



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **98785** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
G11B 5/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2014 11632	(72) Винахідник(и): Макогон Юрій Миколайович (UA), Павлова Олена Петрівна (UA), Сидоренко Сергій Іванович (UA), Владимирський Ігор Анатолійович (UA), Фігурна Олена Василівна (UA), Вербицька Марина Юріївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 27.10.2014	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.05.2015	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.05.2015, Бюл.№ 9	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", пр. Перемоги, 37, м. Київ, 03056 (UA)

(54) СПОСІБ ФОРМУВАННЯ МАГНІТНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ ФЕРТ З ОРІЄНТОВАНОЮ СТРУКТУРОЮ ЗЕРЕН L10(ФЕРТ) ФАЗИ ДЛЯ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОГО АБО ПОВЗДОВЖНОГО МАГНІТНОГО ЗАПИСУ І ЗБЕРІГАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

(57) Реферат:

Спосіб формування магнітного матеріалу на основі FePt з орієнтованою структурою зерен L10(FePt) фази для перпендикулярного або повздовжнього магнітного запису і зберігання інформації включає формування матриці, яка являє собою нанорозмірну плівку сплаву Fe₅₀Pt₅₀ (30 нм). Пошарово осаджують магнетронним методом шари сплаву Fc(15нм) і Pt (15нм) на підкладку монокристалічного оксиду алюмінію Al₂O₃ (0001) при кімнатній температурі.

UA 98785 U

Корисна модель належить до галузі матеріалознавства, зокрема до технології виготовлення носіїв магнітного запису з надвеликою щільністю і може знайти застосування при формуванні середовищ магнітного запису великої ємності для виробництва жорстких дисків.

Збільшення щільності запису пов'язане із зменшенням розміру магнітного домена і зерна. Щоб уникнути термічної нестабільності магнітного записуючого середовища у зв'язку із зменшенням розміру зерна і підтримки біта запису повинна виконуватися умова

$$K_U V \gg (50-70) \text{ kBT}$$

(де K_U - енергія кристалічної магнітної анізотропії, V - об'єм зерна, k_B - постійна Больцмана і T - абсолютна температура), яка означає, що матеріали записуючого середовища повинні мати достатньо високу енергію кристалічної магнітної анізотропії ($K_U V$) в порівнянні з термічною флуктуацією ($k_B T$). Таким матеріалом може бути плівка еквіатомного складу $\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}$ з хімічно впорядкованою фазою $\text{L}_{10}(\text{FePt})_{\text{ГЦТ}}$ з гранецентрованою тетрагональною ґраткою (ГЦТ) завдяки її великій енергії кристалічної магнітної анізотропії $\sim 7 \cdot 10^6$ Дж/м³ (для Fe $\sim 4,2$ Дж/м³). Проте, при магнетронному осадженні плівки на підкладки, що знаходяться при кімнатній температурі утворюється хімічно неупорядкована, магнітно-м'яка фаза $\text{Al}(\text{FePt})$ з гранецентрованою кристалічною ґраткою, яка при високотемпературних відпалах перетворюється на хімічно впорядковану, магнітно-тверду $\text{L}_{10}(\text{FePt})_{\text{ГЦТ}}$. Використання плівок на основі $\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}$ як записуючого середовища дозволяє збільшити щільність магнітного запису при заміні повздовжнього запису магнітного домена на перпендикулярний, при якому вісь легкого намагнічення "с" розташовується перпендикулярно до поверхні плівки (текстура (001)). Однак, крім контролю орієнтації зерен фази $\text{L}_{10}\text{-FePt}$, промислове використання плівок FePt вимагає також зниження температури впорядкування при формуванні цієї фази, а також підвищення магнітних властивостей плівок - збільшення коерцитивної сили (H_c), намагніченості насичення (M_s) і залишкової намагніченості (M_r). Крім того, в даний час не існує магнітних головок, здатних створити магнітні поля в десятки тисяч ерстед для запису інформації на таких плівках. Для подальшого збільшення щільності запису з використанням плівки $\text{L}_{10}(\text{FePt})_{\text{ГЦТ}}$ в даний час розробляється технологія термічно активованого магнітного запису (ТАМЗ). При цьому необхідна ділянка плівки під дією лазерного променя, сфокусованого за допомогою хвилеводу, короткочасно нагрівають до температури Кюрі (T_c), або трохи вище для переходу в парамагнітний стан. Коерцитивна сила (H_c) при цьому падає до нуля, після чого ділянка охолоджується і поступово досягає колишнього значення (H_c). При охолодженні здійснюється магнітний запис, оскільки поля головки вистачає, щоб записати біт інформації.

