



УКРАЇНА

(19) UA (11) 40474 (13) A

(51) 7 G01N21/45

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ІНТЕРФЕРОМЕТР ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ ЗМІН ПОКАЗНИКА ЗАЛОМЛЕННЯ ІЗОТРОПНИХ ТВЕРДИХ ТІЛ

(21) 2001031498

(22) 05.03.2001

(24) 16.07.2001

(33) UA

(46) 16.07.2001, Бюл. № 6, 2001 р.

(72) Гомоннай Олександр Васильович

(73) ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОННОЇ ФІЗИКИ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, UA

(57) Інтерферометр для визначення локальних змін показника заломлення ізотропних твердих тіл, що містить оптично зв'язані джерело випромінювання, плоскопаралельну світлоподільну пластину, відбивач, опорну оптичну газову кювету, комутатор та датчик його положення, фотоприймач, блок зчитування та обробки інформації, об'єктив, який **відрізняється** тим, що додатково містить компенсатор, оптичну кювету і пристрій для зміни

в ній тиску еталонного газу та пристрій для покровового переміщення зразка у перпендикулярній до світлового потоку площині, підключені до блока зчитування та обробки інформації, при цьому на світлоподільну пластинку нанесено покриття з можливістю формування чотирьох променів, два з яких утворюють опорну інтерференційну картину, що усуває обумовлені впливом зовнішніх факторів додаткові похибки, а інші два формують робочу інтерференційну картину, причому один з променів проходить через компенсатор і оптичну кювету, з'єднану з пристроєм для зміни в ній тиску еталонного газу, інший проходить через зразок, що покровово переміщується, а комутатор встановлено з можливістю почергового відкриття опорного та робочого каналів.

Винахід відноситься до оптичного приладобудування і може бути використаний при створенні багатоканальних інтерферометрів для визначення локальних змін показника заломлення ізотропних твердих тіл.

Відомі інтерферометри, в яких використовується багатопротинна інтерференція, створена плоскопаралельною пластинкою при освітленні, зокрема інтерферометри Фабрі-Перо, Люммена-Герке, Жамена [1, 2]. Недоліками таких приладів є залежність інтерференційних характеристик від зовнішніх факторів, зокрема температури та тиску.

Найбільш близьким до запропонованого за технічною сутністю та ефектом, що досягається, є інтерференційний газоаналізатор, наведений у [3], який і обрано нами за прототип. Згідно з даним технічним рішенням, в інтерференційному газоаналізаторі, який працює за схемою Жамена, створено умови для формування двох інтерференційних картин - робочої та опорної. Протифазна комутація двох інтерференційних картин дозволяє проводити реєстрацію робочого та опорного сигналів одним фотоприймачем і усунути вплив змін параметрів навколишнього середовища (температури та тиску) при обробці сигналів в електронній схемі.

До недоліків наведеного інтерференційного пристрою слід віднести неможливість визначення

локальних змін показника заломлення твердих тіл, пов'язаних із неоднорідностями матеріалу.

Завданням винаходу є створення інтерферометра, який дозволяє визначати локальні зміни показника заломлення ізотропних твердих тіл, при цьому усуваються додаткові похибки, обумовлені впливом зовнішніх факторів (температури та тиску) на інтерференційні характеристики пристрою.

Завдання досягається тим, що в багатоканальному інтерферометрі, який працює за схемою Жамена і містить оптично зв'язані джерело випромінювання, плоскопаралельну світлоподільну пластину, відбивач, опорну оптичну газову кювету, комутатор та датчик його положення, фотоприймач, блок зчитування та обробки інформації, об'єктив, який відрізняється тим, що додатково містить компенсатор, оптичну кювету і пристрій для зміни в ній тиску еталонного газу та пристрій для покровового переміщення зразка у перпендикулярній до світлового потоку площині, підключені до блока зчитування та обробки інформації, при цьому на світлоподільну пластинку нанесено покриття з можливістю формування чотирьох променів, два з яких утворюють опорну інтерференційну картину, що усуває обумовлені впливом зовнішніх факторів додаткові похибки, а інші два промені формують робочу інтерференційну картину, причому один з них проходить через компенсатор і оптичну кюве-

