

05; 09

© 1993

# ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК ФЕРРИТ-ГРАНАТОВ С МАГНИТНОЙ ТОЧКОЙ КОМПЕНСАЦИИ

А.М. З ю з и н, В.В. Р а д а й к и н,  
Ю.В. С т а р о с т и н

Возможности использования поликристаллических пленок феррит-гранатов (ППФГ) в качестве материала - носителя информации для магнитооптических дисков (МОД) основаны на особенностях температурных зависимостей физических параметров этих материалов [1-3]. В частности, необходимым условием функционирования МОД на основе ППФГ является наличие магнитной точки компенсации.

Целью данной работы являлось исследование поведения эффективного поля одноосной анизотропии  $H_K^{эф} = H_K - 4\pi M$  ширины  $2\Delta H$  и интенсивности линии ФМР, а также намагниченности  $M$  ППФГ в интервале температур  $(-80 \pm 250^\circ \text{C})$ , включающем температуру компенсации  $\theta_c$ . Пленки состава  $(BiGd)_3(ScAlFe)_5O_{12}$  были получены методом химического осаждения на подложки из гадолиний-галлиевого граната и стекла с последующей кристаллизацией при отжиге. Толщина пленок, измеренная интерференционным методом, составляла 0,2-0,7 мкм. Отметим, что из-за различия температурных коэффициентов расширения (ТКР) подложки и пленки, последняя находилась в упруго-деформированном состоянии. По этой причине монокристаллические зерна пленки обладали магнитоупругой компонентой анизотропии, которая в целом по образцу проявляла себя как одноосная. Соответствующее поле анизотропии рассчитывалось по резонансным полям при перпендикулярной  $H_{\perp}$  и параллельной  $H_{\parallel}$  ориентациях [4].

Как следует из результатов исследований, в ППФГ на стекле с мало различающимися ТКР подложки  $d_p$  и пленки  $d_f$  ( $|d_f - d_p| \leq 1 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ) поле  $H_K^{эф}$  незначительно изменялось с температурой (рис. 1). Причем, в зависимости от знака разности  $d_f - d_p$ ,  $H_K^{эф}$  принимало как положительные, так и отрицательные значения.

В образцах с заметным различием  $d_f$  и  $d_p$  ( $d_f - d_p \approx 1 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ) при приближении к  $\theta_c$  как со стороны низких, так и высоких температур происходило резкое возрастание  $H_K^{эф}$  (рис. 2). Подобное поведение  $H_K(T)$  наблюдалось и в ППФГ на ГГГ в области температур от  $\theta_c$  и выше (рис. 3). В таких пленках при температурах ниже  $\theta_c$  сигнал ФМР зарегистрировать не удавалось. Резкое возрастание  $H_K^{эф}$  при приближении к  $\theta_c$  можно объяснить уменьшением  $M$  и аддитивностью вкладов в магнитоупругую энер-

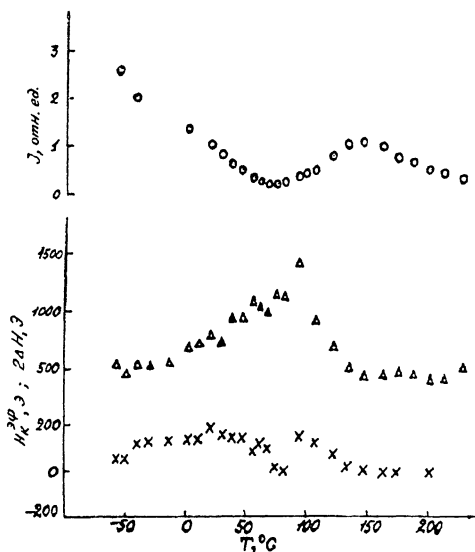


Рис. 1. Температурные зависимости  $H_K^{эф}(x)$ ,  $2\Delta H(\Delta)$  и  $J(\odot)$ :  
 1 - для ППФГ с  $(\alpha_f - \alpha_p) \approx 1 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , 2 - для ППФГ с  $(\alpha_f - \alpha_p) > 1 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , 3 - для ППФГ на ГГТ.

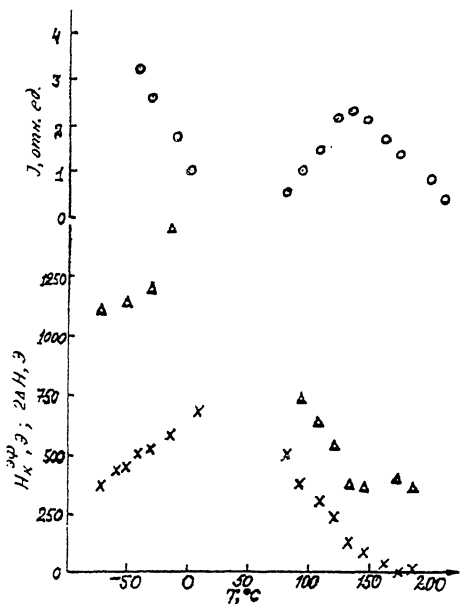


Рис. 2. То же, что на рис. 1.

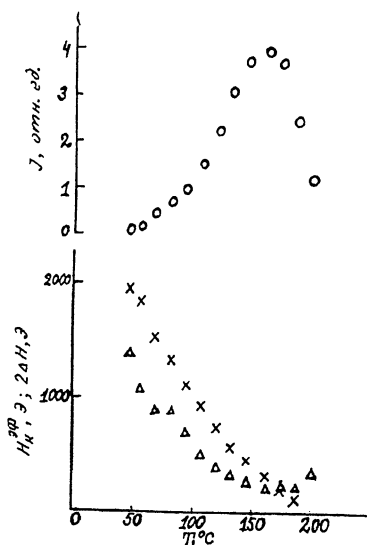


Рис. 3. То же, что на рис. 1 и 2.

