

**Магнитные свойства и фазовый состав тонких пленок сплавов системы  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$  и  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50-x}\text{Pd}_x$**

Е. М. Артемьев<sup>1</sup>, А.Е.Бузмаков<sup>1</sup>, В.С.Цикалов<sup>1</sup>, Л.Е.Якимов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Сибирский федеральный университет, <sup>2</sup>Сибирский государственный аэрокосмический университет им. М.Ф. Решетнева, Красноярск e-mail-aem49@yandex.ru

Получены пленки сплава  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$  и пленки  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50-x}\text{Pd}_x$  где  $x=10-3$  ат. %. Исследованы процессы атомного упорядочения и его влияния на перпендикулярную магнитную анизотропию в данных пленках. Показано, что тонкие пленки упорядоченных сплавов становятся магнитоодноосными с легкой осью нормальной к их плоскости, и могут быть использованы для термомагнитной записи и хранения информации.

Одной из причин интенсивных исследований металлов и сплавов в пленочном состоянии является возможность стабилизации метастабильных структур и высокотемпературных модификаций [1]. Пленочные образцы позволяют исследовать метастабильные состояния вещества как при обычных условиях, так и после изменения их в довольно широких интервалах. Предлагаемая работа посвящена исследованию структуры и магнитных свойств в пленках  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$  и пленок  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50-x}\text{Pd}_x$  где  $x = 10-3$  ат. %.

Пленки получали методом магнетронного напыления из исходных чистых элементов на стеклянные основы и  $\text{MgO}$  и методом термического испарения сплава соответствующего состава в вакууме и конденсации его паров на предварительно нагретые до  $180-220^\circ\text{C}$  кристаллы- подложки  $\text{MgO}$ ,  $\text{LiF}$  и стеклянные основы. Состав и толщина контролировались методом рентгеновского флуоресцентного анализа.

В работе исследовались пленки толщиной 100-600Å. Полученные данными методами пленки имели ГЦК решетку. Монокристаллические пленки выращенные на кристаллах подложках MgO и LiF имели ГЦК решетку ориентированную относительно подложки по параллельной схеме. Для получения в пленках необходимой степени порядка пленки подвергались отжигу в вакууме при температуре ниже их точки Курнакова. После отжига в пленках  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$  и  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50-x}\text{Pd}_x$  наблюдается образование упорядоченной фазы типа  $L1_0$  (тетрагональная гранецентрированная решетка с соотношением осей  $c/a < 1$ ), причем ориентация тетрагональных кристаллитов относительно плоскости пленки зависит от ее толщины. В пленках толщиной 100-300Å кристаллиты тетрагональной фазы ориентируются осью  $\langle c \rangle$  нормально плоскости пленки (на электронограмме отсутствуют рефлексы типа  $\{100\}$ ). В пленках, имеющих большие толщины (с тремя ориентациями осей  $\langle c \rangle$ ), наблюдаются участки с чередованием полос разного контраста по направлениям  $[100]$ . При образовании в пленках упорядоченной тетрагональной фазы магнитная анизотропия пленок претерпевает существенные изменения. Поскольку ось «с» тетрагональных фаз  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$  и  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50-x}\text{Pd}_x$  является осью легкого намагничивания, то тонкие пленки упорядоченных сплавов становятся магнитоодноосными с легкой осью, нормальной к их плоскости. Значения константы магнитной кристаллографической анизотропии  $(4-4,5)10^7$  эрг/см<sup>3</sup> для пленок  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$

и  $(3,5-4)10^7$  эрг/см<sup>3</sup> для  $Co_{50}Pt_{50-x}Pd_x$ . Эти значения превосходят величину анизотропии формы и пленки остаются однородно намагниченными перпендикулярно их плоскости в отсутствие внешнего магнитного поля и могут быть использованы для термомагнитной записи и хранения информации [2]. Пленки однородны по структуре, в некоторых из них наблюдаются редкие антифазные границы упорядочения (АФГ).

При переходе к темнопольному изображению контраст крупных полос не меняется, а контраст мелких полос меняется на обратный. Можно считать, что крупные полосы – это отдельные кристаллиты тетрагональной фазы, образовавшиеся в виде тонких пластин. Мелкий полосчатый контраст от АФГ. С повышением содержания палладия коэрцитивная сила ( $H_c$ ) пленок  $Co_{50}Pt_{50-x}Pd_x$  постепенно уменьшается и при содержании палладия 7-8 ат.% составляет 6-9 кЭ.

