



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **163510** (13) **U**
(51) МПК (2026.01)
G02F 1/11 (2006.01)
G02B 27/00
G02B 5/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2026 00008	(72) Винахідник(и): Щепанський Павло Андрійович (UA), Рудиш Мирон Ярославович (UA), Стадник Василь Йосифович (UA), Брезвін Руслан Степанович (UA)
(22) Дата подання заявки: 02.01.2026	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 02.07.2026	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 01.07.2026, Бюл.№ 26	(73) Володілець (володільці): ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА, вул. Університетська, 1, м. Львів, 79000 (UA)

(54) ФІЛЬТР ЗМІННОЇ ДОВЖИНИ ХВИЛІ

(57) Реферат:

Фільтр змінної довжини хвилі містить джерело світла, вхідний та вихідний поляризатори, орієнтовані перпендикулярно один відносно одного, між якими розташований термостат з керованою зміною температури, і розміщену у ньому пластину з одновісного кристала, затиснену механізмом прикладання одновісного тиску. Як одновісний кристал використаний діелектричний кристал LiKSO_4 у формі пластини розмірами $10 \times 10 \times 2$ мм, оптична ізотропна точка якого знаходиться у ближній ультрафіолетовій ділянці спектра. Механізм прикладання одновісного тиску додатково оснащений системою контролю та керованої зміни одновісного механічного тиску.

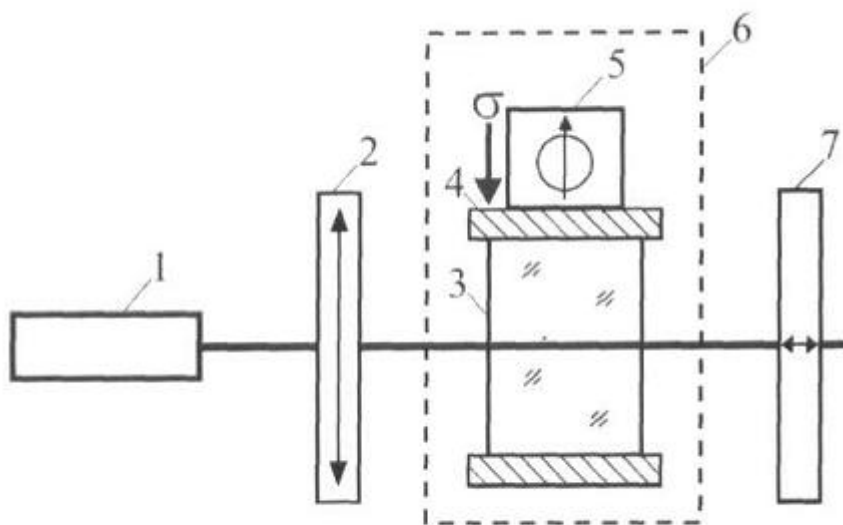


Fig. 1

UA 163510 U

UA 163510 U

Корисна модель належить до оптоелектроніки та спектральної селекції світлових сигналів і може бути використана у пристроях спектроскопії, оптичних сенсорах та лазерних системах.

Відомий оптичний фільтр змінної довжини хвилі за використання інтерференційної багат шарової структури, зокрема фільтр Фабрі-Перо, що містить два частково відбиваючі дзеркала, розташовані на відстані зі змінною оптичною товщиною. Налаштування довжини хвилі пропускання досягається зміною відстані між дзеркалами п'єзоелектричними або механічними приводами [Flanders Dale C. Tunable Fabry-Perot filter. Патент США US6373632B1, опубл. 2002].

Недоліком пристрою є складність виготовлення та юстування багат шарових дзеркал з високою спектральною точністю, чутливість до кута падіння світла, що зменшує поле зору, а також залежність довжини хвилі від температури, що вимагає стабілізації.

