

360-ГРАДУСНАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ ДОМЕННАЯ СТЕНКА В ПЛЕНКАХ ФЕРРИТОВ-ГРАНАТОВ

А.Ф. Мартынов, В.В. Рандошкин, Р.В. Телеснин

Наблюдалось образование динамической 360-градусной доменной стенки в одноосных ферромагнетиках, которое происходило при сближении двух 180-градусных доменных стенок с одинаковым направлением вращения намагниченности при переходе через доменную стенку, в процессе импульсного перемагничивания пленок ферритов-гранатов из насыщенного состояния.

В пленках ферритов-гранатов различных составов с помощью метода высокоскоростной фотографии [1, 2] наблюдались 360-градусные доменные стенки (360°-ДС), возможность образования которых в одноосных ферромагнетиках под действием приложенного вдоль оси легкого намагничивания (ОЛН) внешнего магнитного поля была предсказана Широковым [3]. Формирование 360°-ДС может происходить при сближении двух 180°-ДС, причем, они должны иметь одинаковое направление вращения вектора магнитного момента при переходе через ДС (кратко, направление вращения) в противном случае имеет место полное перемагничивание ферромагнетика. При квазистатическом изменении внешнего поля 360°-ДС не образуется, поскольку энергетически невыгодная магнитная фаза вытесняется задолго до сближения двух 180°-ДС. При динамическом сближении 180°-ДС образование достаточно протяженной 360°-ДС, как правило, также не происходит, поскольку обычно ДС представляют собой чередование блоховских участков с противоположным направлением вращения [4], что, в частности, обуславливает разрыв полосовых доменов [1, 2]: при встрече участков ДС с противоположным направлением вращения происходит разрыв доменов, при одинаковом направлении вращения образуется участок 360°-ДС.

Оказалось возможным обеспечить сближение двух 180°-ДС с одинаковым направлением вращения при импульсном перемагничивании пленок ферритов-гранатов из насыщенного состояния [1]. Импульсное поле $H_{\text{и}}$ прикладывалось антипараллельно постоянному магнитному полю (полю смещения) $H_{\text{в}}$. Перемагничивание начиналось образованием на неоднородностях пленки зародышей обратной намагниченности и увеличением их размеров. После окончания импульса поля $H_{\text{и}}$ длительностью $\tau_{\text{и}}$ размеры областей обратной намагниченности начинали уменьшаться. Однако, при некоторых значениях $H_{\text{и}}$ и $H_{\text{в}}$ внутри этих областей в свою очередь образовывались зародыши обратной намагниченности, причем направление вращения в обеих (внешней и внутренней 180°-ДС) оказывалось одинаковой. При встрече этих ДС формировалась 360°-ДС.

Исследовались пленки ферритов-гранатов составов $(Y, Bi)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$; $(Y, Sm)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ и $(Y, Sm, Lu, Ca)_3(Fe, Ge)_5O_{12}$. Образование зародышей обратной намагниченности наблюдалось на неоднородностях различных типов, в том числе таких, как включения и царапины.

