



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **69070** (13) **U**
(51) МПК (2012.01)
C30B 30/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2011 09595	(72) Винахідник(и): Прокопов Анатолій Романович (UA), Шапошніков Олександр Миколайович (UA), Каравайніков Андрій Вікторович (UA)
(22) Дата подання заявки: 01.08.2011	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.04.2012	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.04.2012, Бюл.№ 8	(73) Власник(и): ТАВРІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В.І.ВЕРНАДСЬКОГО, пр. Академіка Вернадського, 4, м. Сімферополь, АР Крим, 95007 (UA)

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ МАГНІТООПТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ

(57) Реферат:

Спосіб одержання магнітооптичного матеріалу включає осадження плівки фериту-гранату, що містить Bi , шляхом розпилення відповідної мішені на підкладку немагнітного гранату, відпалювання одержаної аморфної плівки на повітрі при атмосферному тиску при температурі кристалізації фериту-гранату. Згідно зі способом, на плівку кристалізованого фериту-гранату додатково напильють плівку Bi_2O_3 .

UA 69070 U

Технічне рішення належить до технології одержання композитного магнітооптичного матеріалу з високою магнітооптичною добротністю і може бути використане при створенні пристроїв для керування когерентними потоками світла в оптоелектроніці і магнітофотоніці.

Відомий спосіб одержання нанорозмірних дифузійних шарів складу $\text{Bi}_x\text{Y}_{3-x}\text{Fe}_5\text{O}_{12-\delta}$ на монокристалічних підкладках складу $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (Каланда Н.А., Турецкий С.А., Лугинец А.М., Соболев В.Р., Гесь А.П., Федотова В.В., Колесова И.М., Гурский Л.И., Телеш Е.В., Котов Д.И., Гуделев В.Г., Журик Ю.П., Крекотень Н.А., Полянский А.С. Особенности получения наноразмерных диффузионных слоев $\text{Bi}_x\text{Y}_{3-x}\text{Fe}_5\text{O}_{12-\delta}$ на монокристаллических подложках $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ // Доклады БГУИР. 2006, № 2 (14). - С. 118-126). Спосіб включає вирощування монокристалів складу $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ з високотемпературного розчину-розплаву, виготовлення з одержаних кристалів підкладок, виготовлення мішені з металевого вісмуту, нанесення плівки металевого вісмуту на монокристалічні підкладки $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ методом іонно-променевого розпилення з подальшим проведенням термодифузії металевого вісмуту в монокристалічну підкладку складу $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ відпалюванням протягом 50 год. при температурі 920 К і тиску кисню 10^5 Па.

Недоліком способу є дуже трудомісткий і дорогий процес одержання нанорозмірних дифузійних шарів $\text{Bi}_x\text{Y}_{3-x}\text{Fe}_5\text{O}_{12-\delta}$, неможливість контролювати товщину дифузійного шару в процесі дифузійного відпалювання та невисокі магнітооптичні характеристики виготовлених шарів.

Відомий спосіб одержання композитного магнітооптичного матеріалу на основі тонких плівок Bi, Dy, Ga-заміщеного залізо-ітрієвого гранату складу $(\text{BiDy})_3(\text{FeGa})_5\text{O}_{12}$ і окису вісмуту Bi_2O_3 (M. Vasiliev, M.N. Alam, V.A. Kotov, K. Alameh, V.I. Belotelov, V.I. Burkov, A.K. Zvezdin. RF magnetron sputtered $(\text{BiDy})_3(\text{FeGa})_5\text{O}_{12}:\text{Bi}_2\text{O}_3$ composite garnet-oxide materials possessing record magneto-optic quality in the visible spectral region // Optics Express. 2009. Vol. 17, N 22. P. 19519-19535). Плівки одержували методом високочастотного магнетронного розпилення в атмосфері аргону одночасно двох мішеней - фериту-гранату складу $(\text{BiDy})_3(\text{FeGa})_5\text{O}_{12}$ і окису вісмуту Bi_2O_3 . Одержані при розпиленні аморфні плівки композита потім відпалювали на повітрі при різних температурах. Автори визначили оптимальні режими розпилення та відпалювання, при яких плівки мали найкращі значення магнітооптичної добротності (співвідношення питомого фарадеївського обертання Θ_F і оптичного пропускання). Найвище значення Θ_F композита на довжині хвилі 635 нм складало мінус 2,67 мкм. У плівках $(\text{BiDy})_3(\text{FeGa})_5\text{O}_{12}$ це значення дорівнює мінус 2,07 мкм, тобто збільшення питомого фарадеївського обертання плівок композита в порівнянні з плівками вихідного фериту-гранату складало 1,3 раза.

