

ХАРАКТЕР ПЕРЕМАГНИЧИВАНИЯ ОБМЕННОСВЯЗАННЫХ ДВУХСЛОЙНЫХ ФЕРРОМАГНИТНЫХ ПЛЕНОК

В. А. МАМЯН, К. А. ЕГИЯН, Ю. Г. САНОЯН

Обменносвязанные многослойные цилиндрические пленки успешно применяются в запоминающих устройствах с неразрушающим считыванием информации [1]. Теоретические расчеты таких систем являются довольно сложными и в общем случае проводятся либо численно на ЭВМ, либо с помощью различных аппроксимаций вида обменной энергии, что часто приводит к некорректным результатам [2, 3]. Аналитические решения получены только для некоторых частных случаев [4, 5]. В настоящее время в литературе имеется мало прямых количественных экспериментальных данных [6, 7], подтверждающих теоретические модели перемангничивания многослойных обменносвязанных пленок, в связи с чем и была предпринята настоящая работа.

Для экспериментальной проверки наиболее доступными являются результаты работы [5], где проведен точный аналитический расчет петель гистерезиса двухслойной обменносвязанной пленки, состоящей из магнито-жесткого и анизотропного магнитомягкого слоев, в интервале полей, недостаточных для изменения направления намагниченности магнито-жесткого слоя.

В исследованных пленках жестким слоем служила пленка железа толщиной порядка 0,17 мкм, магнитомягким — железоникелевые пленки состава 17/83 и толщиной от 0,2 до 0,45 мкм. Пленки железа были изотропными и имели коэрцитивную силу (H_c) порядка 50 э. Выбор изотропной жесткой пленки удобен тем, что позволяет фиксировать ее намагниченность в желаемом направлении после приложения больших постоянных полей. Железоникелевые пленки имели следующие параметры: $H_c = 1,5 \div 1,8$ э, а поле анизотропии $H_k = 2,8 \div 3,0$ э.

Пленки последовательно осаждались при давлении $1 \cdot 10^{-6}$ тор в едином технологическом цикле без нарушения вакуума в системе. Осаждение велось из тигелей, нагреваемых электроннолучевой бомбардировкой. Вначале напылялась железоникелевая пленка при температуре подложки 250°C, затем при 80°C осаждалась пленка железа. Указанные условия осаждения выбирались с целью уменьшения возможности загрязнения взаимосвязанных поверхностей и предотвращения взаимной диффузии.

На рис. 1 приводятся характерные петли гистерезиса, снятые индукционным способом, для пленок с жестким слоем, предварительно намагниченным соответственно вдоль ОЛН и ОТН анизотропного слоя полем в 200 э (А. Б). В обоих случаях пленка перемангничивалась вдоль ОЛН и ОТН магнитомягкого слоя переменным полем с частотой 50 Гц, амплитуда которого не превышала $H_c/2$ для обеспечения условия постоянства на-

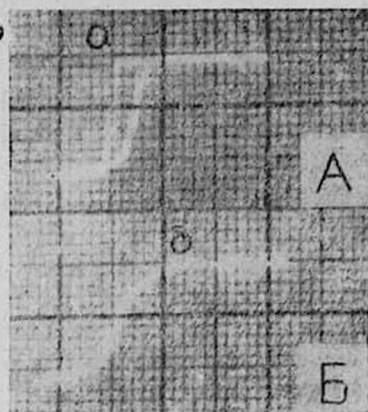


Рис. 1. Продольные петли гистерезиса двухслойной пленки вдоль ОЛН(А) и ОН(Б), снятые при амплитудах перемагничивающих полей 11 э (А) и 14 э (Б). Точкам а и б на петлях соответствуют поля $H_{кр}^a$ и $H_{кр}^b$.

правления намагниченности жесткого слоя. Выбор исходных состояний пленки (А, Б) позволил по перегибу на петлях гистерезиса (точки а, б) провести количественное сравнение с теоретическими расчетами [5], используя формулы

$$H_{кр}^a = -H_k - \frac{\pi^2 A}{2M_s d^2}, \quad H_{кр}^b = H_k - \frac{\pi^2 A}{2M_s d^2},$$

где A —константа обменной энергии, M_s — намагниченность магнитомягкой пленки, d —ее толщина.

