



УКРАЇНА

(19) UA (11) 42987 (13) A

(51) 7 G01N21/43

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

(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЗАЛОМЛЕННЯ І ПОГЛИНАННЯ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

(21) 2000105961

(22) 23.10.2000

(24) 15.11.2001

(33) UA

(46) 15.11.2001, Бюл. № 10, 2001 р.

(72) Білинський Йосип Йосипович, Білинська Марина Йосипівна

(73) ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA

(57) 1. Спосіб вимірювання показників заломлення і поглинання, який полягає в вимірюванні коефіцієнтів відбивання світла $R(\theta)$ від границі контакту досліджуваного середовища з високозаломлювальним середовищем в широкому діапазоні кутів падіння θ , який **відрізняється** тим, що визначають

максимум першої похідної функції в точці, яка відповідає уявному критичному куту, а отже показнику заломлення, і обчислюють числове значення максимуму першої похідної, що відповідає показнику поглинання середовища.

2. Пристрій для здійснення способу, що містить оптично послідовно з'єднані джерело світла, об'єктив, високозаломлювальний оптичний елемент, який **відрізняється** тим, що в нього введена фотолінійка, при цьому високозаломлювальний оптичний елемент виконаний у вигляді плоского світловоду як елемент порушеного повного внутрішнього багаторазового відбиття з сферичними пристроями вводу-виводу.

Винахід відноситься до вимірювальної техніки, а саме до оптичних методів вимірювання властивостей середовищ, зокрема до вимірювання показників заломлення і поглинання середовищ.

Відомий спосіб вимірювання показника заломлення (А.с. № 1043530 А, кл. G01N21/43, 1983, Бюл. № 35) з використанням автоматичних рефрактометрів граничного кута з слідкуючою системою, який включає реєстрацію світла на виході з призми фотоприймачами, які розміщені в n рівновіддалених вузлових точках, порівняння інтенсивності світла в зоні границі світлотіні з інтенсивностями світла в світлій і темній зонах і визначення показника заломлення при досягненні фотометричної рівності в положенні фотоприймачів, причому реєстрацію світла проводять по $n \geq 3$ вузловим точкам на ділянці розміром меншим діапазону робочого переміщення границі світлотіні, і показник заломлення визначають при рівності нулю числового значення другої похідної функції просторового розподілу реєстрованої інтенсивності.

Недоліком способу є низька точність вимірювань внаслідок неточності визначення границі світлотіні і забруднення призми.

Для реалізації даного способу відомий пристрій (А.с. № 1043530 А, кл. G01N21/43, 1983, Бюл. № 35) для вимірювання показника заломлення, який містить освітлювач, двохлінзовий конденсор, вимірювальну призму і пристрій слідкуючого врівноваження з розміщеними на ньому фо-

топриймачами, ввімкненими в схему рівноважного моста, причому фотоприймачі розділяють на дві групи по n фотоприймачів у групі, причому фотоприймачі першої групи розміщені рівновіддалено в межах ділянки розміром рівним ширині границі світлотіні, помноженої на кількість фотоприймачів у групі, а фотоприймачі другої групи розміщені рівновіддалено в межах ділянки розміром, рівним 20-40% діапазону переміщення границі світлотіні.

До недоліків припаду слід віднести невисоку точність вимірювань зумовлену наявністю рухомих вузлів, а також складність конструкції.

Близьким до запропонованого винаходу є спосіб вимірювання показника заломлення поглинаючих середовищ (А.с. № 623143, кл. G01N21/46, 1978, Бюл. № 33) шляхом визначення коефіцієнта відбиття світла на границі контакту досліджуваного низькозаломлюючого середовища з високозаломлюючим середовищем для кількох кутів падіння, початковий світловий пучок розщеплюють принаймні на два пучка і направляють їх одночасно під різними кутами на границю контакту.

До недоліків цього способу відноситься необхідність колімації світлового пучка.

Відомий пристрій для реалізації даного способу (А.с. № 623143, кл. G01N21/46, 1978, Бюл. № 33), який містить освітлювальну систему, коліматор у вигляді об'єктиву з маркою в фокальній площині, вимірювальний блок у вигляді високозаломлюючого оптичного елемента з плоскою робо-

чою поверхнею і вхідною і вихідною поверхнями сферичної або циліндричної форми і фотоприймальний пристрій, причому марка коліматора містить принаймні дві щілини, перед коліматором встановлена діафрагма з двома прозорими зонами, а робоча поверхня оптичного елемента містить дві зони, одна з яких виконана з коефіцієнтом відбиття 100%, причому зони діафрагми і високозаломлюючого елемента попарно спряжені, а в області діафрагми встановлено обтюратор.