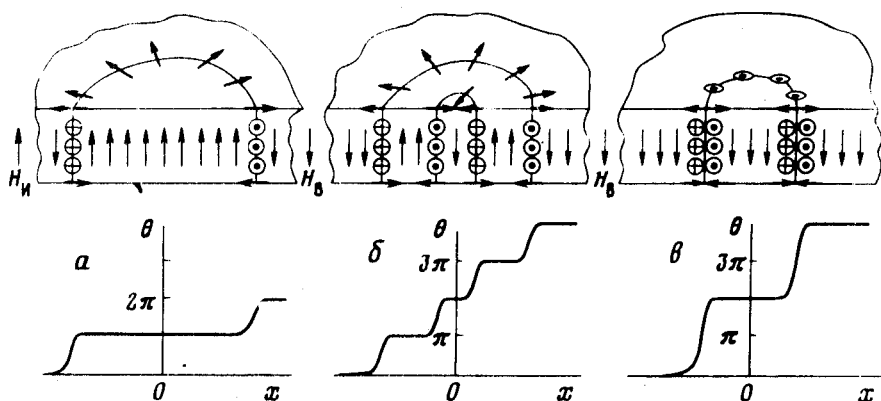


Рис.1. Фотографии динамических доменов (вверху) распределение магнитных моментов в сечении пленки (в центре) и зависимость $\theta(x)$ (внизу) в разные моменты времени после приложения импульса поля длительностью 0,4 мксек: $a - t = 0,4$ мксек; $b - 0,6$ мксек; $v - 1,5$ мксек

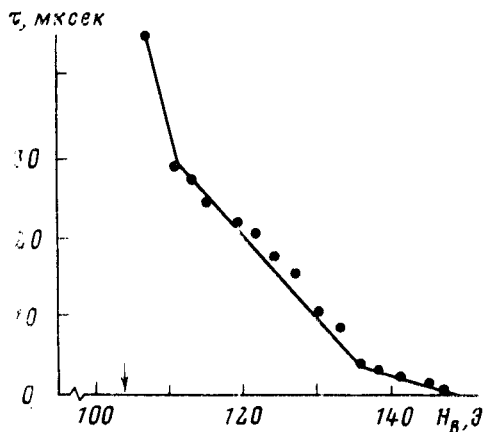


Рис.2. Зависимость $\tau(H_B)$ при $H_A = 178$ Э и $\tau_H = 0,4$ мксек. Стрелкой показано значение H_B , при котором 360° -ДС становится стабильной

На рис.1 показаны фотографии динамических доменов (вверху) наблюдавшихся с помощью эффекта Фарадея на различных этапах импульсного перемагничивания в пленке $(Y, Bi)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ распределение магнитных моментов в сечении пленки (в центре) и зависимость угла между ОЛН и направлением магнитного момента в центре пленки

ки от координаты вдоль нормали к ДС (внизу). Изображение 360° -ДС приведено на рис.1, в.

Время существования 360° -ДС, которое принималось равным! длительности τ промежутка времени между моментами окончания импульса поля и полного разрушения 360° -ДС, зависели от поля смещения. На рис.2 показана типичная зависимость $\tau(H_B)$, полученная при $H_{II} = 178$ Э и $\tau_{II} = 0,4$ мксек для пленки $(Y, Sm)_3(Fe, Ga)_5O_{12}$ с параметрами $h = 4,7$ мкм, $l = 0,53$ мкм, $4\pi M_s = 234$ Гс, $H_k = 1470$ Э. Наблюдалось два механизма разрушения 360° -ДС. При $H_B = 140 - 150$ Э для данного образца оно происходило перемагничиванием по толщине пленки, при $H_B = 108 - 140$ Э — образованием разрыва 360° -ДС (в одном или нескольких местах) и его расширением вдоль стенки. При $H_B = 107$ Э 360° -ДС становилась стабильной и существовала сколь угодно долго. Ширина 360° -ДС увеличивалась при уменьшении H_B , ее минимальное значение не превышало разрешающей способности микроскопа. Скорость расширения разрыва вдоль 360° -ДС была близка к скорости расширения полосовых доменов при этих же условиях и составляла 46 м/сек.

Московский
государственный университет
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию
15 июня 1981 г.

Литература

- [1] Иванов Л.П., Логгинов А.С., Рандошкин В.В., Телеснин Р.В. Письма в ЖЭТФ, 1976, 23, 627.
- [2] Рандошкин В.В., Иванов Л.П., Телеснин Р.В. ЖЭТФ, 1978, 75, 960.
- [3] Ширококов М.Я. ЖЭТФ, 1945, 15, 57.
- [4] Дедух Л.М., Никитенко В.И., Полянский А.А., Успенский Л.С. Письма в ЖЭТФ, 1977, 26, 452.