

получаем, что $\alpha \approx 0.1 q$ при $\xi \approx 0.05$. Таким образом, по резкому возрастанию затухания поляритона с ростом частоты можно судить о величине энергетической щели 2Δ в спектре возбуждений.

Особенно перспективными такие исследования нам представляются для ВТСП материалов, поскольку в них, согласно существующим экспериментальным данным, щель достаточно широка. Поэтому можно ожидать, что в этом состоянии поверхностные поляритоны с частотами до 10^{12} — 10^{13} с⁻¹ в этих материалах будут слабо затухать. В то же время затухание поляритонов таких частот в нормальном состоянии в этих материалах должно быть бо́льшим, так как длина свободного пробега в них достаточно мала. Важно также, что изучение распространения поляритонов может дать независимый способ определения параметров приповерхностного слоя материала, поскольку область распространения поляритона соответствует приповерхностному слою толщиной порядка глубины проникновения электромагнитного поля.

Список литературы

- [1] Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Электродинамика сплошных сред. М., 1982. 202 с.
[2] Бардин Дж., Шриффер Дж. Новое в изучении сверхпроводимости. М., 1962. 171 с.

Физико-технический институт
им. А. Ф. Иоффе АН СССР
Ленинград

Поступило в Редакцию
4 апреля 1990 г.

УДК 538.22 · 539.216.22

© Физика твердого тела, том 32, № 9, 1990
Solid State Physics, vol. 32, N 9, 1990

ПРОЦЕССЫ НАМАГНИЧИВАНИЯ ФЕРРИТ-ГРАНАТОВЫХ ПЛЕНОК, ВЫРАЩЕННЫХ НА ПОДЛОЖКАХ ОРИЕНТАЦИИ (112)

Ю. А. Бурым, С. В. Дубинко, Ю. Н. Мицай

В настоящей работе экспериментально изучены процессы перемагничивания и доменная структура (ДС) эпитаксиальных пленок ферритов-гранатов (ЭПФГ) ориентации (112). Главной особенностью исследованных пленок является наклонное расположение оси легкого намагничивания (ОЛН). В ранее известных работах экспериментально исследовались (111)-пленки с малыми отклонениями ОЛН либо от нормали [1, 2], либо от плоскости пленки [3]. (112)-ориентированные пленки представляют интерес в связи с возможностью варьировать в них наклон ОЛН от 0 до 90°, что является важным для некоторых магнитооптических устройств.

Образцы ЭПФГ состава $(YVi)_3(FeAl)_5O_{12}$ выращены на подложках $Gd_3Ga_5O_{12}$ ориентации (112). Намагниченность насыщения $4\pi M_0$ измерялась на вибромагнитометре, ДС наблюдалась с помощью поляризационного микроскопа. Процесс перемагничивания исследован магнитооптическим методом на автоматизированном магнитополяриметре, позволяющем получать зависимость угла фарадеевского вращения α_F при нормальном падении света от величины магнитного поля H при квазистатическом перемагничивании. При этом считалось, что угол α_F пропорционален M_s .

В размагниченном состоянии образцы ЭПФГ имели регулярную полюсовую ДС с четкими границами. На рис. 1 приведена типичная для исследованных образцов магнитооптическая кривая перемагничивания $\alpha_F = \alpha_F(H)$ в поле, перпендикулярном поверхности пленки. Начальный участок соответствует перемагничиванию ДС. В точке излома кривой ($H =$

$=H_1$, ($F=\alpha_0$) образец переходит в однородное состояние. При $H > H_1$ происходит однородное вращение \mathbf{M} до направления поля. Наличие двух различных участков на кривой перемагничивания свидетельствует о наклонном расположении ОЛН. Чтобы показать это, рассмотрим в рамках термодинамической теории [4] процесс перемагничивания ДС в случае, когда ОЛН составляет с нормалью к пленке угол θ_0 . Магнитное поле \mathbf{H} лежит в плоскости, содержащей ОЛН и нормаль к пленке, и составляет с нормалью угол χ . Внутреннее поле \mathbf{H}_i в пленке равно $\mathbf{H}_i = \mathbf{H} + \mathbf{H}_m$, где \mathbf{H}_m — поле размагничивания, $\mathbf{H}_m = -4\pi \langle M_z \rangle \mathbf{e}_z$, $\langle M_z \rangle$ — усредненная по объему Z -компонента намагниченности, \mathbf{e}_z — единичный орт нормали к пленке. Условие существования ДС $\mathbf{H}_i \perp \text{ОЛН}$ [4]. Отсюда легко получаются следующие соотношения:

$$H_i = H (\sin \chi / \cos \theta_0), \quad (1)$$

$$4\pi \langle M_z \rangle = H [\cos (\chi - \theta_0) / \cos \theta_0]. \quad (2)$$

Из (1) следует, что в нормальном поле ($\chi=0$) $H_i=0$, а следовательно, \mathbf{M} в доменах ориентирован вдоль ОЛН. Поэтому в точке $H=H_1$ (рис. 1)

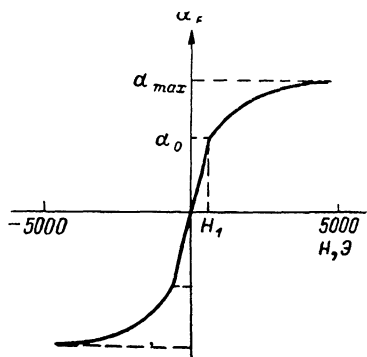


Рис. 1. Типичная для исследованных образцов зависимость угла фарадеевского вращения α_F от величины перпендикулярного магнитного поля.

