



УКРАЇНА

(19) UA (11) 19727 (13) U
(51) МПК (2006)
G01N 21/41МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ПОКАЗНИКА ЗАЛОМЛЕННЯ

1

(21) u200608585

(22) 31.07.2006

(24) 15.12.2006

(46) 15.12.2006, Бюл. № 12, 2006 р.

(72) Білінський Йосип Йосипович, Гладішевський Володимир Романович

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб вимірювання показника заломлення, що включає розміщення досліджуваного середовища у прозорій циліндричній кюветі з відомим показником заломлення n_c матеріалу стінок кювети, освітлення кювети пучком променів, реєстру-

2

вання граничного положення променів на поверхні поділу внутрішньої стінки кювети та досліджуваного середовища, що зазнали повного внутрішнього відбиття, а показник заломлення середовища при дотриманні умови $n_{\text{ср.}} < n_k$ визначають по відстані границі світлотіні від площини відліку, який **відрізняється** тим, що стінку кювети освітлюють вздовж осі гомоцентричним пучком світла під кутом, пропускають останній через стінку кювети, де відбувається багатократне відбиття від границі поділу стінки кювети - досліджуване середовище, та реєструють границю світлотіні частини світлового пучка, що залишився.

Корисна модель відноситься до вимірювальної техніки і може бути використана для вимірювання показника заломлення та оптичної густини рідких і газоподібних середовищ у потоці, зокрема, в системах автоматизованого контролю та управління виробництвом.

Так, відомий спосіб вимірювання показника заломлення [а. с. СРСР №1173171, G01N 21/45, 1985 р.], що включає поділ монохроматичного поляризованого світла на два пучки, проходження їх через еталонну й досліджувану речовини, що знаходяться відповідно в еталонній і робочій кюветі, зведення обох пучків світла й визначення показника заломлення по положенню екстремумів характерної картини взаємодіючих пучків.

Недоліком цього способу є складність технічної реалізації, пов'язаної з забезпеченням точності конструктивних параметрів еталонної й досліджуваної кювети, значення яких входять у математичну формулу для визначення показника заломлення досліджуваної речовини, а також низька швидкодія, обумовлена, проведенням операції зсуву верхньої напівплощини в еталонній кюветі й вимірювання цього зсуву.

Відомий також спосіб вимірювання показника заломлення [а. с. СРСР N2 807163, кл. G01N 21/43, 1981 р.], який містить реєстрацію положення границі світлотіні, що утворюється при повному внутрішньому відбитті на освітлюваній монохромати-

чним пучком променів границі поділу еталонного й досліджуваного середовищ, поляризацію й модуляцію відбитого від границі поділу пучка променів, зміна азимута лінійно поляризованого випромінювання частини пучка відбитих променів, а зміна показника заломлення визначають по зміні азимута площини поляризації.

Недоліком цього способу є недостатня надійність і швидкодія, обумовлені наявністю рухливих механічних вузлів і часу, необхідним для зміни азимута, площини поляризації й аналізу зміненого стану.

Найбільш близьким по технічній сутності до заявляемого є спосіб вимірювання показника заломлення середовища, [Патент України №6711, кл. G01N 21/41, 1994 р.], у якому досліджуване середовище поміщають в прозору циліндричну кювету з відомими внутрішнім "а" і зовнішнім "в" діаметрами і показником заломлення " n_c " матеріалу стінок кювети, освітлюють кювету пучком променів паралельних площині відліку, що проходять через вісь кювети, пучок обмежують на відстані, меншому, $a/2$ і більшому $n_c a/2$ відносно площини відліку, реєструють граничне положення променів, які зазнали повне внутрішнє відбиття на поверхні поділу внутрішньої стінки кювети та досліджуваного середовища, а показник заломлення середовища при дотриманні умови $n_{\text{ср.}} < n_k$ визначають по відстані границі світлотіні від площини відліку.

(19) UA (11) 19727 (13) U

До недоліків найближчого аналога варто віднести те, що в описаному способі світлотехнічні характеристики променя, який тільки один раз відбивається від границі поділу двох середовищ, в залежності від показника заломлення досліджуваного середовища не завжди достатні для його точної реєстрації, у зв'язку з розмитістю границі світлотіні, що істотно впливає на точність вимірювання показника заломлення.