ту, з'єднану з пристроєм для зміни в ній тиску еталонного газу, другий проходить через зразок, що покроково переміщується, а комутатор встановлено з можливістю почергового відкриття опорного та робочого каналів. Порівняння з прототипом показує, що запропонований пристрій містить ряд суттєвих переваг, зокрема розширює функціональні можливості, оскільки у робочому каналі дозволяє визначати локальні зміни показника заломлення ізотропних твердих тіл і при цьому у опорному каналі усуваються додаткові похибки, обумовлені впливом зовнішніх факторів (температури та тиску) на інтерференційні характеристики пристрою.

Схему інтерферометра для визначення локальних змін показника заломлення наведено на рисунку (фіг.).

Інтерферометр складається з джерела випромінювання 1, плоскопаралельної світлоподільної пластини 2, оптичного компенсатора 3, опорної оптичної газової кювети 4, порівняльної оптичної газової кювети 5, відбивача 6, комутатора оптичних променів 7, досліджуваного зразка 8, пристрою для покрокового переміщення зразка у перпендикулярній до світлового потоку площині 9, об'єктива 10, фотоприймача 11, пристрою для зміни тиску еталонного газу в порівняльній кюветі 12, датчика положення комутатора 13, блоку зчитування та обробки інформації, який включає в себе диференціальний підсилювач 14, пристрій для вибору та зберігання опорного каналу 15, пристрій для вибору та зберігання робочого каналу 16, диференціальний підсилювач 17, аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) 18, постійний запам'ятовуючий пристрій (ПЗП) 19, індикатор 20.

Інтерферометр для визначення локальних змін показника заломлення працює таким чином.

Світловий потік від джерела випромінювання 1 потрапляє на плоскопаралельну світлоподільну пластинку 2, при багатократному відбиванні від задньої та передньої граней поділяється на чотири (а, б, в, г) промені, направлені паралельно один одному. Перші два промені (а, б) проходять через опорну оптичну газову кювету 4, наповнену еталонним газом (наприклад, сухим повітрям), і, відбившись від відбивача 6, потрапляють на плоскопаралельну світлоподільну пластинку 2, де вони (а', б') змішуються в точці А та утворюють опорну інтерференційну картину. Промінь г проходить через проскопаралельний зразок 8 досліджуваного ізотропного твердого тіла, який може покроково переміщуватися у перпендикулярній до світлового потоку площині за допомогою пристрою 9, а промінь в проходить через компенсатор 3 і порівняльну оптичну газову кювету 5, наповнену еталонним газом, тиск якого змінюється за допомогою пристрою 12. Різниця ходу між променями в та г визначається за співвідношенням

$$n_{зр}d_{зр} = 2n_{вк}d_{вк} + n_{ет,газ}l_k + n_{комп}d_{комп}, \quad (1)$$

де  $n_{зр}$  - показник заломлення зразка;

$d_{зр}$  - товщина зразка;

$n_{вк}$  - показник заломлення вікон кювети;

$d_{вк}$  - товщина вікон кювети;

$n_{ет,газ}$  - показник заломлення еталонного газу;

$l_k$  - довжина кювети;

$n_{комп}$  - показник заломлення компенсатора;

$d_{комп}$  - товщина компенсатора.

Компенсатор 3 вводиться при необхідності компенсації додаткової різниці ходу між променями в і г в залежності між співвідношенням товщини та показника заломлення зразка і відповідними параметрами еталонного газу та порівняльної кювети. Комутатор оптичних променів 7 працює таким чином, що забезпечує почергово перекриття променів а і б, що проходять через опорну кювету 4, та відкриття при цьому променів в, г, які проходять через заповнену еталонним газом з показником заломлення  $n_{ет,газ}$  порівняльну кювету та зразок, потрапляють на плоскопаралельну світлоподільну пластинку 2, де змішуються у точці Б та утворюють робочу інтерференційну картину. За допомогою об'єктива 10 опорна та робочі інтерференційні картини проєктуються на фотоприймач 11 таким чином, щоб головний інтерференційний максимум однаково потрапляв на фотоприймальну площадку.