Найбільш близьким аналогом корисної моделі за технічною суттю є пристрій, що містить джерело світла, двоприменезаломлюючий одновісний кристал CdS або ZnO у формі пластини, затиснений механізмом для прикладання стиснення та розміщений у термостаті з керованою зміною температури, який розташований між взаємно перпендикулярно орієнтованими один відносно другого вхідним та вихідним поляризаторами, при цьому вхідний поляризатор орієнтований паралельно до оптичної осі кристала [Henry C. H., Thomas D. G. Tunable Light Filter. Патент США US3439974A, опубл. 1969]. У пристрої використовується явище інверсії знаку двоприменезаломлення - ізоотропна точка, за якої звичайний та незвичайний показники заломлення збігаються на певній довжині хвилі - λ_0 . Біля цієї точки незначні зміни умов, наприклад напруження або температури, спричиняють суттєву зміну фазового зсуву між поляризаційними компонентами, що дає змогу формувати вузьку смугу пропускання. Найбільш близький аналог забезпечує вузькосмугову селективність без необхідності складних інтерференційних структур, можливість електро- або термооптичного налаштування, зберігаючи при цьому простоту та компактність.

Недоліком пристрою є те, що у ньому використовують пластину з напівпровідникового кристала, такого як CdS або ZnO, які мають сильне поглинання в ультрафіолетовому діапазоні нижче ~500 нм. Окрім цього, суттєвими недоліками є низька чутливість до механічного тиску як параметра налаштування і обмежена прозорість, та, у випадку кристала CdS, наявність токсичного кадмію.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалити фільтр змінної довжини хвилі шляхом введення додаткових елементів та використання нового кристала, що дасть змогу розширити діапазон довжин хвиль та покращити налаштування.

Поставлена задача вирішується тим, що у фільтрі змінної довжини хвилі, що містить джерело світла, вхідний та вихідний поляризатори, орієнтовані перпендикулярно один відносно другого, між якими розташований термостат з керованою зміною температури, і розміщену у ньому пластину з одновісного кристала, затиснену механізмом прикладання одновісного тиску, згідно з корисною моделлю, як одновісний кристал використаний діелектричний кристал LiKSO_4 у формі пластини розмірами 10×10×2 мм, оптична ізоотропна точка якого знаходиться у ближній ультрафіолетовій ділянці спектру, а механізм прикладання одновісного тиску додатково оснащений системою контролю та керованої зміни одновісного механічного тиску.

У пристрої, як кристалічний елемент вперше використано діелектричний кристал LiKSO_4 , з якого виготовляють пластину розмірами 10×10×2 мм. Цей матеріал, на відміну від кристалів CdS та ZnO, має високе пропускання у короткохвильовому діапазоні, зокрема ближньому ультрафіолетовому, а його ізоотропна точка знаходиться в ближній ультрафіолетовій ділянці спектру. Кристал є високочутливим до дії одновісних тисків, що дає змогу використати тиск як додатковий параметр налаштування фільтра.

Суттєвими відмінностями від найбільш близького аналога є:

1) використання діелектричного кристала LiKSO_4 у вигляді пластини розмірами 10×10×2 мм;
2) використання кристала LiKSO_4 , оптична ізоотропна точка якого знаходиться в ближній ультрафіолетовій ділянці спектра, який має високе пропускання, зокрема в ближній ультрафіолетовій ділянці спектра, що дає змогу використовувати фільтр для коротких довжин хвиль;

3) використання системи контролю та керованої зміни одновісного тиску, що дає змогу розширити спектральний діапазон застосування та покращити налаштування фільтра.

Сукупність усіх суттєвих ознак забезпечує можливість використання фільтра для коротких довжин хвиль, розширює робочий діапазон фільтра, а також забезпечую більш прецизійне налаштування фільтрованої довжини світлової хвилі.

Корисна модель пояснюється графічними зображеннями, де:

фіг. 1 - оптична схема пристрою, де 1 - джерело світла, 2 - вхідний поляризатор, 3 - пластина кристала, 4 - механізм для прикладення тиску, 5 - система для контролю та керованої зміни тиску, 6 - термостат, 7 - вихідний поляризатор;

фіг. 2 - температурно-спектральна діаграма ізотропного стану кристала LiKSO_4 у вигляді пластины;

фіг. 3 - дисперсія показників заломлення механічно вільних (1) n_z і (2) n_x та навантажених (3) n_z і (4) n_x кристалів LiKSO_4 у вигляді пластины за кімнатної температури;

фіг. 4 - дисперсія показників заломлення поблизу ізотропної точки механічно вільних (1) n_z і (2) n_x та навантажених (3) n_z і (4) n_x кристалів LiKSO_4 у вигляді пластины за кімнатної температури.