На исследованных пленках запись информации производилась путем нагревания участков пленки до температуры Кюри сплавов. Нагревание осуществлялось сфокусированным лучом лазера. Поскольку у данных пленок ось легкого намагничивания перпендикулярна плоскости пленки, для записи не требуется приложения внешнего магнитного поля, так как замыкание собственного магнитного потока пленки через нагретый участок приводит к намагничиванию его в противоположном направлении.

Плотность энергии записи или разрушения для материала пленки может быть рассчитана [3]. В расчет принимаются : теплоемкость

материала, температура записи или разрушения, коэффициент оптического поглощения. Рассчитанная плотность энергии записи для пленок сплава  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$  толщиной  $500\text{Å}$  равна -  $0,065 \text{ мДж/мм}^2$ , для пленок  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50-x}\text{Pd}_x$  -  $0,057 \text{ мДж/мм}^2$ . В данном случае в расчет не приняты оптические потери системы и энергия, ушедшая на нагревание среды вокруг непосредственно нагреваемого участка. Плотность энергии записи, измеренная на пленках толщиной  $500 \text{ Å}$ , равна для  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$  -  $0,5 \text{ мДж/мм}^2$ , для  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50-x}\text{Pd}_x$  -  $0,4 \text{ мДж/мм}^2$ .

Прослеживается влияние на  $H_C$  таких структурных факторов как степень дальнего порядка в сплаве, размер и ориентация кристаллитов в пленке после термообработки. Степень дальнего порядка оценивалась по отношению осей с/а. Кроме того, для пленок были сняты спектральные зависимости фарадеевского вращения (рис.1) и оптического поглощения. Оказалось, что у всех пленок минимум фарадеевского вращения приходится на область длин волн  $0,4\text{-}0,5 \text{ мкм}$ , а максимум - на ближнюю инфракрасную область  $0,9\text{-}1,2 \text{ мкм}$ .

Удельное фарадеевское (F) вращение зависит от толщины пленок. Наибольшее удельное вращение имеют пленки  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$  толщиной  $100\text{-}130\text{Å}$ , для таких пленок F достигает значения  $9 \times 10^5 \text{ град/см}$  на длине волны  $\lambda = 1,2 \text{ мкм}$ . В более толстых пленках удельное вращение уменьшается.

Данное отличие следует отнести за счет появления в более толстых пленках кристаллитов тетрагональной фазы, ориентированных осью  $\langle c \rangle$  в

плоскости пленок. В связи с этим полное техническое насыщение пленки вдоль ее нормали требует приложения больших полей. Коэффициент оптического поглощения не зависит от длины волны и толщины пленок и лежит в пределах  $(1,0-1,5)10^5 \text{ см}^{-1}$ .

Зависимость магнитооптической добротности от длины волны и толщины пленок приведена на рис.2. Видно что она носит тот же характер, что и удельное фарадеевское вращение.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что магнитные характеристики пленок  $\text{C}_{50}\text{Pt}_{50-x}\text{Pd}_x$  при изменении содержания палладия 10-3 ат. % позволяют их использовать в качестве сред для термомагнитной записи и хранения информации. Следует указать на большую химическую стойкость пленок сплавов; пленки без покрытия могут храниться на воздухе в течение нескольких лет, характеристики пленок при этом не изменяются.