Сигнал розбалансу, який знімається з фотоприймача 11, підсилюється диференціальним підсилювачем 14 і запам'ятовується в пристрої 16, який комутується керуючими імпульсами датчика 13. Аналогічно сигнал з фотоприймача 11, який відповідає опорній інтерференційній картині, запам'ятовується в пристрої 15 при надходженні відповідного керуючого сигналу з датчика 13. При детектуванні опорної інтерференційної картини освітленість фотоприймальної площадки 11 є незмінною і залежить лише від деформацій та зміщень оптичних елементів, обумовлених параметрами зовнішнього середовища. Таким чином, запам'ятовування сигналу в пристроях 15, 16 відбувається у встановленому режимі при відповідних положеннях комутатора 7, які відповідають почерговому відкриттю опорного та робочих каналів. Сигнали робочих та опорних каналів віднімаються за допомогою ще одного диференціального підсилювача 17. Їх різниця перетворюється в цифрові значення за допомогою АЦП 18. Компенсатором та величиною тиску еталонного газу у порівняльній кюветі досягається нульове значення розбалансу.

При покроковому переміщенні зразка виникає величина розбалансу освітленості фотоприймальної площадки 11, яка пропорційна змінам значень показника заломлення, і компенсується тиском еталонного газу:

$$\Delta n_{зр} = \Delta n_{ет,газ}(P), \quad (2)$$

де  $\Delta n_{зр}$  - зміна значення показника заломлення при покроковому переміщенні зразка;

$\Delta n_{ет,газ}(P)$  - зміна показника заломлення еталонного газу з тиском.

У ПЗП 19 записано залежності показника заломлення еталонного газу від тиску. У випадку використання у якості еталонного газу повітря ця залежність визначається за таким співвідношенням [4]

$$(n_{p,t} - 1) = (n_{15C, 760 \text{ мм.рт.ст.}} - 1) \times \frac{P[1 + (1,049 - 0,0157 \times t) \times 10^{-6}]}{720,883 (1 + 0,003661 \times t)}, \quad (3)$$

де  $n_{p,t}$  - значення показника заломлення повітря у порівняльній кюветі при певному тиску та температурі;

$n_{15C, 760 \text{ мм.рт.ст.}}$  - значення показника заломлення повітря при величині тиску 760 мм.рт.ст. і температурі 15°C;

$P$  - значення тиску повітря у порівняльній кюветі;  
 $t$  - температура повітря у порівняльній кюветі ( $^{\circ}\text{C}$ ).

На цифровому індикаторі 20 висвічуються значення зміни величини показника заломлення при покроковому переміщенні зразка у перпендикулярній до світлового потоку площині. Наявність опорної інтерференційної картини, її врахування при обробці відповідних робочих сигналів ліквідує похибки, пов'язані зі змінами параметрів навколишнього середовища.

