



УКРАЇНА

(19) UA (11) 45728 (13) U
(51) МПК (2009)
G01N 1/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) МАГНІТООПТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ

1

2

(21) u200905363

(22) 28.05.2009

(24) 25.11.2009

(46) 25.11.2009, Бюл.№ 22, 2009 р.

(72) ШУМІЛОВ ОЛЕКСІЙ ГЕНІЙОВИЧ, НЕДВИГА
ОЛЕКСАНДР СТЕПАНОВИЧ, ВИШНЕВСЬКИЙ
ВІКТОР ГЕОРГІЙОВИЧ(73) ТАВРІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИ-
ТЕТ ІМ. В.І.ВЕРНАДСЬКОГО

(57) Магнітооптичний матеріал, що містить

 $\text{Bi}_{(3-x)}\text{A}_x\text{Fe}_{(5-y-z)}\text{M}_y\text{Pt}_2\text{O}_{12}$, де А - один або кілька рідкісноземельних елементів, включаючи ітрій і кальцій, М - один або кілька елементів із групи Ga, Al, Ge, Sc, In, Si, Ti, Mg, Mn і Zr, який відрізняється тим, що додатково містить від 0,01 до 0,09 атомів берилію на формульну одиницю граната.

Технічне рішення відноситься до магнітооптичних матеріалів, призначених для використання як перетворювачі (активних матеріалів) у магнітооптичних та волоконно-оптичних пристроях оброблення та передавання інформації.

Відомий сцинтиляційний склад [патент US 7,252,789 B2, опубл. 7.08.2007р.], який являє собою гранат, представлений хімічною формулою $(\text{M}_{1-x-y}\text{N}_x\text{A}_y)\text{Z}(\text{Al}_{5-a-b}\text{CaD}_b)\text{O}_{12}$, де М включає ітрій або тербій, або гадоліній, або гольмій, або ербій, або тулій, або ітербій, або лютецій, або їх комбінації; де N включає лантаноїд або лужний метал, або лужноземельний метал, або їх комбінації; де А включає іон-активатор, включаючи церій, або європій, або празеодим, або тербій, або ітербій, або їх комбінації; де С або D включають літій, або магній, або галій, або елемент від групи IIIa, або IVa, або Va, або IIId-перехідний метал, або IVd-перехідний метал, або їх комбінації; де х може змінюватися від приблизно 0 до приблизно 0,90, у - у діапазоні від приблизно 0,0005 до приблизно 0,30, і сума а і b - у діапазоні від приблизно 0 до приблизно 2,0.

Недоліком цього технічного рішення є неможливість використання вищенаведеного сцинтиляційного складу як магнітооптичного матеріалу.

Найбільш близьким технічним рішенням, обраним як найближчий аналог, є монокристалічний матеріал [патент US 7,133,189 B2, опубл. 7.11.2006р.], у якому запропоновано вісмут-заміщену рідкісноземельно-залісту монокристалічну півку складу $\text{Bi}_{(3-x)}\text{A}_x\text{Fe}_{(5-y-z)}\text{M}_y\text{T}_2\text{O}_{12}$ і спосіб її одержання, де: А - один або кілька рідкісноземельних елементів, включаючи ітрій і кальцій; М -

один або кілька елементів з групи Ga, Al, Ge, Sc, In, Si, Ti, Mg, Mn і Zr; Т - один або кілька елементів з групи Au, Rh і Ir; $0,2 \leq x \leq 2,5$, $0 \leq y \leq 2,0$ і $0 \leq z \leq 0,1$. При цьому заявляється, що Au є найбільш доцільним.

Для цього тигель для рідиннофазної епітаксії сформований з матеріалу, що містить Au. Кількість Au, яка буде прийнята монокристалом магнітооптичного гранатового матеріалу, сформованим у тиглі, що містить Au, менше, ніж кількість Pt, яка буде прийнята в платиновому тиглі. В порівнянні з Pt, яка збільшує внесені оптичні втрати в магнітній плівці граната, вплив Au на оптичні втрати незначний.

Недоліком цього технічного рішення є неконтрольований вміст золота у складі магнітооптичного матеріалу. Між тим, введення золота вимагає застосування нестандартного золотого або золотомісного тигля, що має знижений ресурс у порівнянні з платиновим тиглем. До того ж, магнітооптичний матеріал, що містить золото, має значну величину коерцитивної сили (тобто є магнітотвердим), що істотно обмежує сферу його використання.

В основу корисної моделі поставлено завдання збільшення магнітооптичної добротності магнітооптичного матеріалу за рахунок введення до складу магнітооптичного матеріалу від 0,01 до 0,09 атомів берилію на формульну одиницю граната, за рахунок чого досягається зростання питомого фарадеївського обертання Θ_F приблизно до 10%, без істотної зміни коефіцієнта оптичного поглинання α і, відповідно, збільшення коефіцієнта магнітооптичної добротності $\Psi = 2|\Theta_F|/\alpha$.