Недоліками даного пристрою є наявність механічних частин для настройки різних кутів падіння пучка світла, що потребує значних затрат часу.

Найбільш близьким до даного винаходу є спосіб визначення показників заломлення і поглинання (А.с. № 1539611 А1, кл. G01N21/41, 1990, Бюл. № 4), який включає освітлення пучком світла досліджуваного середовища, яке контактує з високозаломлюючим середовищем, під двома кутами падіння, вимірювання коефіцієнтів відбивання світла для цих кутів падіння і визначення показників заломлення і поглинання, причому для слабкопоглинаючих середовищ, показник поглинання яких не перевищує 10^{-4} , додатково опромінюють досліджуване середовище пучком світла під іншими кутами падіння, вимірюють коефіцієнти відбивання світла для них, і вибирають два таких коефіцієнта $R(\theta_1)$ і $R(\theta_2)$, для яких значення виразу $[R(\theta_1) - R(\theta_2)]/(\theta_1 - \theta_2)$ максимальне, а показники заломлення і поглинання визначають по вибраним величинам.

Однак в даному способі точність вимірювань залежить від умов вимірювання кутів падіння і величини відносного показника заломлення.

Відомий пристрій (А.с. № 1539611 А1, кл. G01N21/41, 1990, Бюл. № 4), що реалізує цей спосіб, який містить джерело світла, конденсор, діафрагму з прозорими зонами, обтюратор, об'єктив, марку з рухомими щілинами, об'єктив коліматора, лінзу, високозаломлюючий оптичний елемент з робочою поверхнею і зонами на цій поверхні, фотоприймачі, вимірювачі відношень, обчислювальний пристрій. Різні кути падіння світла отримують шляхом розщеплення світлового пучка маркою.

Недоліком цього приладу є низька точність вимірювання, обумовлена неможливістю точної установки кута падіння світла через недостатню колімацію пучка променів.

В основу винаходу поставлено задачу розробки способу вимірювання показників заломлення і поглинання, в якому за рахунок введення нових операцій, досягається підвищення точності вимірювань.

Поставлена задача, досягається тим, що в способі, який полягає в вимірюванні коефіцієнтів відбивання світла $R(\theta)$ від границі контакту досліджуваного середовища з високозаломлювальним середовищем в широкому діапазоні кутів падіння θ , визначають максимум першої похідної функції в точці, яка відповідає уявному критичному куту, а отже показнику заломлення, і обчислюють числове значення максимуму першої похідної, що відповідає показнику поглинання середовища.

В основу винаходу поставлено задачу розробки пристрою, який реалізує спосіб вимірювання показників заломлення і поглинання, в якому, за ра-

хунок введення нових блоків і форми вимірювального елемента, досягається підвищення точності.

Поставлена задача досягається тим, що в пристрої, який містить оптично послідовно з'єднані джерело світла, об'єктив, високозаломлюючий оптичний елемент, введено фотолінійку, при цьому високозаломлюючий оптичний елемент виконаний у вигляді плоского світловоду як елемент порушеного повного внутрішнього багаторазового відбиття з спеціальними сферичними пристроями вводу - виводу.

Пристрій спрощує процес вимірювань, який зводиться до визначення фотолінійкою інтенсивності відбитого від високо заломлюючого елемента гомоцентричного пучка. Відсутність колімації пучка світла та наявність багатократного відбиття у плоскому світловоді забезпечує необхідне підвищення контрастності світлотіні, а отже, точності. Крім того суттєво спрощується конструкція приладу, відсутня необхідність зміни кута падіння світла за допомогою механічних вузлів, що також істотно впливає на підвищення точності вимірювань. Інтенсивність відбитого пучка світла реєструється фотолінійкою. Таким чином скорочується час вимірювального процесу, оскільки існує можливість отримати залежність енергетичних характеристик на фотолінійці відразу для всього спектру кутів відбиття.

