

на 180° (в каждом домене направление P_s изменяется на противоположное или коэффициент K в (1) принимает значение -1 вместо $+1$), а именно $\Delta q_{23} \sim |P_s| L \sim 0.1$ ед. ГГСЭ ($P_s \approx 0.2$ мкКл/см² [1], $L \approx 10^{-4}$ см). Нетрудно проверить, что при всех других возможных вариантах изменения доменной структуры (изменение величины P_s и L , нарушение регулярности структуры) значения q_{23} должны быть по крайней мере на порядок меньше.

Осцилляции диэлектрической проницаемости ϵ_y кристаллов Rb_2ZnCl_4 в области несоизмеримой фазы наблюдались в [5], причем, так же как и в исследуемом случае, отчетливые осцилляции ϵ_y проявлялись только при охлаждении кристалла. По-видимому, в основе этих эффектов лежит один механизм — «закрепление» квазидоменных стенок (солитонов) в несоизмеримой фазе на структурных неоднородностях и их освобождение при определенных изменениях внешних условий.

Отметим, что аналогичные особенности изменения квадрупольного момента с температурой наблюдались нами также в полярной фазе кристаллов группы KDP. Однако наиболее ярко они проявляются в кристаллах Rb_2ZnCl_4 .

Список литературы

- [1] Hamano K., Ikeda Yo., Fujimoto T., Ema K., Hirotsu Sh. // J. Phys. Soc. Jpn. 1980. V. 49. N 6. P. 2278—2286.
- [2] Sawada Sh., Shiroishi Y., Yamamoto A., Takashige M., Matsuo M. // J. Phys. Soc. Jpn. 1977. V. 43. N 6. P. 2099—2100.
- [3] Gladkii V. V., Kirikov V. A., Zheludev I. S. // Ferroelectrics. 1988. V. 79. Pt II. P. 283—286.
- [4] Gladkii V. V. // Phase Transitions, section A. 1986. V. 6. N 4. P. 273—328.
- [5] Unruh H.-G. // J. Phys. C: Sol. St. Phys. 1983. V. 16. N 17. P. 3245—3255.

Институт физики

Дагестанский филиал АН СССР

Махачкала

Институт кристаллографии АН СССР

Москва

Поступило в Редакцию

17 января 1989 г.

УДК 548:537.611

Физика твердого тела, том 31, в. 5, 1989

Solid State Physics, vol. 31, № 5, 1989

ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРОВ МАГНИТОСТАТИЧЕСКИХ ВОЛН, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ АНИЗОТРОПИЕЙ

И. В. Зависляк, В. М. Талалаевский, Л. В. Чевнюк

Известно [1-4], что магнитная анизотропия оказывает существенное влияние на спектры магнитостатических волн (МСВ) ферритовых пленок. В частности, деформируются спектры поверхностных и объемных МСВ, появляются новые типы волн, обусловленные только анизотропией.

Целью настоящей работы является экспериментальное исследование спектров поверхностных и объемных МСВ в окрестности частоты однородного ферромагнитного резонанса ω_0 и выявление их особенностей, обусловленных анизотропией.

Экспериментальные исследования АЧХ СВЧ электродинамической структуры (ЭС), включающей ферритовую пленку, намагниченную в плоскости, и две микрополосковые антенны (передающую и приемную), позволяют достаточно подробно изучать бегущие МСВ в окрестности ω_0 . Согласно теории Дэймона и Эшбаха [5], дисперсионные ветви поверхностных МСВ (ПМСВ) и обратных объемных МСВ (ООМСВ) изотропного ферритового слоя выходят из одной точки $\omega = \omega_0 = \gamma\sqrt{H_0(H_0 + 4\pi M)}$, $k=0$, где H_0 — внешнее подмагничивающее поле, γ — модуль гиромангнитного

отношения. При этом перпендикулярно вектору \mathbf{H}_0 могут распространяться только ПМСВ, а параллельно — только ООМСВ. Это означает, что полосы пропускания ЭС, управляемые подмагничивающим полем, в режимах, когда вектор \mathbf{H}_0 параллелен антеннам (распространяются ПМСВ) и \mathbf{H}_0 перпендикулярен антеннам (распространяются ООМСВ), не пересекаются в окрестности ω_0 и типичная картина должна иметь вид рис. 1, а. В реальной ситуации, когда мы имеем дело с монокристаллическими гранатовыми