(19) UA (11) 45728 (13) U

Поставлене завдання вирішується тим, що магнітооптичний матеріал що містить

$\text{Bi}_{(3-x)}\text{A}_x\text{Fe}_{(5-y-z)}\text{M}_y\text{Pt}_z\text{O}_{12}$, де А - один або кілька рідкісноземельних елементів, включаючи ітрій і кальцій; М - один або кілька елементів з групи Ga, Al, Ge, Sc, In, Si, Ti, Mg, Mn і Zr, відповідно до корисної моделі, додатково містить від 0,01 до 0,09 атомів берилію на формульну одиницю граната, що забезпечує збільшення магнітооптичної добротності магнітооптичного матеріалу.

Магнітооптичний матеріал отримують таким чином.

У розчин-розплав рідиннофазної епітаксії додають окис берилію в кількості від 0,7 до 7,0вар.% по відношенню до кількості окислу заліза в суміші; суміш нагрівається у платиновому тиглі в повітряному середовищі до температури, на 300°C вищої за температуру вирощування епітаксійної плівки. Потім розплав охолоджують до температури в межах 650-800°C, залежно від концентрації компо-

нентів, і горизонтально закріплена підкладка, що обертається, приводиться в зіткнення з поверхнею розплаву. Після закінчення вирощування епітаксійна плівка відривається від поверхні розплаву та розкручується до швидкості не менш ніж 1000об/хв, після чого обертання епітаксійної плівки припиняється, плівка витягується з тиглю і охолоджується до кімнатної температури.

Всі зразки (див. таблицю) являють собою магнітооптичний матеріал у вигляді епітаксійної плівки фериту-граната (ЕПФГ), яку вирощено на підкладці з монокристалічного гадоліній-галієвого гранату кристалографічної орієнтації (111) методом ізотермічної рідинно-фазної епітаксії з переохолодженого розчину-розплаву у платиновому тиглі.

Технічне рішення забезпечує збільшення коефіцієнта магнітооптичної добротності магнітооптичного матеріалу, і, внаслідок цього, - покращення ефективності магнітооптичних пристроїв, в яких застосовано новий матеріал.

Таблиця.

склад ЕПФГ	Θ_F , °/мкм	α , см ⁻¹	Ψ , °/дБ	Дефектність
$\text{Pb}_{0,015}\text{Ca}_{0,010}\text{Bi}_{0,8}\text{Eu}_{0,4}\text{Lu}_{1,775}\text{Ga}_{1,24}\text{Fe}_{3,70}\text{Pt}_{0,025}\text{Lu}_{0,035}\text{O}_{12}$	0,77	1262	12,2	відсутня
$\text{Pb}_{0,015}\text{Bi}_{0,87}\text{Eu}_{0,4}\text{Lu}_{1,715}\text{Ga}_{1,231}\text{Be}_{0,010}\text{Fe}_{3,7}\text{Pt}_{0,025}\text{Lu}_{0,035}\text{O}_{12}$	0,82	1262	13,0	відсутня
$\text{Pb}_{0,02}\text{Ca}_{0,05}\text{Bi}_{1,0}\text{Pr}_{0,39}\text{Gd}_{0,59}\text{Yb}_{0,95}\text{Fe}_{3,43}\text{Al}_{1,50}\text{Pt}_{0,07}\text{O}_{12}$	0,70	1200	12,0	відсутня
$\text{Pb}_{0,02}\text{Bi}_{1,00}\text{Pr}_{0,39}\text{Gd}_{0,59}\text{Yb}_{1,00}\text{Fe}_{3,43}\text{Be}_{0,05}\text{Al}_{1,45}\text{Pt}_{0,07}\text{O}_{12}$	0,78	119	13,2	відсутня
$\text{Pb}_{0,01}\text{Ca}_{0,02}\text{Bi}_{1,1}\text{Lu}_{1,87}\text{Fe}_{3,61}\text{Ga}_{1,32}\text{Pt}_{0,03}\text{Lu}_{0,04}\text{O}_{12}$	1,0	1493	13,4	відсутня
$\text{Pb}_{0,02}\text{Bi}_{1,30}\text{Lu}_{1,68}\text{Fe}_{3,70}\text{Be}_{0,09}\text{Ga}_{1,08}\text{Pt}_{0,03}\text{Lu}_{0,04}\text{Si}_{0,08}\text{O}_{12}$	1,04	1486	14,0	відсутня
$\text{Pb}_{0,01}\text{Ca}_{0,02}\text{Bi}_{1,1}\text{Lu}_{1,87}\text{Fe}_{3,61}\text{Ga}_{1,32}\text{Pt}_{0,03}\text{Lu}_{0,04}\text{O}_{12}$	1,00	1493	13,4	відсутня
$\text{Pb}_{0,03}\text{Bi}_{1,35}\text{Lu}_{1,62}\text{Fe}_{3,70}\text{Be}_{0,11}\text{Ga}_{1,01}\text{Pt}_{0,03}\text{Si}_{0,11}\text{Lu}_{0,04}\text{O}_{12}$	1,08	1680*	13,0	підвищена

Θ_F - питома фарадеївське обертання (на довжині хвилі $\lambda=0,63\text{мкм}$);

α - коефіцієнт оптичного поглинання (на довжині хвилі $\lambda=0,63\text{мкм}$);

$\Psi=2|\Theta_F|/\alpha$ - магнітооптична добротність (на довжині хвилі $\lambda=0,63\text{мкм}$).

* - збільшення коефіцієнта поглинання обумовлене зростанням дефектності і концентрації іонів свинцю в епітаксійній плівці.