

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

05:06

Журнал технической физики, т. 64, в. 12, 1994

© 1994 г.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ
ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛА
НА КРИТИЧЕСКУЮ ПЛОТНОСТЬ ВЕРТИКАЛЬНЫХ
БЛОХОВСКИХ ЛИНИЙ В ДОМЕННЫХ ГРАНИЦАХ***А.И.Линник, А.М.Прудников*

Донецкий физико-технический институт АН Украины,
340114, Донецк, Украина
(Поступило в Редакцию 28 декабря 1993 г.)

Стремление к повышению плотности записи информации в устройствах на основе магнитных носителей привело к использованию объектов, более мелких, чем цилиндрические магнитные домены (ЦМД), — пар вертикальных блоховских линий (ВБЛ), локализованных внутри доменной границы (ДГ) в пленках ферритов-гранатов [1,2]. Однако вопрос о влиянии основных параметров таких пленок на предельную плотность ВБЛ изучен сравнительно слабо [3,4]. В связи с этим в данной работе исследован ряд пленок толщиной 5–10 мкм, состав и параметры которых приведены в дальнейшем в таблице. Методика проведения эксперимента аналогична той, которая применена в работе [4].

Критическую плотность η ВБЛ в доменной границе ЦМД определяли как отношение числа n ВБЛ к периметру πd ЦМД в момент коллапса $\eta = n/(\pi d)$.

Термин “критическая плотность” в данном случае предполагает, что коллапс ЦМД, содержащего в своей ДГ большое количество ВБЛ, происходит в результате потери устойчивости вертикальных блоховских линий и их спонтанной аннигиляции [4,5].

Результаты исследований приведены в таблице и разбиты на группы таким образом, чтобы в каждой группе при постоянстве прочих параметров варьировался один из существенных параметров материала: константа A неоднородного обменного взаимодействия (образцы 1–3); намагниченность насыщения $4\pi M_s$ (образцы 4–8), поле одноосной анизотропии H_A (образцы 9–11).

Кроме того, для ряда образцов была исследована зависимость критической плотности ВБЛ от температуры (рис. 1), при этом имелось в виду, что параметры материала являются функцией температуры.

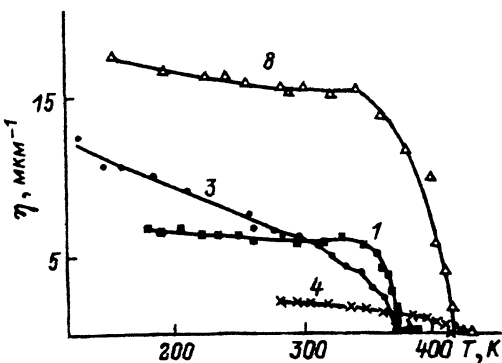


Рис. 1. Зависимость критической плотности ВБЛ от температуры.

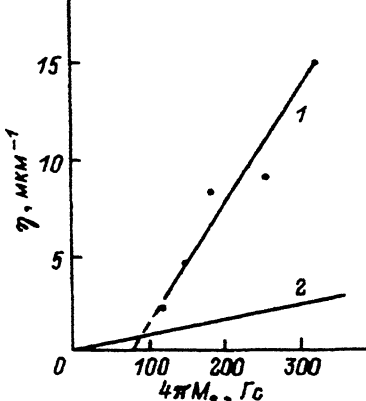


Рис. 2. Зависимость экспериментальной (1) и теоретической (2) плотности ВБЛ от намагниченности насыщения.

Как видно из рис. 1, зависимость $\eta = \eta(T)$ носит резко нелинейный характер, а критическая плотность ВБЛ падает до нуля при определенной для каждого образца температуре, которая, однако, как оказалось, всегда ниже соответствующей температуры Нееля на 15–30°.