гию от железных (тетраэдрической и октаэдрической) и редкоземельной (додекаэдрической) подрешеток. Поле анизотропии в этом случае будет определяться формулой [5]

$$H_K = \frac{2K^{эф}}{M_1 - M_2}, \quad (1)$$

в соответствии с которой вблизи  $\theta_c$  должно происходить возрастание  $H_K$ . В формуле (1)  $K^{эф}$  — эффективная константа анизотропии, имеющей магнитоупругую природу,  $M_1$  — результирующая намагниченность тетраэдрической и октаэдрической подрешеток,  $M_2$  — намагниченность додекаэдрической подрешетки.

Исследования температурных зависимостей ширины линии показали, что во всех ППФГ при приближении к  $\theta_c$  происходит сильное возрастание  $2\Delta H$  (рис. 1–3). В образцах на ГГГ, а также на стеклянных подложках с заметным значением  $(\alpha_f - \alpha_p)$  уширение вблизи  $\theta_c$  было настолько велико, что сигнал ФМР в довольно широком интервале не регистрировался. Поскольку интенсивность линии поглощения  $I \sim \frac{H}{2\Delta H}$  [5], то отсутствие сигнала ФМР в области  $\theta_c$  можно объяснить двумя факторами: уменьшением  $M$  и возрастанием  $2\Delta H$  в этой области. Возрастание  $2\Delta H$  вблизи  $\theta_c$  связано: 1) с увеличением собственной ширины линии  $2\Delta H_0$  в соответствии с соотношением [5].

$$2\Delta H_0 = 2\omega \frac{(\alpha_1 M_1 / \gamma_1) - (\alpha_2 M_2 / \gamma_2)}{M_1 - M_2} = 2\omega \alpha_{эф}, \quad (2)$$

где  $\omega$  – частота ВЧ-поля,  $\alpha$  – параметр затухания,  $\gamma$  – гиромагнитное отношение, индексы 1 относятся к результирующим параметрам тетраэдрической и октаэдрической подрешеток, 2 – к параметрам додекаэдрической; 2) с увеличением вклада в ширину линии, обусловленного действием кубической анизотропии, из-за резкого возрастания  $H_{K1}$  вблизи  $\theta_c$ . Возрастанием  $H_{K1}$  можно объяснить и наблюдавшееся уменьшение значений  $(\omega/\gamma)$ , рассчитываемых по  $H_{\perp}$  и  $H_{\parallel}$ , из-за смещения максимума кривой поглощения при обеих ориентациях [5]. Величина уширения ( $\sim \frac{5}{3} H_{K1}$ ) и величина смещения  $\omega/\gamma$  ( $\sim \frac{1}{2} H_{K1}$ ) дают близкие значения  $H_{K1}$ .

В ППФГ с заметным значением поля одноосной анизотропии  $H_K$ , кроме того, к дополнительному уширению линии поглощения приводит вклад, связанный с дисперсией  $H_K$  [7]. При приближении к  $\theta_c$  происходит увеличение как среднего значения  $H_K$ , так и дисперсии этого параметра.

Проведенные исследования показали, что при приближении к  $\theta_c$  происходит уменьшение интенсивности линии поглощения. Наиболее разкий спад  $J$  в области  $\theta_c$  наблюдается в ППФГ с заметным значением  $(\alpha_f - \alpha_p)$  и осажденных на ГГГ (рис. 2, 3).

В работе были использованы зависимости усредненной по объему намагниченности  $M$  от температуры.  $M$  определялась по площади под кривой поглощения (по интенсивности и ширине линии) [6]. Как следует из полученных результатов, в ППФГ с малым рассогласованием  $(\alpha_f - \alpha_p)$  (рис. 1) отсутствует полная компенсация средней намагниченности. Это можно объяснить разбросом локальных значений  $\theta_c$  из-за неоднородности состава различных монокристаллических зерен ППФГ.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] K r u m m e J.P., D o r m a n V., E s k a r t R. // IEEE Trans Magn. 1984. MAG-20. N 5. P. 983-985.
- [2] G o m i M., T a n i d a T., A b e M. // J. Appl. Phys. 1985. V. 57 (1). N 15. P. 3888-3890.
- [3] M u z i n o J., G o m i M. // IEEE Trans. Magn. 1986. V. MAG-22. N 5. P. 1236-1238.
- [4] M a k i n o H., H i d a k a Y. // Mat. Res. Bull. 1981. V. 16. N 8. P. 957-966.
- [5] Г у р е в и ч А.Г. Магнитный резонанс в ферритах и антиферромагнетиках. М.: Наука, 1973. 591 с.

- [6] З ю з и н А.М., Р а н д о ш к и н В.В., Т е л е с н и н Р.В. // ЖТФ. 1982. Т. 52. № 9. С. 1896-1898.
- [7] В а н ь к о в В.Н., З ю з и н А.М., С т а р о с т и н Ю. В. // Письма в ЖТФ. 1992. Т. 18. В. 21. С. 66-70.

Мордовский государственный  
университет им. Н.П. Огарева

Поступило в Редакцию  
11 апреля 1993 г.