Одним з шляхів формування вираженої текстури (001) в плівках $\text{L}_{10}\text{-FePt}$ є осадження плівки складу $\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}$ на монокристалічні підкладки такі як $\text{MgO}(001)$ і $\text{SrTiO}_3(001)$ при підвищених температурах підкладки через епітаксійний ріст.

Відомий аналог є спосіб формування магнітного матеріалу для запису і зберігання інформації [1], який полягає у застосуванні як середовища при перпендикулярному методі магнітного запису інформації хімічно впорядкованої плівки FePt або FePt_x , де $x = \text{C, Cr, Zr, Cu, Ta, SiO}_2, \text{MgO, Al}_2\text{O}_3, \text{B}_2\text{O}_3$, або B з орієнтацією (001) фази $\text{L}_{10}(\text{FePt})_{\text{ГЦТ}}$. Метод використовує $\text{A1}(\text{FePt})_{\text{ГЦК}} \rightarrow \text{L}_{10}(\text{FePt})_{\text{ГЦТ}}$ [фазове перетворення, що індукується механічною напругою. Під шар сплаву CrA , где $\text{A} = \text{Ru, Mo, Mg, W, Ti, Zr}$ або V з орієнтацією (002) осаджують першим на будь-яку з дискових підкладок, таку як NiP вкрити AlMg , скло, склокераміка, скловуглець. Заздалегідь на дискову підкладку осаджують затравочний шар, такий як Ta, NiAl або C . Проміжний шар осаджують на під шар CrA , для того щоб зменшити товщину шару, що спочатку виростає, перед осадженням FePt або FePt_x плівок з текстурою (001).

Недоліками аналога є досить складний технологічний процес, що включає багато проміжних етапів. Ці плівки лише частково підходять як середовище магнітного запису, це обмежує можливість підвищення щільності запису. Невелике значення коерцитивної сили, що не перевищує 4,2 кЕ у напрямку легкого намагнічення плівок не дає можливості зберегти записану інформацію тривалий час.

Відомий аналог є спосіб одержання тонких FePt магнітних плівок з перпендикулярною анізотропією [2], в якому використовують плівки складу $\text{Fe}_x\text{Pt}_{100-x}$, де $19 < x < 52$, осаджені на під шар, що складається з кількох шарів - Pt, Fe на $\text{MgO}(001)$.

Недоліками цього аналога є те, що середовище запису має коерцитивну силу, що не перевищує 5 кЕ.

Найбільш близьким аналогом до корисної моделі є патент США [3], в якому для середовища магнітного запису запропонований спосіб одержання багат шарової плівкової композиції на підкладках кварцового скла, алюмінію або сплавів, що містять шари, отримані магнетронним осадженням пошарово спочатку плівку Pt , далі плівку сплаву FePt з магнітно-м'якою фазою $\text{A1}(\text{FePt})$, на яку осаджують другий шар Pt . Подальший відпал викликає перетворення фази A1

(FePt) у $L1_0$ (FePt) з анізотропією структури, при якій вісь легкого намагнічення розташовується в площині.

До недоліків найближчого аналога слід віднести складний технологічний процес, що включає багато проміжних етапів і незначну коерцитивну силу середовища магнітного запису, яка не перевищує 8 кЕ, що не дає можливості збільшити щільність запису і зберегти записану інформацію тривалий час.

В основу корисної моделі поставлена задача формування впорядкованої фази $L1_0$ (FePt) з підвищеними магнітними властивостями і перпендикулярною орієнтацією осі "с" легкої намагнічуваності до поверхні підкладки.