В то же время анализ результатов, приведенных в таблице, показывает, что, слабо увеличиваясь с увеличением константы обмена (образцы 1–3), критическая плотность ВБЛ сильно увеличивается с ростом $4\pi M_s$ (образцы 4–8) и практически не зависит от анизотропии материала (образцы 9–11).

В соответствии с теорией [5] ширина изолированной ВБЛ по порядку величины определяется параметром $\Lambda_0 = [A / (2\pi M_s^2)]^{1/2}$. Отсюда плотность ВБЛ, пропорциональная Λ_0^{-1} , должна иметь следующую зависимость от параметров материала

$$\eta \sim \Lambda_0^{-1} = (2\pi M_s^2 / A)^{1/2}. \quad (1)$$

Номер образца	Состав	$4\pi M_s, \text{Гс}$	$H_A, \text{Э}$	$A \cdot 10^7, \text{Э/см}$	$\eta, \text{мкм}^{-1}$
1	(YSm) ₃ (FeGa) ₅ O ₁₂	203	1550	1.68	6.5
2	(BiTm) ₃ (FeGa) ₅ O ₁₂	190	1291	1.88	5.1
3	(YSmLuCa) ₃ (FeGe) ₅ O ₁₂	181	1550	2.71	8.3
4	(BiEuGd) ₃ (FeGa) ₅ O ₁₂	118	1680	2.85	2.3
5	(YSmLuCa) ₃ (FeGe) ₅ O ₁₂	146	1420	2.63	4.5
6	(YSmLuCa) ₃ (FeGe) ₅ O ₁₂	181	1550	2.71	8.3
7	(YSmLuCa) ₃ (FeGe) ₅ O ₁₂	253	1340	2.69	9.1
8	(YSmCa) ₃ (FeGe) ₅ O ₁₂	319	1640	2.88	15.1
9	(YEu) ₃ (FeGa) ₅ O ₁₂	98	890	1.54	5.8
10	(YBi) ₃ (FeGa) ₅ O ₁₂	104	3400	1.64	4.9
11	(YBi) ₃ (FeGa) ₅ O ₁₂	85	6100	1.53	4.6

Экспериментально наблюдаемые величины η в общем подтверждают зависимость (1), хотя связь с обменной константой не так однозначна.

Очевидно также, что уменьшение критической плотности ВБЛ с ростом температуры (рис. 1) объясняется тем, что с приближением температуры к точке Нееля резко уменьшается намагниченность насыщения материала. Это тем более очевидно, поскольку анализ данных таблицы показывает, что возможные температурные изменения обменной константы и анизотропии не могут существенно повлиять на критическую плотность ВБЛ. Однако, как следует из [4], ВБЛ теряют устойчивость раньше, чем $4\pi M_s$, обращается в нуль, поэтому наблюдаемая температура, при которой η становится равной нулю, ниже точки Нееля.

Что касается абсолютных значений предельной плотности η ВБЛ и ее функциональной зависимости от $4\pi M_s$ материала, то элементарный расчет по формуле [5]

$$\eta = (\sqrt{2\pi\Lambda_0})^{-1} = M_s/\sqrt{\pi A} \quad (2)$$

свидетельствует о сильном различии между теорией и экспериментом. На рис. 2 для образцов 4–8 (см. таблицу) представлена графически зависимость экспериментальных значений η от $4\pi M_s$ (кривая 1) и соответствующая кривая (кривая 2), полученная с использованием формулы (2).

Во-первых, обращает на себя внимание то, что для исследованных образцов экспериментальные значения η значительно выше теоретических (для $4\pi M_s > 200$ Гс — в 5 и более раз). Во-вторых, отличается сам ход зависимости $\eta = \eta(4\pi M_s)$. Если теоретическая кривая дает $\eta = 0$ при $4\pi M_s$, то экстраполяция экспериментальной кривой однозначно показывает, что критическая плотность ВБЛ обращается в нуль при ненулевом (около 80 Гс) значении намагниченности насыщения пленки.

