



УКРАЇНА

(19) UA (11) 54033 (13) U
(51) МПК (2009)
С30В 30/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ОДНОВИМІРНИЙ МАГНІТОФОТОННИЙ КРИСТАЛ

1

2

(21) u201004825

(22) 22.04.2010

(24) 25.10.2010

(46) 25.10.2010, Бюл.№ 20, 2010 р.

(72) ШАПОШНИКОВ ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ,
ПРОКОПОВ АНАТОЛІЙ РОМАНОВИЧ(73) ТАВРІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИ-
ТЕТ ІМ. В.І. ВЕРНАДСЬКОГО

(57) Одновимірний магнітофотонний кристал, що включає підкладку, 2m пар переміжних діелектричних шарів з великим і малим показниками заломлення, у середині між якими розміщений шар ферромагнетика, який **відрізняється** тим, що діелектричні шари виконані з п'єзоелектричних матеріалів, а на підкладку і верхній діелектричний шар структури додатково нанесені відбивний і напівпрозорий шари металу.

Корисна модель відноситься до оптичної обробки інформації і може бути використана для керування когерентними потоками світла в оптоелектронних і магнітофотонних приладах, системах відображення, зберігання і передавання інформації.

Відома багат шарова структура одновимірного магнітофотонного кристала, що діє на ефекті Керра [Kato H. Reflection-mode operation of one-dimensional magnetophotonic crystals for use in film-based magneto-optical isolator devices / H. Kato, M. Inoue // J. Appl. Phys. - 2002. - Vol.91, N10. - P.7017-7019]. Структура виготовлена методами вакуумної технології на кварцовій підкладці і являє собою послідовність таких шарів: $(\text{SiO}_2/\text{Ta}_2\text{O}_5)^k/\text{Bi:YIG}/(\text{Ta}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2)^k/\text{R}$, де k - число пар шарів, $\text{R}=\text{Al}; (\text{Ta}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2)^m; (\text{Ta}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2)^m/\text{Al}$. Шари SiO_2 мають низький, а шари Ta_2O_5 і Bi:YIG - високі показники заломлення.

Недоліком пристрою на основі такої структури є неможливість регулювання його резонансної довжини хвилі за допомогою зовнішніх параметрів, що суттєво обмежує функціональні можливості пристрою.

Відома багат шарова структура одновимірного магнітофотонного кристала, що діє на ефекті Керра, і являє собою послідовність шарів: $(\text{SiO}_2/\text{SiN})^m/\text{Co}/(\text{SiN}/\text{SiO}_2)^m$, де $m=4$ -число пар шарів [One-dimensional magnetophotonic crystals / M. Inoue, K. Arai, T. Fujii, M. Abe // J. Appl. Phys. - 1999. - Vol.85, N8. - P.5768-5770]. Шари SiO_2 мають низький, а шари SiN - високий показники заломлення. Такий кристал моделювався для довжини хвилі 780nm і був одержаний методами вакуумного на-

пилення на скляній підкладці. Товщини шарів: SiO_2 -111nm, SiN -88,5nm і Co -51,5nm.

Недоліком пристрою є неможливість регулювання його резонансної довжини хвилі за допомогою зовнішніх параметрів, що суттєво обмежує функціональні можливості пристрою.

В основу корисної моделі поставлено завдання вдосконалити одновимірний магнітофотонний кристал шляхом введення додаткового металевго шару між підкладкою і першим діелектричним шаром, напівпрозорого металевго шару на верхній діелектричний шар, що забезпечує можливість зміни товщини діелектричних шарів і, тим самим, керування параметрами магнітофотонного кристала.

Поставлене завдання вирішується тим, що одновимірний магнітофотонний кристал, який включає підкладку, 2m пар переміжних діелектричних шарів з великим і малим показниками заломлення, у середині між якими розміщений шар ферромагнетика, згідно з корисною моделлю, діелектричні шари виконані з п'єзоелектричних матеріалів, а на підкладку і верхній діелектричний шар структури додатково нанесені відбивний і напівпрозорий шари металу. Властивостями такого кристала можна додатково керувати за допомогою зовнішнього електричного поля, прикладеного до металевих шарів, що забезпечує підвищення його функціональності.

На (Фіг.1) наведено схематичне зображення одновимірного магнітофотонного кристала. На підкладку 1 послідовно нанесені такі шари: шар металу 2, m пар переміжних п'єзоелектричних шарів 3, відповідно, з малим і великим показниками

(13) U
54033
(11)
UA
(19)

заломлення, шар феромагнетика 4, наступні m пар переміжних п'єзоелектричних шарів 5, відповідно, з великим і малим показниками заломлення, і напівпрозорий шар металу 6. Для керування властивостями кристала до нижнього металевому шару 2 і верхнього металевому шару 6 приєднується зовнішнє джерело електричної напруги 7.