Даний спосіб вимірювання дозволяє підвищити точність вимірювань та спростити алгоритм обчислювань, а також відкидає необхідність використання числових методів і не потребує складної обчислювальної техніки.

На фігурі представлена принципова схема запропонованого пристрою.

Пристрій містить джерело 1 світла, оптично пов'язане з послідовно розташованим об'єктивом 2, високозаломлювальним, у вигляді світловоду з спеціальними сферичними пристроями вводу 4, виводу 5, елементом 3 порушеного повного внутрішнього багаторазового відбиття, який контактує з досліджуваним 6 середовищем і фотолінійкою 7.

В якості джерела 1 світла може бути використаний світлодіод АЛ107 (Іванов В.І. и др. Полупроводниковые оптоэлектронные приборы: Справ. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - С. 78), об'єктив 2 описаний в [Туригин И.А. Прикладная оптика. - М.: Машиностроение, 1965. - С. 21], високозаломлювальний елемент 3 описаний в [Иоффе Б.В. Рефрактометрические методы в химии/ - Л.: Химия, 1983. - С. 230], фотолінійка 7 описана в [Ишамми Г.Г., Панков Э.Д. Источники и приемники излучения. - СПб.: Политехника, 1991. - С. 212].

Пристрій працює таким чином: від джерела 1 світла за допомогою об'єктива 2, гомоцентричний оптичний пучок поступає через пристрій вводу 4 у високозаломлювальний елемент 3 порушеного повного внутрішнього багаторазового відбиття 4, який контактує з досліджуваним 6 середовищем і в якому відбувається багаторазове відбиття та через пристрій виводу 5 виводиться на фотолінійку 7. По отриманій інтенсивності відбитого пучка світла будують функціональну залежність коефіцієнта відбиття від кута падіння, визначають максимум першої похідної функції в точці, яка відповідає уявному критичному куту $\theta_{кр}$, а отже показнику за-

ломлення n_2 , і обчислюють числове значення максимуму першої похідної $\operatorname{tg}\alpha$, де α - кут нахилу функції в точці $\theta_{\text{кр}}$, що відповідає показнику поглинання середовища χ_2 .

Для поглинаючих середовищ показник заломлення \hat{n}_2 є комплексною величиною і виражається формулою:

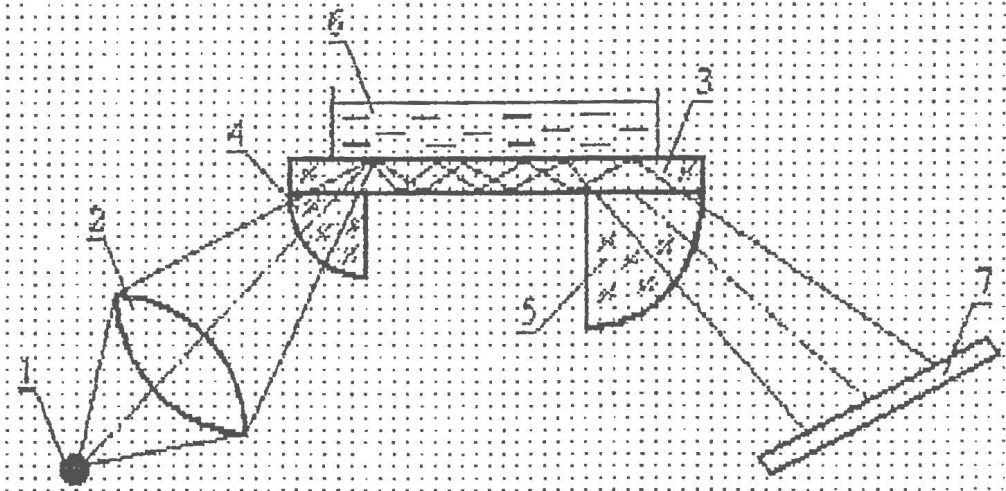
$$\hat{n}_2 = n_2 - j\chi_2.$$

Показники заломлення та поглинання можуть бути визначаються з формул:

$$n_2 = n_1 \sin \theta_{\text{кр}},$$

$$\chi_2 = \frac{k}{\operatorname{tg}\alpha},$$

де n_1 - показник заломлення високозаломлювального елемента; k - коефіцієнт пропорційності, який залежить від кількості відбиттів в високозаломлювальному елементі.



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 _____ 2002 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