Пристрій є фільтром змінної довжини хвилі, дія якого ґрунтується на тому, що певні анізотропні кристали мають одну або кілька ізотропних точок, тобто стають ізотропними на одній чи кількох дискретних частотах. За цих частот звичайний і незвичайний показники заломлення кристала є рівними. За таких умов у кристалі виникає взаємне перетворення між ортогональними поляризаційними модами світла, яке зумовлює селективне пропускання або відсічення вузької смуги спектра. Змінюючи зовнішні умови, зміщують частоту світла, на якій виникає оптична ізотропність. Для цього використовують температурне регулювання або електричне поле. У корисній моделі уведено додатковий механізм - контрольоване прикладання одновісного механічного тиску, що дає змогу змінювати положення ізотропної точки й, тим самим, розширювати діапазон налаштування фільтра.

Фільтр містить послідовно розташовані на шляху променя джерела світла ДКСШ-1000-1 вхідний поляризатор - 2, орієнтований паралельно до оптичної осі кристала LiKSO_4 , виготовленого у вигляді пластины розмірами $10 \times 10 \times 2$ мм - 3, затисненого механізмом для прикладення тиску - 4 із системою для контролю та керованої зміни тиску - 5, розміщеного у термостаті з керованою зміною температури - 6, та вихідний поляризатор - 7, орієнтований під кутом 90° до вхідного поляризатора.

Пристрій працює таким чином. Пучок світла широкого спектра довжин хвиль з джерела 1 проходить через вхідний поляризатор 2, орієнтований паралельно до оптичної осі кристала LiKSO_4 , після чого потрапляє у саму пластину кристала 3. На довжинах хвиль, відмінних від ізотропної точки, поляризаційні компоненти світла поширюються у кристалі незалежно, і, потрапивши на вихідний поляризатор 7, який орієнтований під кутом 90° до вхідного поляризатора, випромінювання блокується. Натомість на довжині хвилі, що відповідає ізотропній точці, показники заломлення співпадають, і, під дією механічного тиску, створеного механізмом 4, у кристалі відбувається перетворення поляризаційних мод. Це призводить до того, що світло цієї єдиної довжини хвилі проходить крізь вихідний поляризатор 7. Решта спектральних складових відсікаються і не проходять через поляризатор 7. При цьому, пристрій може працювати також як фільтр відсікання однієї довжини хвилі. Для цього поляризатор 7 орієнтують під кутом 0° до вхідного поляризатора.

Кристал розміщений у термостаті 6 з регульованою температурою. Змінюючи температуру в межах від 400 до 200 К, зміщують оптичну ізотропну точку кристала в межах від 240 до 351 нм (фіг. 2), і, як наслідок, встановлюють фільтровану довжину хвилі з цього діапазону. При цьому на кристал діють одновісним тиском, прикладеним механізмом 4, величину якого точно регулюють системою 5. Внаслідок п'єзооптичного ефекту прикладений тиск змінює показники заломлення кристала та додатково зміщує положення ізотропної точки, що дає змогу здійснювати плавне налаштування робочої довжини хвилі фільтра. Характеристики баричних змін показників заломлення кристала, за якими калібрують систему 5, відображено на фіг. 3 та фіг. 4.