Недоліком способу є складність контролю процесу розпилення одночасно двох мішеней, а також невисокі значення питомого фарадеївського обертання плівок композита $(\text{BiDy})_3(\text{FeGa})_5\text{O}_{12}:\text{Bi}_2\text{O}_3$ у порівнянні з плівками $(\text{BiDy})_3(\text{FeGa})_5\text{O}_{12}$.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалити спосіб одержання магнітооптичного матеріалу шляхом використання нових технологічних прийомів у процесі його синтезу на стандартну підкладку з немагнітного гранату.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі одержання магнітооптичного матеріалу, який включає розпилення мішені фериту-гранату, що містить Bi, на підкладку немагнітного гранату, відпалювання одержаної аморфної плівки на повітрі при атмосферному тиску при температурі кристалізації фериту-гранату, згідно з корисною моделлю, на плівку фериту-гранату складу $\text{Bi}_x\text{R}_{3-x}\text{Fe}_z\text{M}_{5-z}\text{O}_{12}$, де R - рідкісноземельні елементи, M - метали Ga і Al, x - від 1 до 2, z - до 1,5, додатково напилюють плівку окису вісмуту і відпалюють усю структуру при температурі 620-670 °С протягом 20-120 хв. Одержані в такий спосіб плівки композита мають високі магнітооптичні характеристики, а саме підвищене в два-три рази в порівнянні з вихідною плівкою фериту-гранату питоме фарадеївське обертання.

Спосіб реалізується так.

На підкладку немагнітного гранату методом вакуумного напилення наноситься плівка фериту-гранату, що містить вісмут, складу $\text{Bi}_x\text{R}_{3-x}\text{Fe}_z\text{M}_{5-z}\text{O}_{12}$, де R - рідкісноземельні елементи, M - метали Ga і Al, x - від 1 до 2, z - до 1,5. Одержана аморфна плівка відпалюється на повітрі при атмосферному тиску при температурі кристалізації до проходження процесу кристалізації повною мірою. Потім кристалізована плівка знову поміщається у вакуумну камеру і на неї наноситься плівка окису вісмуту. Одержана структура відпалюється на повітрі при атмосферному тиску протягом 20-120 хв.

Приклад реалізації способу.

Плівки фериту-гранату, що містить Bi, складу $\text{Bi}_{1,0}\text{Y}_{0,5}\text{Gd}_{1,5}\text{Fe}_{4,2}\text{Al}_{0,8}\text{O}_{12}$ одержували на установці УРМ 3-279, оснащений іонно-променевим джерелом «Холодок-1», автоматичною

системою напуску газів СНУ-2 і вакуумметром ВМТ-001, методом реактивного іонно-променевого розпилення мішені відповідного складу на холодну підкладку з монокристалічного гадоліній-галієвого гранату в суміші аргону і кисню. Одержану аморфну плівку кристалізували на повітрі при атмосферному тиску при температурі кристалізації 690 °С протягом 20 хв. Потім, кристалізовану плівку поміщали у вакуум і наносили на неї тим же самим методом плівку окису вісмуту Bi_2O_3 розпиленням мішені металевого вісмуту в суміші аргону і кисню. Одержана структура відпалювалася на повітрі при атмосферному тиску при температурі 670 °С протягом години, після чого проводилися вимірювання оптичних (коефіцієнт пропускання γ) і магнітооптичних (Θ_F і магнітооптична добротність Q) характеристик композитного тонкоплівкового матеріалу, який утворився в результаті другого відпалювання.

Температура і час відпалювання структури $\text{Bi}_{1,0}\text{Y}_{0,5}\text{Gd}_{1,5}\text{Fe}_{4,2}\text{Al}_{0,8}\text{O}_{12}:\text{Bi}_2\text{O}_3$ були визначені експериментально шляхом знаходження максимальних значень Θ_F і T одержаних плівок. Виявилось, що відпалювання плівок Bi_2O_3 при температурах нижче 620 °С дає менші значення Θ_F , а при температурах вище 670 °С зменшуються і T , і Θ_F . Мінімальний час, необхідний для

відпалювання структури і одержання максимальних значень Θ_F і T , склав 20 хв. Ці характеристики зберігалися при часі відпалювання до 120 хв., потім починали зменшуватися.

Вимірювання магнітооптичних характеристик плівок проводили за допомогою магнітополяриметра на ефекті Фарадея на довжині хвилі 633 нм шляхом вимірювання їхніх петель гістерезису (ПГ) - залежності кута фарадеївського обертання від поля намагнічування. Вимірювання спектрів оптичного пропускання плівок проводили на спектрофотометрі СФ-14. Магнітооптичну добротність Q визначали як

$$Q = 2 \cdot |\theta_F| / \alpha, \quad \alpha = -\ln(T)/L, \quad (1)$$

де Θ_F - питома фарадеївське обертання;

T - коефіцієнт пропускання;

L - товщина плівки.