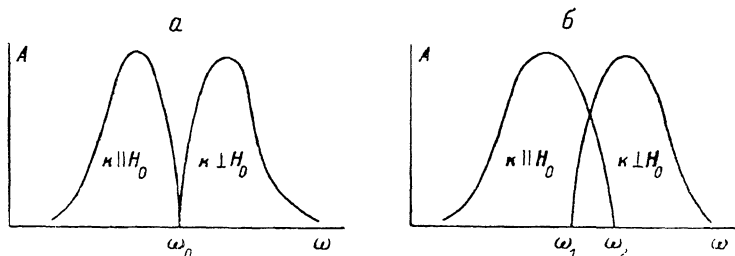


Рис. 1. АЧХ ЭС с изотропной ферритовой пленкой (а) и (111) ЖИГ-пленкой (б).

пленками, на спектры МСВ существенное влияние оказывает анизотропия. Обычно пленки железо-иттриевого граната (ЖИГ) обладают кубической магнитной кристаллографической анизотропией и одноосной ростовой анизотропией. Анизотропия приводит к появлению в спектре магнито-статических волн касательно намагниченной (111) ЖИГ-пленки прямых объемных МСВ (ПОМСВ) и обратных объемных МСВ (ООМСВ), распро-

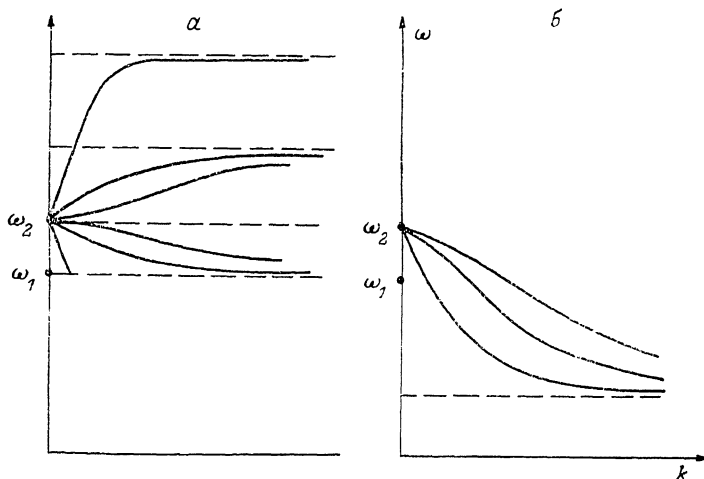


Рис. 2. Дисперсия МСВ в касательно намагниченной (111) ЖИГ-пленке. $\mathbf{k} \perp \mathbf{H}_0 \parallel \langle 110 \rangle$ (а), $\mathbf{k} \parallel \mathbf{H}_0 \parallel \langle 110 \rangle$ (б).

страняющихся перпендикулярно вектору статической намагниченности \mathbf{M} , ориентированному вдоль оси $\langle 110 \rangle$ [3, 4]. Спектр имеет вид рис. 2, а.

Экспериментальные исследования АЧХ ЭС с (111) ЖИГ-пленкой, намагниченной вдоль оси $\langle 110 \rangle$, проведенные в настоящей работе, показали, что она имеет вид рис. 1, б. Частотное перекрытие $\Delta \omega$ объясняется существованием в анизотропной пленке ООМСВ, распространяющихся перпендикулярно \mathbf{H}_0 , так как только эти волны могут распространяться в диапазоне частот $\omega_1 \leq \omega \leq \omega_2$ как при параллельном, так и при перпендикулярном антеннам \mathbf{H}_0 (рис. 2, а, б).