В основу корисної моделі поставлена задача створення способу вимірювання показника заломлення, у якому досліджуване середовище поміщають у прозору циліндричну кювету з відомим показником заломлення n_c матеріалу стінок кювети, освітлюють кювету пучком променів, реєструють граничне положення променів на поверхні поділу внутрішньої стінки кювети та досліджуваного середовища, що зазнали повне внутрішнє відбиття, а показник заломлення середовища при дотриманні умови $n_{\text{сеп}} < n_k$ визначають по відстані границі світлотіні від площини відліку, стінку кювети освітлюють вздовж осі гомоцентричним пучком світла під кутом, пропускають останній через стінку кювети, де відбувається багатократне відбиття від границі поділу стінки кювети - досліджуване середовище та реєструють границю світлотіні частини світлового пучка, що залишився. Таким чином, промені проходять через стінку кювети, яка контактує з досліджуваним середовищем, багатократно відбиваються, що дозволяє отримати більш чітку границю світлотіні та підвищити точність її реєстрації, а отже, й точність вимірювання показника заломлення середовища.

На кресленні представлена принципова схема пристрою, який реалізує заявляємий спосіб.

Пристрій містить джерело 1 світла, оптично пов'язане з послідовно розташованим об'єктивом 2, стінкою кювети 3, що контактує з досліджуваним середовищем 4, лінійкою фотоприймачів 5, вихід якої зв'язаний з входом блока 6 реєстрації.

Спосіб здійснюється наступним чином: від джерела 1 світла за допомогою об'єктива 2, гомоцентричний оптичний пучок поступає в стінку кювети, що контактує з досліджуваним 4 середовищем, в якому відбувається багатократне відбиття, після чого гомоцентричний пучок поступає на лінійку 5 фотоприймачів, реєструється положення границі світлотіні, а отже, визначення показника заломлення досліджуваного середовища відбувається блоком 6 реєстрації.

Перерозподіл світлової енергії між заломле-

ним і відбитим променем відбувається при кожному відбитті від границі поділу стінки кювети 3 - досліджуване 6 середовище. Тому при багатократному відбитті коефіцієнт відбиття визначається:

$$R = 0,5(R_{\perp}^k + R_{\parallel}^k),$$

де k - кількість відбиттів від модульованої поверхні світловода.

Згідно даної формули при збільшенні кількості відбиттів крутизна коефіцієнта відбиття в області критичного кута зростає. Таким чином, при збільшенні кількості відбиттів збільшується глибина модуляції, що дозволяє з більш високою точністю визначати положення значення границі світлотіні, тобто показник заломлення досліджуваного середовища.

Максимальне число відбиттів від бокової поверхні прозорої кювети визначається:

$$k = \text{entier} \frac{\text{tg} \varphi}{\text{tg}(\varphi + \beta) - \text{tg} \varphi},$$

де φ - кут падіння на стінку кювети;

β - кут плоскої діаграми направленості світлового променя. Довжина активної частини світловода визначається:

$$L = 2d \left(-1 \right) \text{tg}(\varphi + \beta),$$

Положення границі світлотіні визначається:

$$X = \frac{d \cos(\varphi + \beta) \left(1 - \text{tg} \varphi \sqrt{\frac{n_0^2}{n_c^2} - 1} \right)}{\cos(\varphi + \beta) \left(\text{tg} \beta + \sqrt{\frac{n_0^2}{n_c^2} - 1} \right)},$$

де d - товщина стінки кювети;

n_0 - показник заломлення матеріалу стінки кювети;

n_c - показник заломлення досліджуваного середовища.

Даний спосіб вимірювання показника заломлення дозволяє підвищити точність вимірювань за рахунок більш високої точності визначення положення світлотіні, що не вимагає додаткового юстування. Відсутність колімації пучка світла та наявність багатократного відбиття в результаті поширення по стінці кювети 4 і забезпечує необхідне підвищення контрастності світлотіні, а отже, точності, що дозволяє використовувати його в системах автоматизованого контролю й управління виробництвом рідких і газоподібних середовищ.

