Изв. АН Армянской ССР, Физика, 3, 59—62 (1968)

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРА ЗАТУХАНИЯ ТОНКИХ МАГНИТНЫХ ПЛЕНОК С ПОМОЩЬЮ КУМЕТРА

К. А. НАРИНЯН, К. А. ЕГИЯН

Коэффициент затухания тонких магнитных пленок α является одним из основных параметров, характеризующих поведение пленок при высоких частотах, в связи с чем в ряде работ рассматривается его частотная зависимость и методы измерения [1—3]. В этих работах α определялся по ширине линий поглощения ферромагнитного резонанса, причем во всех работах он уменьшался с ростом частоты.

В настоящей работе для измерения α в диапазоне частот 50—250 *Мгц* используется куметр. α расчитывается по отношению действительной части проницаемости пленки по трудной оси к ее мнимой части.

Методика измерений. Из общей теории магнитных спектров можно показать, что при высоких частотах дифференциальная магнитная проницаемость магнитных пленок по трудной оси имеет вид [4]

$$\mu_T(j\omega) = \frac{4\pi M}{H_k} \cdot \frac{1}{1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} + j\frac{\omega}{\omega_0^2} 4\pi\alpha\gamma M}, \tag{1}$$

где ω — циклическая частота измерений;

ω_0 — собственная частота ферромагнитного резонанса магнитных пленок, определяемая выражением

$$\omega_0 = \gamma\sqrt{4\pi M H_k}, \tag{2}$$

где γ — гиромагнитное отношение, равное $1{,}83 \cdot 10^7$ *э/сек*$^{-1}$;

H_k — поле анизотропии;

M — намагниченность насыщения, которая в дальнейшем принималась равной $10^4/4\pi$ *гс*.

Определив из выражения (1) действительную и мнимую части проницаемости пленки, получим

$$\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{\omega_0^2 - \omega^2}{4\pi\alpha\gamma\,\omega} = Q_M, \tag{3}$$

где Q_M — добротность ферромагнитной пленки по аналогии с массивными материалами [5].

Определив Q_M из куметрических измерений, можно по выражению (3) вычислить α.

Для определения Q_M использовался куметр Tesla BM-409. Вокруг стеклянной подложки с напыленной магнитной пленкой наматы-

вается один или несколько витков (в зависимости от частоты) медной проволоки диаметром 0,2 *мм*. Полученная индуктивность подключается к клеммам L_x куметра. Как обычно, μ_1 определяется по сдвигу резонансной частоты, а μ_2—изменением добротности контура куметра. Используя обычные соотношения, можно показать, что добротность пленки определяется из выражения [6]

$$Q_M = \frac{\Delta G}{G_2} \cdot \frac{Q_1 Q_2}{Q_1 - Q_2}, \tag{4}$$

где $\Delta C = C_1 - C_2$;

C_2 и C_1 — показания измерительного конденсатора куметра при наличии и отсутствии образца в измерительном контуре;

Q_2 и Q_1 — соответствующие показания измерителя добротности.

Для определения Q_1 и C_1 использовалось большое смещающее поле порядка 100 *э*, при этом проницаемость магнитной пленки и проницаемость воздуха равны.

Точность измерений Q_M — $3 \div 15\%$ в зависимости от добротности пленки.

Результаты измерений. Были исследованы три пленки состава 81% Ni, 17% Fe. Образцы были получены методом вакуумного напыления в постоянном поле 40 *э*. Пленки осаждались на нагретые покровные стекла размером 18×18×0,2 *мм* и имели форму дисков диаметром 10 *мм*. Толщина пленок 1700—1900 Å. Поле анизотропии H_k, коэрцитивная сила H_c определялись феррографическим методом на частоте 1000 *гц*. H_k определялась по Кобелеву [7]. H_c — в поле 5 *э*. Угловая дисперсия φ_{80} определялась импульсным методом № 1 Кроутера.

В табл. 1 приводятся данные измерений магнитных характеристик, а также измеренные на разных частотах добротности пленок Q_M. Значения $\frac{\omega_0}{2\pi}$, приведенные в таблице, определялись по формуле (2).

Таблица 1

№№ образцов	H_c, *э*	H_k, *э*	$\frac{H_c}{H_k}$	φ_{80}	$\frac{\omega_0}{2\pi}$ *Мгц*	Q_M				
						50 *Мгц*	100 *Мгц*	150 *Мгц*	2000 *Мгц*	250 *Мгц*
11П	2,8	2,0	1,4	6°	410	4,6	3,2	2,5	1,73	1,25
47л	3,1	3,7	0,84	1,3°	575	12,4	7,1	4,75	3,6	2,8
43л	1,8	4,2	0.43	1,1°	600	17,0	12,2	8,0	6,75	5,5

На рис. 1 приводится зависимость коэффициента затухания от частоты, α определялся по выражению (3). Из кривых видно, что с уменьшением частоты α существенно растет, причем рост тем боль-

ше, чем больше отношение H_c/H_k. Полученные данные качественно согласуются с данными [1—3].