Полагая, что вектор \mathbf{M}_0 лежит в плоскости (111), параллелен \mathbf{H}_0 и направлен вдоль оси $\langle 110 \rangle$, можно определить частоты ω_1 и ω_2 [3, 4]

$$\omega_1 = \gamma \{ H_0 (H_0 + 4\pi M - H_x - H_k) - 2H_x^2 - 2\pi M [H_x + H_k + \sqrt{(H_x + H_k)^2 + 8H_k^2}] \}^{1/2}, \quad (1)$$

$$\omega_2 = \gamma [H_0 (H_0 + 4\pi M - H_x - H_k) - 2H_k^2]^{1/2}, \quad (2)$$

где $H_n = 2k_n/M$, $H_k = k_1/M$ — [поля одноосной и кубической анизотропии; k_n , k_1 — константы кубической и одноосной анизотропии. Частотное перекрытие АЧХ

$$\Delta\omega = \frac{\gamma^2 2\pi M}{\omega_1 + \omega_2} (H_n + H_k) + \sqrt{(H_n + H_k)^2 + 8H_k^2}. \quad (3)$$

Результаты измерений на (111) ЖИГ-пленке толщиной $S \approx 33.5$ мкм показали, что $\Delta\omega/2\pi \approx 140$ МГц при $\omega_1/2\pi \approx 2640$ МГц и $\omega_2/2\pi \approx 2780$ МГц. Используя (3), можно получить выражение для поля одноосной анизотропии

$$H_n = \frac{\alpha}{2} - \frac{4H_k^2}{\alpha} - H_k, \quad (4)$$

где $\alpha = \Delta\omega(\omega_1 + \omega_2)/\gamma^2 \cdot 2\pi M$. Если учесть, что H_k можно оценить по зависимости ω_2 от направления подмагничивания пленки в плоскости [6] и для ЖИГ $H_k \approx -60$ Э, то $H_n \approx -20$ Э.

В заключение отметим, что исследование перекрытия АЧХ ЭС с МСВ, распространяющимися вдоль и поперек подмагничивающего поля, подтверждает существование в анизотропной пленке ООМСВ, распространяющихся перпендикулярно H_0 , дает возможность оценить с учетом результатов работы [6] поля одноосной и кубической анизотропии, а также $4\pi M$ из касательного режима подмагничивания. Анализ влияния эффектов запаздывания на величину $\Delta\omega$ показывает, что они не меняют полученных теоретических оценок. Изменяя ход дисперсионных кривых при $k \rightarrow 0$, $\omega \rightarrow \omega_2$, эти эффекты не влияют на частотные границы спектра ООМСВ [7], т. е. в нашем случае на частоту ω_2 . Что касается частоты ω_1 , то вблизи этой частоты хорошо работает магнитостатическое приближение.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Schneider B. // Phys. St. Sol. (B). 1972. V. 51. N 1. P. 325—338.
- [2] Schneider B. // Phys. St. Sol. (B). 1974. V. 66. N 1. P. 99—106.
- [3] Берегов А. С., Кудинов Е. В. Магнитостатические волны в произвольно ориентированной пленке кубического ферромагнетика с наведенной анизотропией. Ч. II. Дисперсионные характеристики магнитостатических волн. 1987. В. 6 (400). С. 8—12.
- [4] Gieniusz R., Smoczynski L. // J. Magn. and Magn. Mater. 1987. V. 66. N 3. P. 366—372.
- [5] Damon R. W., Eshbach J. R. // J. Phys. Chem. Solids. 1961. V. 19. N 3/4. P. 308—320.
- [6] Берегов А. С., Кудинов Е. В., Обламский В. Г. // Изв. вузов, радиоэлектроника. 1986. Т. 29. № 7. С. 37—42.
- [7] Ruppin R. // J. Appl. Phys. 1987. V. 62. N 1. P. 15—16.

Киевский государственный
университет им. Т. Г. Шевченко
Киев

Поступило в Редакцию
21 июля 1988 г.
В окончательной редакции
18 января 1989 г.

ОБ ЭФФЕКТЕ ФАРАДЕЯ В СЛАБЫХ ФЕРРОМАГНЕТИКАХ

Д. В. Малазонья

Магнитооптические эффекты в слабых ферромагнетиках сравнимы по порядку величины с аналогичными эффектами в ферритах-гранатах, хотя величина намагниченности у первых кристаллов в 20 раз меньше, чем у вторых. Эффект Фарадея (ЭФ) в слабых ферромагнетиках — ортоферритах — не увеличивается пропорционально вектору слабого ферромагнетика