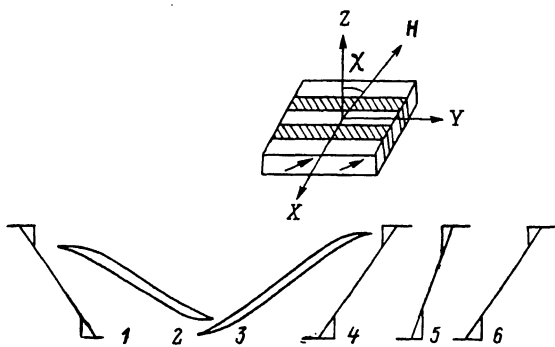


Рис. 2. Начальные характерные участки кривой намагничивания для образца № 3 при различных ориентациях χ поля \mathbf{H} в плоскости ZOY . $\chi = -90$ (1), -40 (2), -30 (3), 0 (4), 45 (5) и 90° (6).

образец насыщен вдоль ОЛН, угол θ_0 можно определить следующим образом:

$$\theta_0 = \arccos (\alpha_0 / \alpha_{\max}). \quad (3)$$

Параметры исследованных образцов приведены в таблице: h — толщина образца, d — период доменной структуры, $4\pi M_0$ — намагниченность насыщения, T_c — температура Кюри, θ_0 — угол отклонения ОЛН от нормали к образцу.

Как следует из (2), в случае ориентации поля \mathbf{H} в плоскости, содержащей ОЛН, при $\chi = \theta_0 \pm \pi/2$ $\langle M_z \rangle$ меняет знак. Экспериментально установлено, что при вращении перемагничивающего поля в плоскости, параллельной расположению полосовых доменов и содержащей нормаль к пленке, при некотором значении $\chi = \chi_0$ действительно происходит инверсия кривой намагничивания. Начальные характерные участки кривой для образца № 3 показаны на рис. 2. Луч света остается перпендикулярным пленке. При этом угол χ_0 оказывается примерно равным -37° , что соответствует перпендикуляру к ранее измеренному с помощью (3) значению $\theta_0 = 52.1$ для образца № 3. Таким образом, мы можем сделать вывод о том, что полосовые домены в исследованных пленках расположены вдоль проекции ОЛН на плоскость пленки, что логично и из общих энергетических соображений. На рис. 2 ОЛН лежит в плоскости ZOY .

Номер образца	h , мкм	d , мкм	$4\pi M_0$, Гс	T_c , °С	θ_0 , град
1	6.05	7.05	462	183	52.7
2	2.32	7.24	354	151	48.3
3	7.21	75.6	111	120	52.1
4	4.4	4.13	635	190	43.9
5	3.18	3.6	352	187	32.2
6	4.8	6.4	640	270	85.4

При перемагничивании ДС в наклонных полях установлено, что для всех исследованных образцов области существования ДС в плоскости ZOX (рис. 2) представляют собой эллипсы, меньшая и большая полуоси которых параллельны осям H_z , H_x соответственно. Области существования ДС в плоскости ZOY представляют собой эллипсы, малая ось которых составляет с осью H_z угол, близкий к значению θ_0 .

Таким образом, в работе показано, что угол наклона ОЛН в (112)-пленках может варьироваться от 0 до 90°. Приведены экспериментальные способы определения ориентации ОЛН.

Авторы выражают благодарность Б. А. Иванову за помощь в работе и ценные замечания.

Список литературы

- [1] Боков В. А., Яценко В. А., Быстров М. В., Зайцева Н. В. // Письма в ЖТФ. 1978. Т. 4. № 17. С. 1009—1013.
- [2] Яценко В. А., Боков В. А., Быстров М. В., Шер Е. С., Трофимова Т. К. // ФТТ. 1979. Т. 21. № 9. С. 2656—2663.
- [3] Бурым Ю. А., Пронина Н. В., Шапошников А. Н. // ФТТ. 1988. Т. 30. № 7. С. 1984—1988.
- [4] Барьяхтар В. Г., Богданов А. Н., Яблонский Д. А. // УФН. 1988. Т. 156. С. 47—92.

Симферопольский государственный университет
им. М. В. Фрунзе

Поступило в Редакцию
18 декабря 1989 г.
В окончательной редакции
11 апреля 1990 г.

© Физика твердого тела, том 32, № 9, 1990
Solid State Physics, vol. 32, N 9, 1990

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ И ФАЗОВОГО СОСТАВА НА СВОЙСТВА ПЛЕНОК $Bi_xSb_{2-x}Te_3$

А. И. Середюк, Я. Д. Шепетюк, З. Д. Ковалюк, В. К. Кива, С. Я. Голуб

Полупроводники Bi_2Te_3 и Sb_2Te_3 принадлежат к группе $A_2^IVB_3^{VI}$ и как материалы группы A^3B^6 являются слоистыми, обладающими высокой анизотропией механических и электрических свойств, соединениями. В настоящее время эти соединения, а также твердые растворы на их основе нашли широкое применение в качестве высокоэффективных термоэлектрических материалов [1]. Особый интерес представляет возможность использования этих соединений в качестве тензочувствительных элементов, полученных в пленочном виде.

Целью данной работы являются исследование структуры и фазового состава пленок $Bi_xSb_{2-x}Te_3$, зависимости коэффициента тензочувствительности K_T , температурного коэффициента сопротивления (ТКС) от термо-