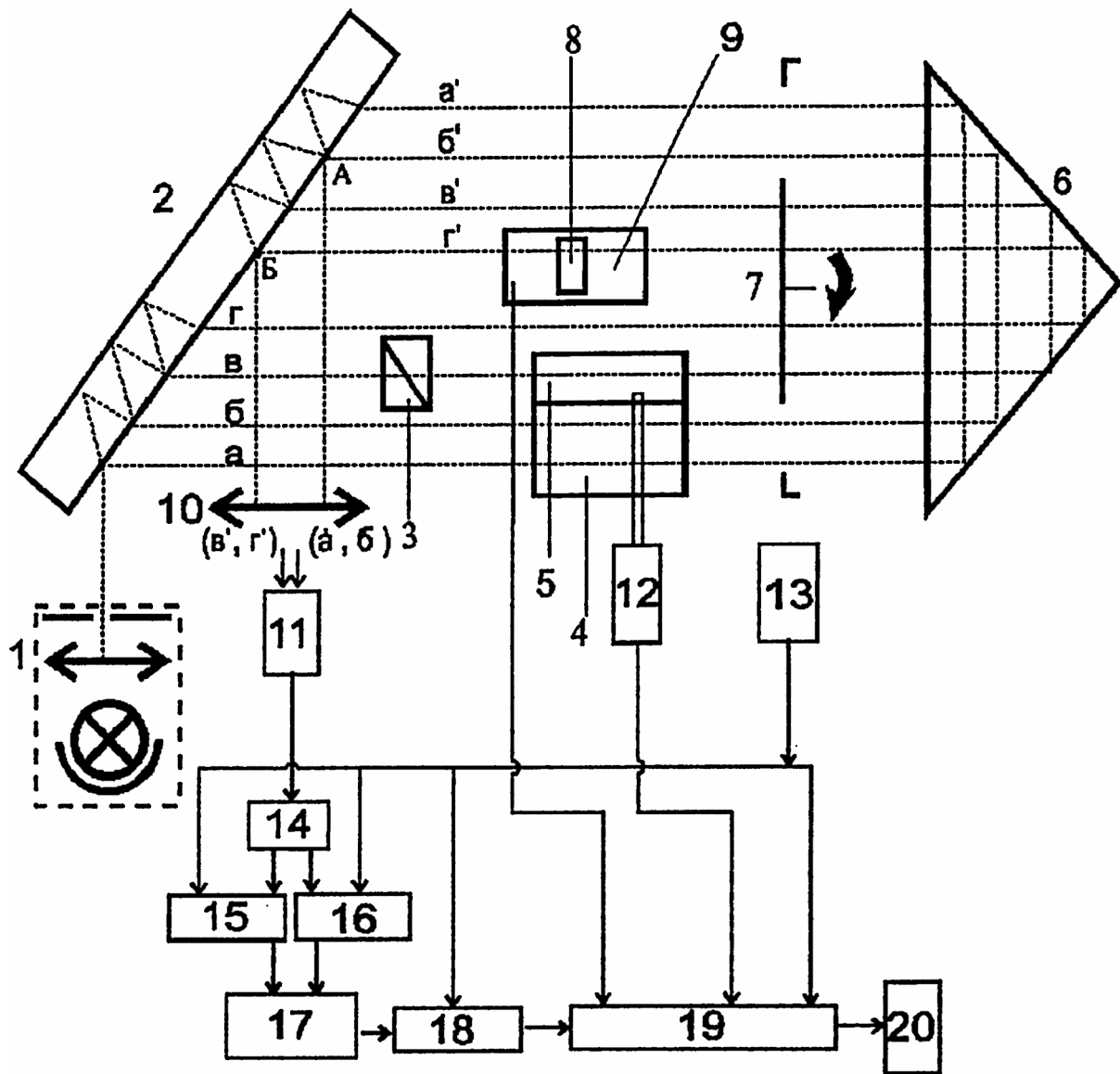
Таким чином, створено умови для визначення локальних змін показника заломлення ізотропних твердих тіл завдяки тому, що на світлоподільну пластинку нанесено покриття з можливістю формування чотирьох променів, які утворюють дві інтерференційні картини. Одна з яких є опорною і усуває додаткові похибки, обумовлені впливом зовнішніх факторів. Друга інтерференційна картина формується двома променями, один з яких проходить через зразок, який покроково переміщується, а інший проходить через еталонну кювету, напов-

нену еталонним газом, тиск якого змінюється для компенсації локальних змін показника заломлення зразка. Комутатор встановлено для почергового відкриття робочого та опорного каналів.

Запропонований інтерферометр для визначення локальних змін показника заломлення ізотропних твердих тіл планується використовувати в Інституті електронної фізики НАН України для контролю параметрів оптичних матеріалів. Даний пристрій може бути застосований в установах, що займаються синтезом та вирощуванням ізотропних твердих тіл.

Джерела інформації

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. - М.: Наука, 1973. - С. 719.
2. Борбат А.М., Горбань И.С., Охрименко Б.А. и др. Оптические измерения. - К.: Техніка, 1967. - С. 419.
3. Авторское свидетельство № 1498193 (СССР), кл. G01N21/45 – прототип.
4. Таблицы физические величин: Справ. // Под ред. акад. И.К. Кикоина. - М.: Атомиздат, 1976. - С. 1008.



Фіг.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60x84 1/8.  
 Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
 (044) 268-25-22