Поставлена задача вирішується тим, що формуванням впорядкованої фази $L1_0$ (FePt) на підкладках монокристалічного оксиду алюмінію Al_2O_3 (0001), згідно з корисною моделлю, магнетронним способом осаджують на підкладки монокристалічного оксиду алюмінію Al_2O_3 (0001) за кімнатної температури послідовно тонкі плівки металів Fe і Pt товщиною по 15 нм. Наступний відпал за температури 700 °С протягом 30 с у високому вакуумі викликає взаємодифузію між шарами Fe і Pt плівкової композиції і прискорює процеси хімічного впорядкування, що призводить до формування впорядкованої фази $L1_0$ (FePt) з орієнтацією [001] осі "с" легкої намагнічуваності перпендикулярно до поверхні підкладки (фіг. 1).

Корисна модель пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 зображені дифрактограми плівкової композиції Pt(15нм)/Fe(15нм) на монокристалічній підкладці а) Al_2O_3 (0001), б) MgO(001), в) $SrTiO_3$ (001) після відпалів в температурному інтервалі 350-900 °С протягом 30 с, фіг. 2 - залежність термічних напружень на границі поділу "плівка-підкладка" від температури відпалу, фіг. 3 - криві намагнічування плівкової композиції Pt(15нм)/Fe(15нм) на монокристалічному Al_2O_3 (0001) після відпалу при 700 °С протягом 30 с.

При застосуванні підкладки монокристалічного оксиду алюмінію Al_2O_3 (0001) додатковою екстраушійною силою для дифузійних процесів хімічного впорядкування і орієнтованого зростання магнітно-твердої фази $L1_0$ (FePt) з текстурою (001) є додаткові механічні напруження між підкладкою Al_2O_3 (0001) і плівкою FePt в площині поверхні, які виникають внаслідок невідповідності коефіцієнтів термічного розширення плівки і підкладки. В плівковій композиції Pt(15 нм)/Fe (15 нм) на підкладці Al_2O_3 (0001) ці напруження є стискаючими і мають більшу величину ніж на підкладках MgO(001) і $SrTiO_3$ (001) (фіг. 2). Тому перебіг твердотільної реакції $Fe+Pt \rightarrow A1(FePt)_{ГЦК} L1_0(FePt)_{ГЦТ}$, який супроводжується зменшенням об'єму елементарної комірки, починається при відпалі 350 °С протягом 30 с, що нижчі на ~300 °С ніж при осадженні композиції Pt(15 нм)/Fe (15 нм) на підкладці MgO(001), або на $SrTiO_3$ (001), а при відпалі 700 °С, 30 с повністю формується хімічно впорядкована фаза $L1_0$ (FePt) (фіг. 1). Це покращує магнітні властивості плівки FePt з фазою $L1_0(FePt)_{ГЦТ}$, як середовища магнітного запису і зберігання інформації. Коерцитивна сила (H_c) зростає до ~ 20 кЕ, а намагніченість насичення до (~ 500 емо/см³) незалежно від напрямку магнітного поля (фіг. 3). Ізотропія магнітних властивостей пов'язана з надлишком Fe в плівковій композиції.

Таким чином, корисна модель дозволяє сформувати термічно-стабільний магнітний носій як при перпендикулярному, так і повздовжньому способі магнітного запису, застосування якого підвищує щільність запису і зберігання інформації.

Джерело інформації:

1. Патент США №: US 2004/0191578 A1 Sep.30.2004 "Method of fabricating $L1_0$ ordered FePt or FePt_x thin film with (001) orientation".

2. Патент США US 2006/0188743 A1 Aug.24.2006 "FePt magnetic thin film having perpendicular magnetic anisotropy and method for preparation thereof".

3. Патент США №: US 8,133,332 B2 Mar. 13, 2012 (прототип) "Method for preparing FePt media at low ordering temperature and fabrication of exchange coupled composite media and gradient anisotropy media for magnetic recording".