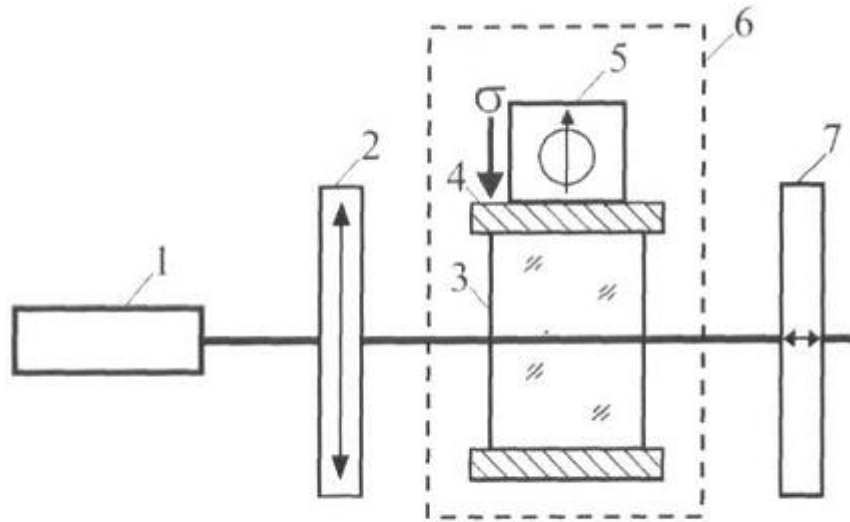
Завдяки цьому сукупність усіх суттєвих ознак забезпечує створення налаштованого оптичного фільтра змінної довжини хвилі, придатного для роботи в ближній ультрафіолетовій ділянці спектра, з можливістю точного регулювання положення ізотропної точки зміною температури та прикладанням одновісного тиску. Такий підхід зберігає простоту реалізації та дає змогу застосувати фільтр у ширшому діапазоні довжин хвиль, у видимій чи ближній ультрафіолетовій ділянці спектру, що підтверджує отримання передбачуваного технічного результату.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

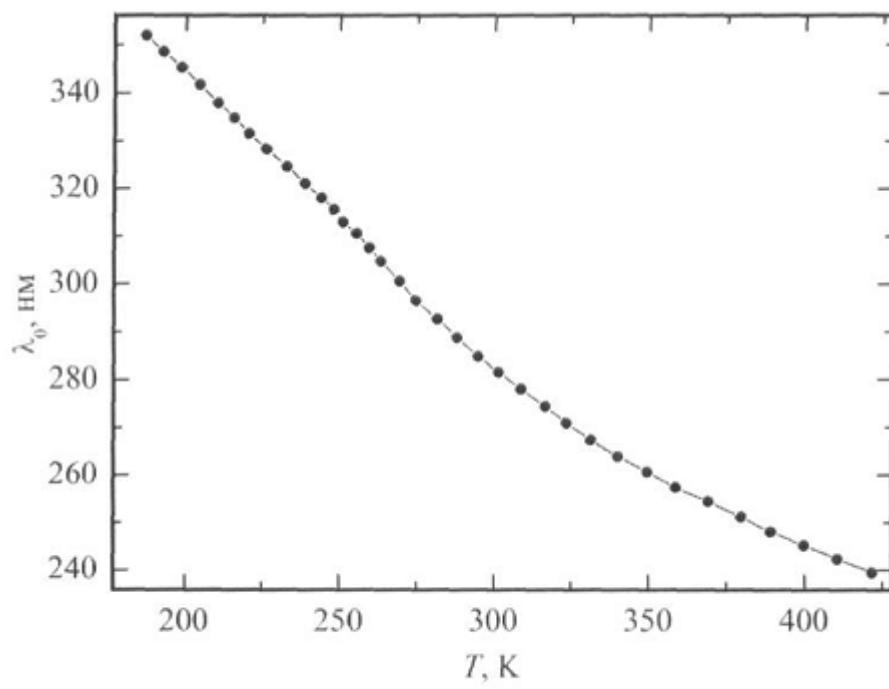
Фільтр змінної довжини хвилі, що містить джерело світла, вхідний та вихідний поляризатори, орієнтовані перпендикулярно один відносно одного, між якими розташований термостат з керованою зміною температури, і розміщену у ньому пластину з одновісного кристала,

затиснену механізмом прикладання одновісного тиску, який **відрізняється** тим, що як одновісний кристал використаний діелектричний кристал LiKSO_4 у формі пластини розмірами $10 \times 10 \times 2$ мм, оптична ізотропна точка якого знаходиться у ближній ультрафіолетовій ділянці спектра, а механізм прикладання одновісного тиску додатково оснащений системою контролю та керованої зміни одновісного механічного тиску.