Согласно [2—3], зависимость α от частоты имеет вид

$$\alpha = \alpha_0 + \frac{A}{\omega}, \tag{5}$$

где α_0 — высокочастотный параметр затухания;

A — некоторый член, связанный с дисперсией анизотропии.

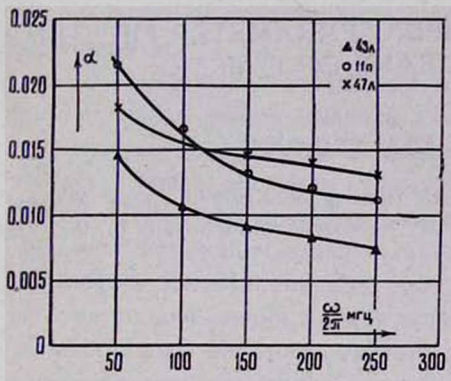

Рис. 1. Кривые зависимости $\alpha\left(\frac{\omega}{2\pi}\right)$.

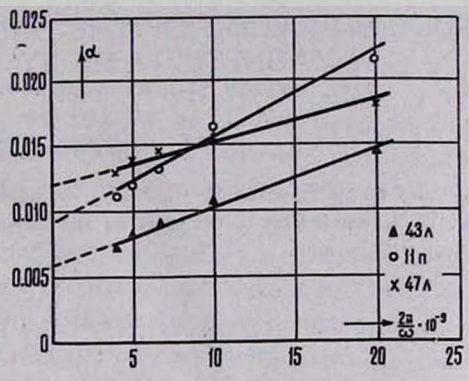

Рис. 2. Кривые зависимости $\alpha\left(\frac{2\pi}{\omega}\right)$.

Полученные экспериментальные значения интерполированы функцией вида (5), в связи с чем на рис. 2 приведены обратные функции $\alpha = f\left(\frac{2\pi}{\omega}\right)$. Ясно, что при выполнении зависимости типа (5) α должен быть линейной функцией $\frac{2\pi}{\omega}$, а экстраполяция его до пересечения с осью ординат должна дать значение α_0. Из рис. 2 видно, что, действительно, экспериментальные точки в первом приближении ложатся на прямую.

ЕрНИИММ

Поступила 22 сентября 1967

ЛИТЕРАТУРА

1. *D. O. Smith*, J. Appl. Phys., 29, 264 (1958).
2. *R. H. Nelson*, J. Appl. Phys., 808, 35 (1964).
3. *F. Vescial, T. J. Hutchings, E. D. Jacobs, W. L. Zingery*, J. Appl. Phys., 36, 1054 (1965).
4. *А. Л. Фрумкин, К. М. Поливанов*, ФММ, 14, 165 (1962).
5. *К. М. Поливанов*, Ферромагнетики, Госэнергоиздат, М., 1957.
6. *Г. М. Ремез*, Курс основных радиотехнических измерений, Связьиздат, М., 1965.
7. *В. В. Кобелев*, Петли гистерезиса одноосных ферромагнитных пленок, ИТМ и ВТ, АН СССР, 1961.

ՆՐԲԱՇԵՐՏ ՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԹԱՂԱՆԹՆԵՐԻ ՄԱՐՄԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ՔՈՒՄԵՏՐԻ ՕԳՆՈՒԹՅԱՄԲ

Կ. Ա. ՆԱՐԻՆՅԱՆ, Կ. Ա. ԵՂԻՅԱՆ

Քումետրի օգնությամբ չափվում է նրբաշերտ մագնիսական թաղանթի Ջիլբերտի α մարման պարամետրը։ Ցույց է տրված, որ հաճախականության փոքրացմանը համապատասխանում է α-ի աճ՝ թաղանթի անիզոտրոպիկ դիսպերսիային համեմատական կարգով։

DETERMINATION OF THE DAMPING PARAMETER OF THIN MAGNETIC FILMS BY MEANS OF Q-METER

K. A. NARINIAN and K. A. YEGHIAN

The damping parametcr „α" of thin magnetic films is measured by means of Q-meter. It is shown that α increases as the frequency decreases proportionally to the anisotropy dispersion.