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Спосіб формування магнітного матеріалу на основі FePt з орієнтованою структурою зерен Llo(FePt) фази для перпендикулярного або повздовжнього магнітного запису і зберігання інформації, що включає формування матриці, яка являє собою нанорозмірну плівку сплаву $\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{50}$ (30 нм), який **відрізняється** тим, що пошарово осаджують магнетронним методом шари сплаву Fe(15нм) і Pt (15нм) на підкладку монокристалічного оксиду алюмінію Al_2O_3 (0001) при кімнатній температурі.
2. Спосіб формування магнітного матеріалу на основі FePt з орієнтованою структурою зерен Llo(FePt) фази для перпендикулярного або повздовжнього магнітного запису і зберігання інформації за п. 1, який **відрізняється** тим, що термічну обробку матриці, в якій формується магнітно-тверда Llo(FePt) фаза з орієнтацією [001] осі "с" легкої намагнічуваності, що розташована перпендикулярно до поверхні підкладки, проводять у вакуумі при температурі 700 °C протягом 30 с.

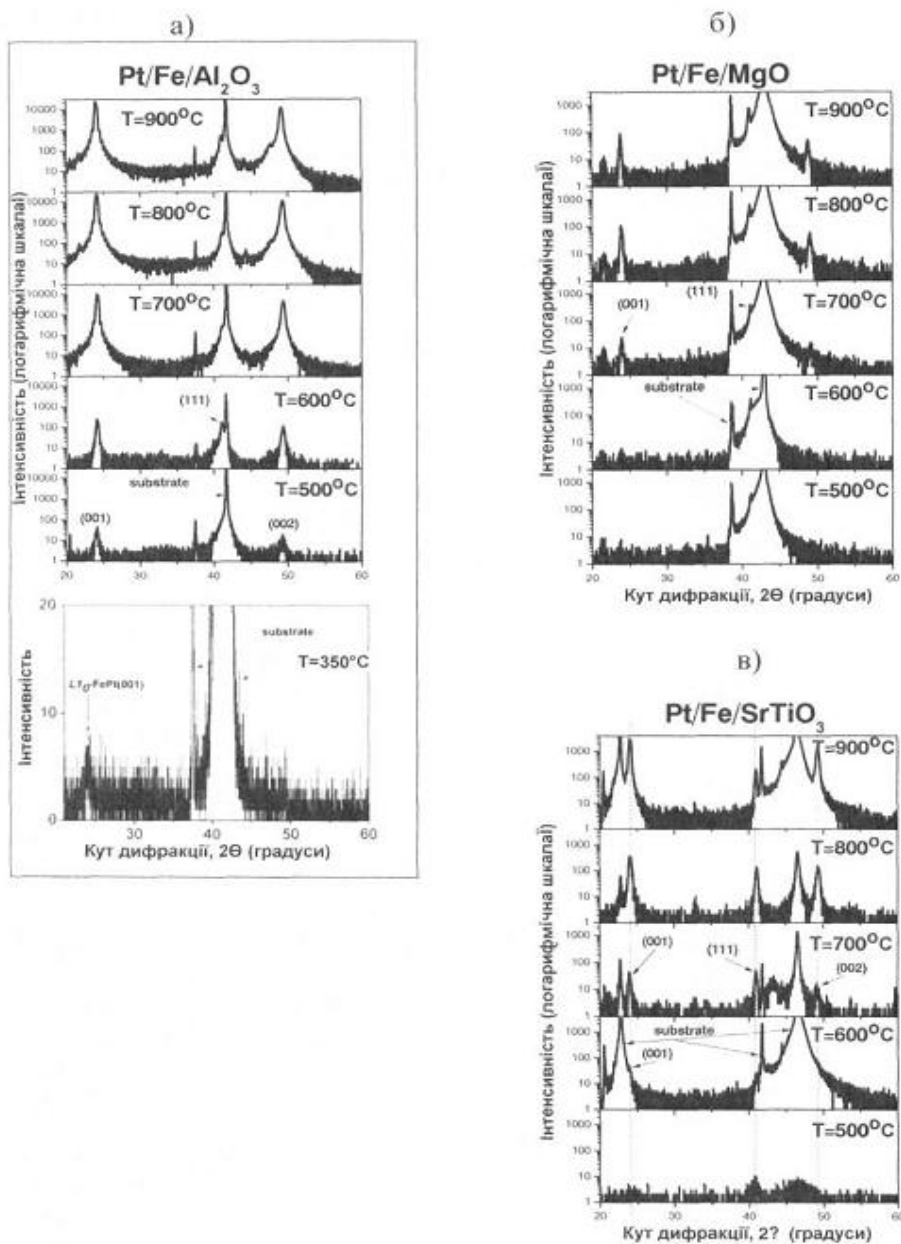


Fig. 1

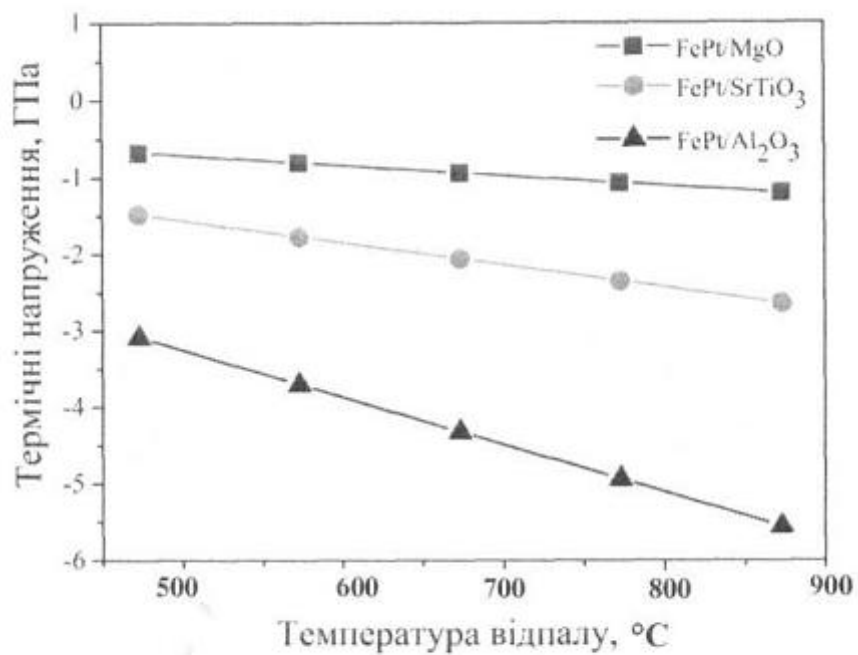


Fig. 2

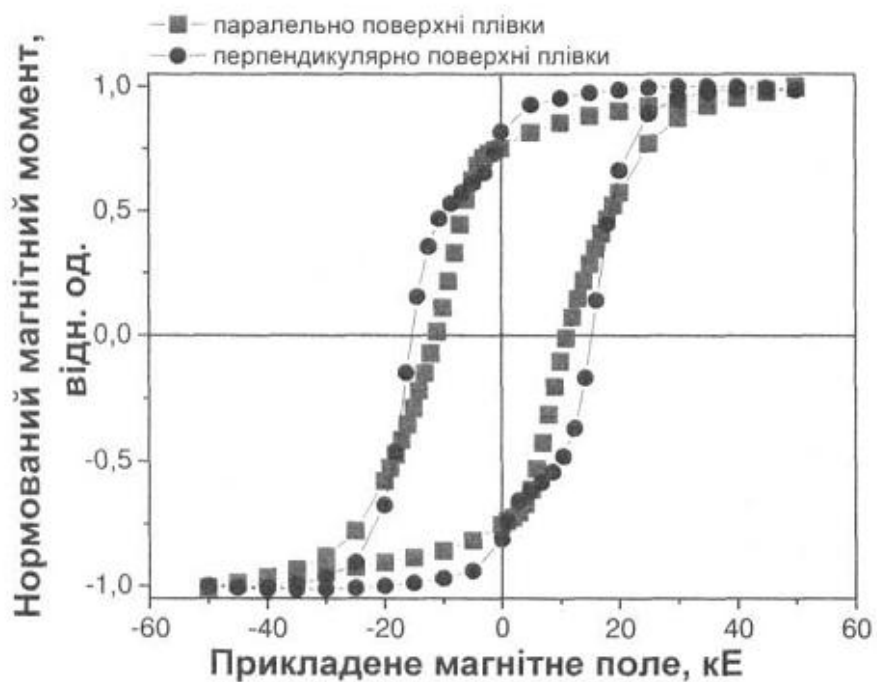


Fig. 3

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601