Последнее обстоятельство прекрасно коррелирует с температурным экспериментом, обсужденным выше, и позволяет сделать предположение о том, что существует некоторое минимальное значение намагниченности насыщения пленки, ниже которого ВБЛ не могут устойчиво существовать в доменных границах.

Природа всех этих явлений пока неясна, однако следует обратить внимание на то, что при расчете Λ_0 [5] использована идеализированная структура ДГ с ВБЛ, характерная скорее лишь для центра ДГ. В ней не учитывается, например, скрученность доменной границы.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы.

1. Основным параметром феррит-гранатовой пленки, влияющим на критическую плотность ВБЛ в ДГ, является намагниченность насыщения.

2. Для больших значений $4\pi M_s$ (> 200 Гс) экспериментальные величины η превышают теоретические в 5 и более раз.

3. Существует некоторое минимальное значение $4\pi M_s$, ниже которого ВБЛ не могут устойчиво существовать в доменных границах.

- [1] Konishi S. // IEEE Trans. Magn. 1983. Vol. 19. N 5. P. 1838–1847.
 [2] Pougnet P., Arnaud L., Poirier M. et al. // IEEE Trans. Magn. 1991. Vol. 27. N 6. P. 5492–5497.
 [3] Naizma J., Van Mierloo K.L.L., Druyvesteyn W.F., Enz U. // Appl. Phys. Lett. 1975. Vol. 27. M 8. P. 459–462.
 [4] Барьяхтар Ф.Г., Линник А.И., Прудников А.М., Ходосов Е.Ф. // ФТТ. 1985. Т. 27. Вып. 8. С. 2503–2504.
 [5] Малоземов А., Слозуски Дж. Доменные стенки в материалах с ЦМД. М.: Мир, 1982. 382 с.

05:07:12

Журнал технической физики, т. 64, в. 12, 1994

© 1994 г.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФОТОЛИТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ В AgJ

В.А.Волл

Санкт-Петербургский государственный университет,
198904, Санкт-Петербург, Россия
(Поступило в Редакцию 23 февраля 1993 г.)

Настоящая работа посвящена сравнительной оценке расчетных значений энергий электронных состояний для наиболее вероятных моделей фотолитических центров (ФЦ) в AgJ применительно к энергетическим положениям максимумов наведенных полос в оптических спектрах этого вещества.

Модели фотолитических Ag центров в AgJ, привязываемые к известным спектральным данным, рассматривались в [1]. Предпосылками построения моделей были высокая концентрация подвижного Ag^+ и его участие в образовании ФЦ, что считается общепризнанным [2], а также локальная модификация структуры решетки до ОЦК или частично разупорядоченной ГПК, что показано прямыми экспериментами на макрокристаллах [3–5] и по модификации экситонных спектров микрокристаллов AgJ [6,7]. Характерные для AgJ наведенные полосы с максимумами 2.75–2.81, 2.43 и 2.27–2.31 эВ связывались соответственно с $V_k^- h^+$, Ag_2^+ и Ag_3^+ , ассоциированными с $V_k^- h^+$ -центрами [1]. Наведенная полоса с максимумом 3.435 эВ в [8,9] была приписана центрам Ag_6^{++} как элементарным ФЦ с n -типом электропроводности. В частности, сравнение энергии связи E_t молекул Ag_2 и Ag_3 [10] с энергетическим положением максимумов наведенных полос, приписываемых ФЦ с соответствующим числом атомов Ag, показало хорошее совпадение для ФЦ, включающего Ag_3^+ (2.28 и 2.29 эВ соответственно), при условии расположения атомов Ag в вершинах равнобедренного треугольника и 1.5^{\times} разницу в бинарном варианте центра, которая близка к 1.4^{\times} росту E_t в Ag_2^+ по отношению в Ag_3 [10]. По предполагаемой модели ФЦ разница в 0.16 эВ между энергетическим положением максимума спектральной