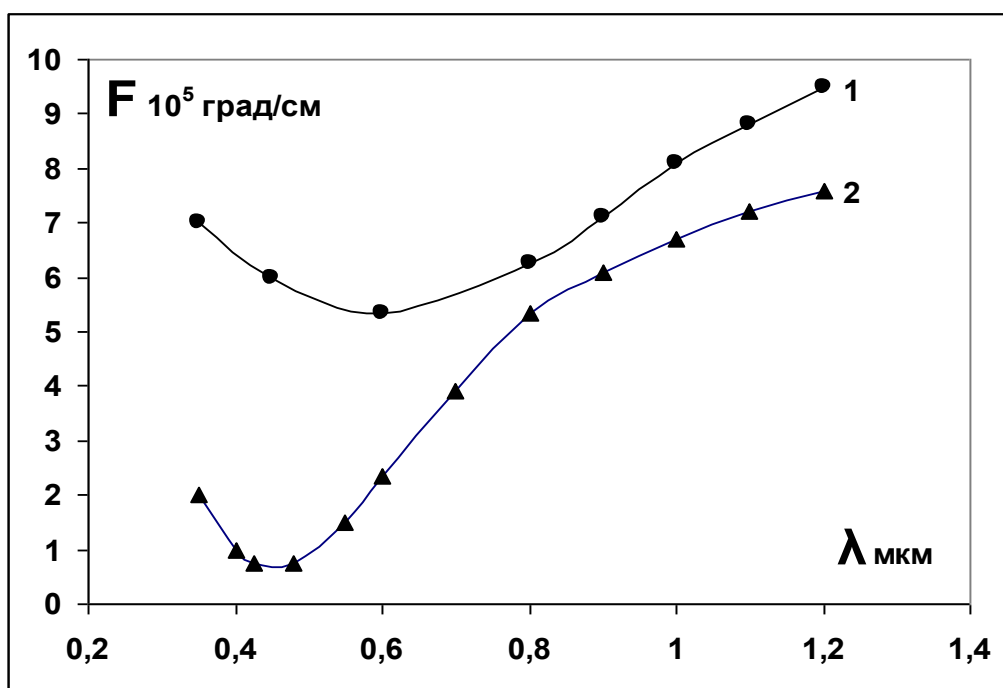


Рис. 1 Спектральная зависимость удельного фарадеевского вращения для пленок  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$  (1) и  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{42}\text{Pd}_8$  (2). Кривые 1 и 2 сняты для пленок толщиной 500 Å.

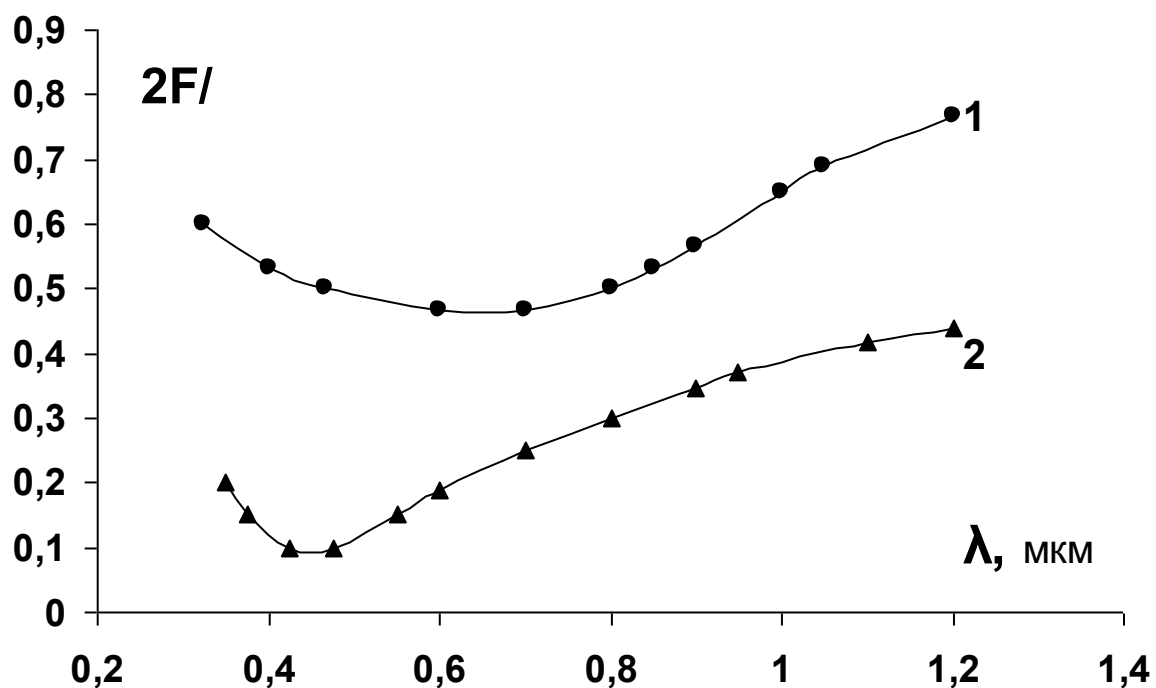


Рис. 2 Спектральная зависимость магнитооптической добротности пленок сплавов  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$  (1) и  $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{42}\text{Pd}_8$  (2). Кривые 1 и 2 сняты для пленок толщиной 500 Å.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исхаков Р.С., Столяр С.В., Чеканова Л.А., Артемьев Е.М. и др.// Письма в ЖЭТФ. 2000. Т. 72. Вып. 6. С.457.
2. Артемьев Е.М., Бузмаков А.Е. Патент RU №2293377 С1 Сплав для носителя термомагнитной записи. Приоритет 8 июля 2005 г.
3. Коген С., Мецрих Р. Зарубежная радиоэлектроника № 11, 1973.