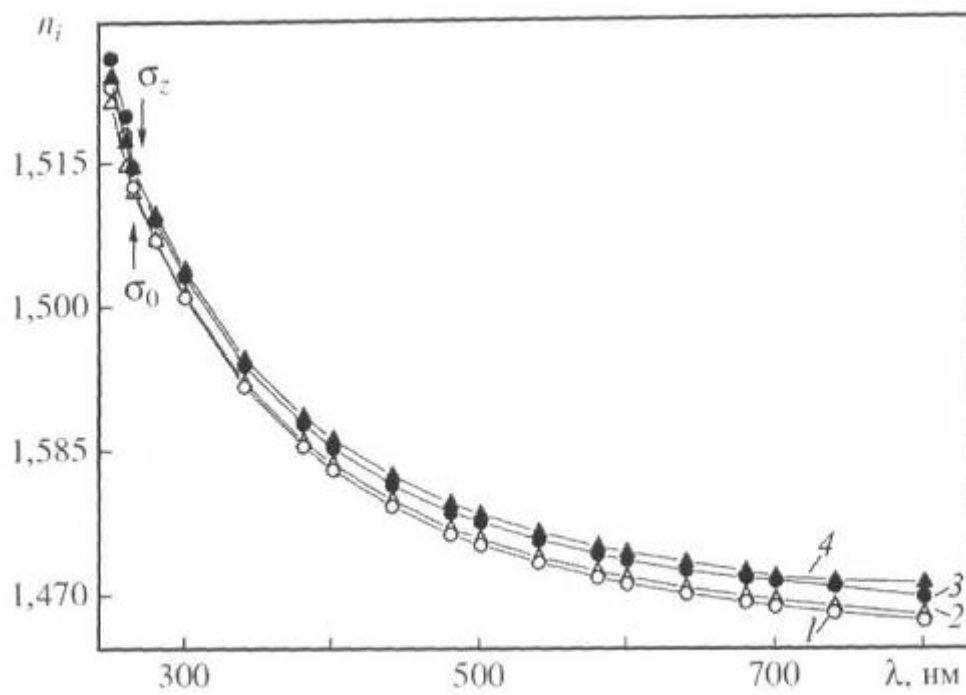
5



Фіг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

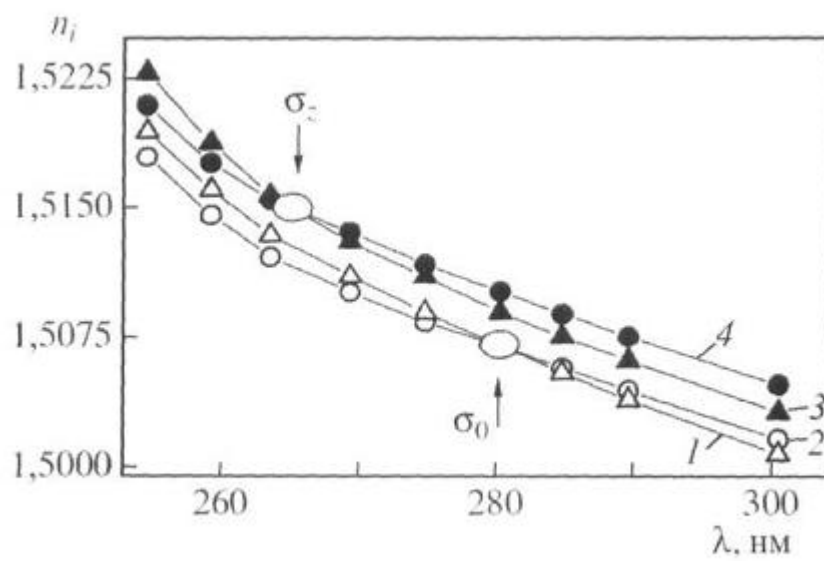


Fig. 4