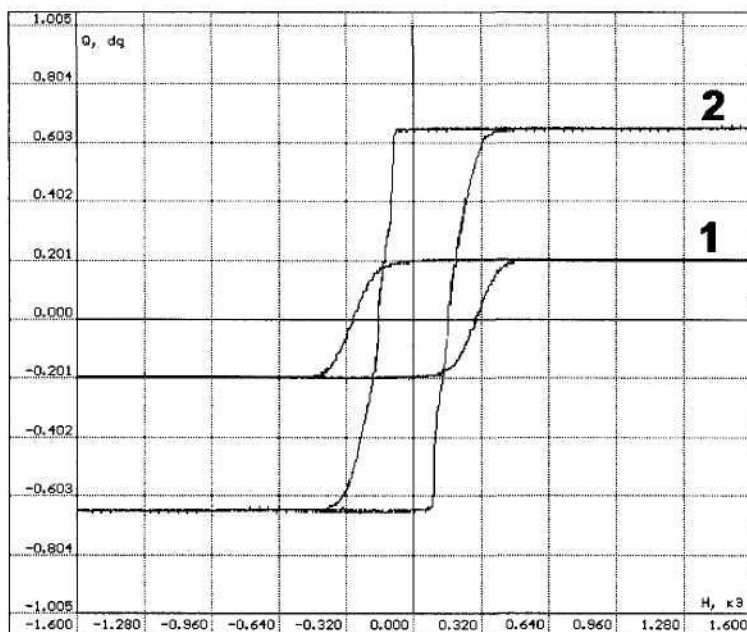
На кресленні наведено ПГ кристалізованої плівки $\text{Bi}_{1,0}\text{Y}_{0,5}\text{Gd}_{1,5}\text{Fe}_{4,2}\text{Al}_{0,8}\text{O}_{12}$ (1) і ПГ плівки композита $\text{Bi}_{1,0}\text{Y}_{0,5}\text{Gd}_{1,5}\text{Fe}_{4,2}\text{Al}_{0,8}\text{O}_{12}:\text{Bi}_2\text{O}_3$ (2). Видно, що значення кута фарадеївського обертання плівки композита більш ніж утричі перевищує значення кута обертання вихідної плівки фериту-гранату, при цьому питома фарадеївське обертання плівки композита склало

$\Theta_F = -5,1$ °/мкм. Вимірювання спектрів оптичного пропускання кристалізованої плівки $\text{Bi}_{1,0}\text{Y}_{0,5}\text{Gd}_{1,5}\text{Fe}_{4,2}\text{Al}_{0,8}\text{O}_{12}$ і композита $\text{Bi}_{1,0}\text{Y}_{0,5}\text{Gd}_{1,5}\text{Fe}_{4,2}\text{Al}_{0,8}\text{O}_{12}:\text{Bi}_2\text{O}_3$ показало, що на довжині хвилі 633 нм коефіцієнт пропускання плівки композита на 10 % вище, ніж вихідної кристалізованої плівки $\text{Bi}_{1,0}\text{Y}_{0,5}\text{Gd}_{1,5}\text{Fe}_{4,2}\text{Al}_{0,8}\text{O}_{12}$. Розраховані відповідно до формули (1) значення магнітооптичної добротності кристалізованої плівки $\text{Bi}_{1,0}\text{Y}_{0,5}\text{Gd}_{1,5}\text{Fe}_{4,2}\text{Al}_{0,8}\text{O}_{12}$ і плівки композита на довжині хвилі 633 нм склали, відповідно, 2,5 і 7,5, тобто магнітооптична добротність плівки композита в порівнянні із плівкою гранату збільшилася в три рази.

Перевагою способу, що заявляється, є те, що він дозволяє одержувати магнітооптичний матеріал на основі композита $\text{Bi}_x\text{R}_{3-x}\text{Fe}_z\text{M}_{5-z}\text{O}_{12}:\text{Bi}_2\text{O}_3$, де R - рідкісноземельні елементи, M - метали Ga і Al , x - від 1 до 2, z - до 1,5, з характеристиками, які значно перевищують характеристики вихідних плівок феритів-гранатів, що містять Bi .

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб одержання магнітооптичного матеріалу, що включає осадження плівки фериту-гранату, що містить Bi , шляхом розпилення відповідної мішені на підкладку немагнітного гранату, відпалювання одержаної аморфної плівки на повітрі при атмосферному тиску при температурі кристалізації фериту-гранату, який **відрізняється** тим, що на плівку кристалізованого фериту-гранату, що містить Bi , складу $\text{Bi}_x\text{R}_{3-x}\text{Fe}_z\text{M}_{5-z}\text{O}_{12}$, де R - рідкісноземельні елементи, M - Ga і Al , x - від 1 до 2, z - до 1,5, додатково напилюють плівку Bi_2O_3 і відпалюють усю структуру на повітрі при атмосферному тиску при температурі 620-670 °С протягом 20-120 хв.



Комп'ютерна верстка І. Скворцова

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

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