На рис. 2 приводится зависимость $H_{кр}^a$ и $H_{кр}^b$ от $1/d^2$. Как видно

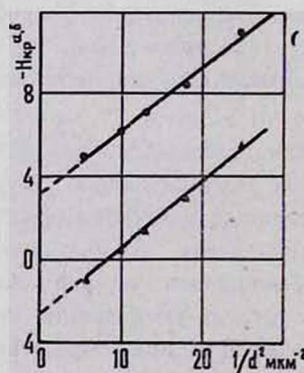


Рис. 2. Зависимость $H_{кр}^a$ (●) и $H_{кр}^b$ (▲) от $1/d^2$.

из рисунка, экспериментальные точки хорошо аппроксимируются параллельными прямыми, пересекающимися с осью ординат в точках $\pm H_k$. Отсюда по углу наклона прямых можно определить константу

обменной энергии A . Для $M_s = 800$ э имеем $A = 0,53 \cdot 10^{-6}$ эрг см $^{-1}$, что с приемлемой точностью совпадает с экспериментальными данными, полученными в работе [8].

Таким образом, экспериментальные результаты подтверждают теоретическую модель перемангничивания обменносвязанных двухслойных пленок в слабых полях, указывая на правильность выбора ее предпосылок.

Ереванский государственный
университет

Поступила 29.III.1976

ЛИТЕРАТУРА

1. E. Goto et al. J. Appl. Phys., 36, 2951 (1965).
2. N. Hayashi, E. Goto. Jap. J. Appl. Phys., 10, 128 (1970).
3. А. Нелон. Сб. Физика тонких пленок, Изд. Мир, М., 1973.
4. N. M. Salansky, M. Sh. Eruchtmov. Thin Solid Films, 6, 129 (1970).
5. Ю. Г. Саноян, К. А. Егиян. ФММ, 38, 231 (1974).
6. А. А. Глазер и др. Сб. Физика магнитных пленок, Иркутск, 1968, стр. 190.
7. Н. М. Саланский, Э. Г. Хасанов, К. М. Мухомов. ФТТ, 17, 2796 (1975).
8. M. H. Seavey, P. E. Tannenwald. J. Appl. Phys., 30, 2275 (1959).

ՄԱՎԱԼԱՓՈԽԱՆԱԿԱՅԻՆ ՈՒԺԵՐՈՎ ԿԱՊՎԱԾ ԵՐԿՇԵՐՏ ՖԵՐՐՈՄԱԳՆԵՏԻՍԱԿԱՆ ԹԱՂԱՆԹՆԵՐԻ ՎԵՐԱՄԱԳՆԵՍԱՑՄԱՆ ԲՆՈՒՅԹԸ

Վ. Ա. ՄԱՄՅԱՆ, Կ. Ա. ԵԳԻՅԱՆ, ՅՈՒ. Գ. ՍԱՆՈՅԱՆ

Ուսումնասիրված է փոքր կոերցիտիվությամբ օժտված շերտի վերամագնիսացումը ծավալափոխանակային ուժերով կապված երկշերտ ֆերոմագնիսական թաղանթներում: Ստացված փորձնական արդյունքների հիման վրա գնահատված է ծավալափոխանակային փոխազդեցության գործակցի արժեքը: Ցույց է տրված, որ փորձնական և տեսական արդյունքները լավ համընկնում են:

MAGNETIC REVERSAL OF EXCHANGE COUPLED TWO-LAYER FERROMAGNETIC FILMS

V. A. MAMYAN, K. A. EGIYAN, Yu. G. SANOYAN

The magnetic reversal of a soft layer in a two-layer exchange coupled film with ferro-ferromagnetic interaction was studied. It was shown that the obtained experimental data agree well with the theoretical results. On the basis of the experimental data the value of the exchange energy constant was estimated.