Пристрій керування світловим потоком на основі одновимірного магнітофотонного кристала діє так. Пристрій вміщується в зовнішнє магнітне поле H , напрямлене вздовж нормалі до поверхні структури і яке перевищує поле насичення феромагнітного шару. На структуру нормально до її поверхні направляється світловий потік випромінювання 8 з резонансною довжиною хвилі λ_R . У зв'язку з тим, що структура являє собою магнітофотонний кристал, на її спектральних залежностях коефіцієнта відбиття і кута обертання Керра на довжині хвилі λ_R будуть спостерігатися максимуми коефіцієнта відбиття і кута обертання Керра. При подаванні постійної електричної напруги від зовнішнього джерела на металеві шари 2 і 6 п'єзоелектричні шари 3 і 5 опиняться під дією електричного поля. У результаті дії електричного поля в них буде виникати зворотний п'єзоелектричний ефект, приводячи їх у стан стиску або розтягу залежно від полярності прикладеної напруги і змінюючи їхню товщину. Зміна товщини діелектричних шарів під дією електричного поля буде приводити до зміщення резонансної довжини хвилі в спектрі відбитого випромінювання на виході структури в порівнянні з тією, що була до подання на структуру електричної напруги. Величина зміщення резонансної довжини хвилі $\Delta\lambda_R$ і його напрям будуть залежати від величини прикладеної до структури напруги і її полярності: зі збільшенням напруги $\Delta\lambda_R$ буде збільшуватися, а при зміні полярності напруги напрям зміщення буде змінюватися. Таким чином, регулюючи величину і полярність зовнішньої

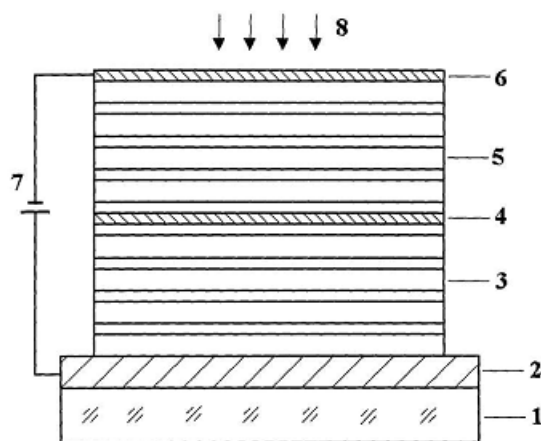
електричної напруги на такому магнітофотонному кристалі, можна регулювати величину і напрям зміщення резонансної довжини хвилі на спектральних залежностях коефіцієнта відбиття і кута обертання Керра.

При прикладенні до одновимірного магнітофотонного кристалу напруги, що змінюється за певним законом, здійснюється зміна величини і напрям зміщення резонансної довжини хвилі за цим же законом. Це суттєво розширює функціональні можливості пристрою.

Прикладом конкретного виконання може бути структура, змодельована для резонансної довжини хвилі 780нм і виготовлена на підкладці із плавного кварцу: $Al/(BaF_2/SrTiO_3)_4/Ni/(SrTiO_3/BaF_2)_4/Al$. В цій структурі нижній відбивний шар Al має товщину 500нм, верхній напівпрозорий шар Al має товщину 5-10нм, шари BaF_2 з показником заломлення $n_{BaF_2}=1,44$ мають товщину по 135нм кожний, шари $SrTiO_3$ з показником заломлення $n_{SrTiO_3}=2,44$ мають товщину по 80нм кожний, шар Ni має товщину 45нм. Всі шари структури виготовляються методом високочастотного магнетронного розпилення відповідних мішеней.

Після подання на структуру постійної напруги величиною 100В однієї полярності відбувалося зміщення резонансної довжини хвилі у бік коротких довжин хвиль, зміщення становило приблизно 10нм. При зміні полярності напруги зміщення резонансної довжини хвилі відбувалося у зворотний бік на ту ж величину. Це свідчить про можливість керування резонансною довжиною хвилі в такому магнітофотонному кристалі і підтверджує роботоздатність запропонованої структури.

Таким чином, перевагою пропонованої структури в порівнянні з відомими є можливість додаткового керування її властивостями за допомогою електричної напруги.



Фіг. 1