



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 92511

(13) C2

(51) МПК (2009)

C22F 1/16

C22C 1/02

C22C 22/00

H01F 1/032

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ МАГНІТНОГО СПЛАВУ

1

(21) a200809536

(22) 21.07.2008

(24) 10.11.2010

(46) 10.11.2010, Бюл.№ 21, 2010 р.

(72) БАШЕВ ВАЛЕРІЙ ФЕДОРОВИЧ, РЯБЦЕВ
СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ, ДОЦЕНКО ФЕДІР ФЕДОРОВИЧ,
КУШНЕРЬОВ ОЛЕКСАНДР ІГОРОВИЧ(73) ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА

(56) US 4778541 A, 18.10.1988

2

GB 827791 A, 10.02.1960

EP 0140523 A1, 08.05.1985

(57) Спосіб одержання магнітного сплаву еквіатомного складу $Mn+50at.\%Bi$, який включає швидке гартування його з розплаву шляхом кристалізації на поверхні з теплопровідного мідного матеріалу, який відрізняється тим, що гартування розплаву проводять з температури 2000 ± 50 K зі швидкістю охолодження $5\cdot 10^6$ - $5\cdot 10^7$ K/c.

Винахід відноситься до розробки сплавів, які використовують, як магнітотверді матеріали, у вигляді загартованої з рідкого стану нанокристалічної фольги для носіїв магнітної інформації з підвищеною густиною запису.

Відомий спосіб отримання магнітного сплаву еквіатомного складу $Mn-50at.\%Bi$ шляхом швидкої (10^6 K/c) кристалізації розплаву на теплопровідній мідній поверхні, що обертається, з температури (1450 ± 25) K, який обраний за прототип [Власов В.В. и др. Структура и магнитные свойства быстро затвердевших фольг системы марганец-висмут. - Неорганические материалы. - 1995. - т.31. - №11. - с.1426-1430]. Спосіб отримання означеного еквіатомного сплаву дає змогу одержувати в ньому підвищені значення магнітотвердих властивостей: а саме, коерцитивну силу на рівні 250 kA/m [с.1429, прототип]. Однак цей рівень вже не відповідає сучасним потребам мініатюризації приладів мікроелектроніки, які пов'язані у подальшому із суттєвим збільшенням густини запису інформації на магнітних носіях.

В основу винаходу поставлена задача збільшення магнітотвердих характеристик шляхом зменшення структурних складових, які відповідають за рівень магнітотвердих властивостей.

Поставлена задача вирішується тим, що у спосіб отримання магнітного сплаву, який включає швидке гартування з розплаву шляхом кристалізації його на поверхні з теплопровідного мате-

ріалу, останню проводять з температури (2000 ± 50) K із швидкістю охолодження $(5\cdot 10^6\ldots 5\cdot 10^7)$ K/c.

При зменшенні температури гартування <1950 K спостерігається зменшення величини коерцитивної сили (H_c), при збільшенні температури гартування >2050 K ефект поліпшення магнітотвердих характеристик припиняється. До того ж підвищення температури обмежується технологічною складністю досягнення і підтримки високої температури. Зменшення швидкості гартування розплаву $<5\cdot 10^6$ K/c призводить до падіння значень H_c , а збільшення швидкості гартування $>5\cdot 10^7$ K/c припиняє ріст коерцитивної сили. Збільшення швидкості гартування $>5\cdot 10^7$ K/c супроводжується розривами при отриманні фольги $MnBi$. Відхил від оптимального хімічного складу ($50at.\%Bi$) зменшує значення коерцитивної сили.

Запропонований спосіб отримання магнітного сплаву надає йому нові корисні властивості: дозволяє отримати додаткове підвищення значень коерцитивної сили з одночасним зменшенням величин феромагнітних доменів до 10 - 12 нм, яке призводить до суттєвого підвищення густини запису інформації на магнітних носіях.

Приклад здійснення способу: сплав складу $Mn-50\%Bi$ був отриманий шляхом швидкого гартування розплаву на теплопровідній поверхні з мідного циліндру, який обертався зі швидкістю 7000 об/хв., з температури 2000 K. Товщина швидко

(19) UA (11) 92511 (13) C2

охлажденної фольги складала ~20мкм. Контроль за фазовим складом і розмірами нанокристалічних областей здійснювали за допомогою рентгенівського дифрактометра ДРОН-2,0. Контроль температури здійснювали за допомогою W-Re термопар з точністю $\pm 25\text{K}$. Нанокристалічний стан вихідної магнітної фази MnBi, домени якої оточені діамантними прошарками з вісмуту, обумовлює магнітотверді характеристики сплаву: коерцитивну силу на рівні 400кА/м.

В таблиці наведено режими отримання магнітного сплаву, які необхідні для досягнення поставленої задачі винаходу. Підвищення величини коерцитивної сили при оптимальних режимах отримання підтверджуються в таблиці номерами прикладів 1, 2, 3, 4, 7, 8. Підвищення магнітотвер-

дих характеристик відбувається за рахунок того, що високі температури розплавів, з яких проводять гартування, обумовлюють здрібнення в рідині кластерних утворень типу MnBi і Bi, які надалі і фіксуються у твердому нанокристалічному стані.

З таблиці видно, що у разі недотримання режимів величина H_c суттєво погіршується.

Зразки швидкоохолодженого з рідкого стану еквіатомного сплаву MnBi можуть бути застосовані при виготовленні мініатюрних носіїв запису магнітної інформації підвищеної густини завдяки використанню в якості магнітних доменів нанорозмірних частинок сполуки MnBi, що дозволяє суттєво зменшити розмір означених носіїв інформації внаслідок наближення розмірів доменів до одного доменного стану.

Таблиця

№	Температура розплаву, К	Швидкість гартування розплаву, К/с	Розмір нанообластей, нм	Фазовий склад зразків	Хімічний склад, ат. % Bi	Коерцитивна сила, кА/м
1	1950	10^7	11	MnBi+Bi	Mn-50Bi	395
2	2000	10^7	11	MnBi+Bi	Mn-50Bi	400
3	2050	10^7	10	MnBi+Bi	Mn-50Bi	405
4	2150	10^7	10	MnBi+Bi	Mn-50Bi	405
5	1900	10^7	20	MnBi+Bi	Mn-50Bi	340
6	1850	10^7	25	MnBi+Bi	Mn-50Bi	325
7	2000	$5 \cdot 10^6$	12	MnBi+Bi	Mn-50Bi	400
8	2000	$5 \cdot 10^7$	10	MnBi+Bi	Mn-50Bi	400
9	2000	10^6	18	MnBi+Bi	Mn-50Bi	370
10	2000	10^8	11	MnBi+Bi	Mn-50Bi	400
11	2000	10^7	16	MnBi+Bi	Mn-45Bi	330
12	2000	10^7	21	MnBi+Bi	Mn-55Bi	310

Перевагами запропонованого способу отримання магнітного сплаву є суттєве підвищення до $>400\text{кА/м}$ величини коерцитивної сили, яка є однією з найбільш досягнутих значень коерцитивної сили в світі. До того ж підвищення значень коерцитивної сили досягається без додаткового залучення інших коштовних елементів. Крім цього, феромагнітна сполука MnBi, яка володіє одним з найбільших у світі значень магнітного опору, є пе-

рспективним матеріалом для використання в мікроелектроніці.

Запропонований спосіб дозволяє збільшити майже на 2 порядки густину розташування в діамантній матриці наддрібних (нанорозмірних) частинок сполуки MnBi у порівнянні із розмірами тих магнітних доменів, які використовуються у сучасній техніці.