемагничивании МПФГ из насыщенного состояния. В исходном состоянии образец намагничивали полем смещения  $H_{см} > H_0$ , приложенным вдоль нормали к плоскости пленки. Импульсное магнитное поле  $H_{и}$  прикладывали в противоположном направлении и формировали с помощью плоской катушки диаметром  $\sim 1.5 \text{ мм}$ , расположенной на поверхности образца (длительности переднего и заднего фронтов импульса поля не превышали 15 нс). Заметим, что составляющая этого поля, параллельная плоскости пленки, оказывает ориентирующее влияние на намагниченность в ИИС.

Изображение динамической доменной конфигурации через 25 нс после начала выключения импульса магнитного поля амплитудой  $H_H = 310$  Э и длительностью 300 нс при  $H_{CM} = 126$  Э (стробоскопический режим регистрации).

После приложения импульса магнитного поля, амплитуда которого вблизи витков катушки превышает пороговое поле неоднородного вращения намагниченности  $H_{вр}$ , перемагничивание начинается на периферии турбулентным зарождением микродоменов, причем граница неперемагниченной области имеет форму искаженного треугольника (внутри катушки формируется так называемый треугольный магнитный домен (ТМД) [8]).

Увеличение порогового поля  $H_{вр}$  имеет место в направлениях  $[\bar{2}11]$ ,  $[11\bar{2}]$  и  $[1\bar{2}1]$  (вдоль этих направлений расстояние от центра катушки до границы неперемагниченной области максимальна), а вдоль направлений  $[21\bar{1}]$ ,  $[\bar{1}12]$  и  $[\bar{1}2\bar{1}]$  пороговое поле  $H_{вр}$  понижается. Процесс перемагничивания завершается прорастанием ДОН по толщине МПФГ и движением границы ТМД.

После окончания импульса поля релаксация в исходное состояние также осуществляется турбулентным зарождением микродоменов (с исходной намагниченностью), причем оно начинается уже на заднем фронте импульса и локализовано в центре катушки (см. рисунок). Заметим, что при стробоскопической регистрации изображения доменов сливаются, поскольку процесс зарождения микродоменов является неповторяющимся. Отличие процесса перемагничивания, начинающегося на заднем фронте импульса поля, состоит в том, что в процессе релаксации в исходное состояние зарождение микродоменов происходит также в узких областях. Наличие этих областей связано с формированием в ИИС в процессе действия импульса поля трех доменных стенок, исходящих вблизи центра катушки и ориентированных вдоль направлений  $[\bar{2}11]$ ,  $[11\bar{2}]$  и  $[\bar{1}2\bar{1}]$ . Вследствие неоднородного распределения намагниченности в этих доменных стенках снижаются локальные поля зародышеобразования. Увеличение порогового поля  $H_{вр}$  вдоль указанных направлений в процессе действия импульса поля объясняется более высоким углом  $\theta_M$  выхода вектора намагниченности в ИИС из плоскости МПФГ вдоль них.



Тот факт, что существование доменных стенок в ИИС приводит к снижению локальных полей зародышеобразования при импульсном перематничивании ионно-имплантированных МПФГ, может быть положен в основу метода визуализации этих стенок. Несомненным преимуществом такого метода является, в частности, возможность исследования динамики заряженных доменных стенок, что не позволяет традиционный порошковый метод.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Э ш е н ф е л ь д е р А. Физика и техника цилиндрических магнитных доменов. М.: Мир, 1983. 496 с.
- [2] Р а н д о ш к и н В.В. // Радиоэлектроника за рубежом. 1983. В. 8. С. 1-34.
- [3] Э л е м е н т ы и у с т р о й с т в а н а ц и л и н д р и ч е с к и х м а г н и т н ы х доменах: Справочник. М.: Радио и связь, 1987. 488 с.
- [4] Д у р а с о в а Ю.А., З ю з и н А.М., К у д е л ь к и н Н.Н., Л ю - ф а ч у н М.А., О с и к о В.В., Р а н д о ш к и н В.В., Т е л е с н и н Р.В., Т и м о ш е ч к и н М.И. // Доклады АН СССР. 1984. Т. 277. В. 2. С. 363-366.
- [5] К у д е л ь к и н Н.Н., Р а н д о ш к и н В.В., Т е л е с н и н Р.В. // ЖТФ. 1984. Т. 54. В. 10. С. 2072-2074.
- [6] Р а н 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. 320с.
- [7] Л о г у н о в М.В., Р а н д о ш к и н В.В., С и г а ч е в В.Б. / ПТЭ. 1985. № 5. С. 247-248.
- [8] 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. / ЖЭТФ. 1983. Т. 84. В. 3. С. 1006-1021.

Институт  
общей физики  
АН СССР,  
Москва

Поступило в Редакцию  
7 декабря 1990 г.