



УКРАЇНА

(19) UA (11) 51732 (13) U
(51) МПК (2009)
G01N 21/55
G01N 21/47

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА НАПРАВЛЕНОГО ВІДБИТТЯ ПОВЕРХНІ

1

(21) u201002078
(22) 25.02.2010
(24) 26.07.2010
(46) 26.07.2010, Бюл. № 14, 2010 р.
(72) ІВАНЧЕНКО ІРАЇДА ОЛЕКСАНДРІВНА, САН-
ТОНІЙ ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, СМІНТИНА ВА-
ЛЕНТИН АНДРІЙОВИЧ
(73) ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМ. І.І. МЕЧНИКОВА

2

(57) Спосіб вимірювання коефіцієнта направлено-
го відбиття поверхні, що включає опромінювання
досліджуваної поверхні світловим потоком і вимі-
рювання відбитого світлового випромінювання,
який відрізняється тим, що вимірюють кількість
імпульсів, що виникають у багатоелементному
фотоприймачі при зменшенні відстані між випро-
мінювачем і поверхнею відбиття, що дозволяє
збільшити точність вимірювань.

Корисна модель відноситься до оптичних спо-
собів вимірювання властивостей поверхні і може
використовуватися при вимірюванні коефіцієнта
направленого відбиття дзеркал, полірованих по-
верхонь та оптичних покриттів поверхні елементів
або пристроїв для оптичного приладобудування,
світлотехнічної промисловості, гальванотехніки
лакофарбової промисловості та інш. Коефіцієнт
відбиття входить в перелік параметрів, що визна-
чають якість елементів та матеріалів, а в оптичній
локації є основною характеристикою для розпізна-
вання та класифікації об'єктів.

Досягнутий в даній області рівень техніки ві-
дображений в наступних публікаціях.

Відомий "Спосіб вимірювання показників, за-
ломлення та поглинання та пристрій для його
здійснення" [деклар. пат. України 42987 А, G01N
21/43, публ. 15.11.2001], який полягає у вимірю-
ванні коефіцієнта відбиття світла від межі контакту
високозаломлювального середовища з досліджу-
ваним. Пристрій містить оптично послідовно з'єд-
нані джерело світла, об'єкти, високозаломлюю-
чий оптичний елемент зі спеціальними
сферичними пристроями вводу-виводу світла та
фотолінійку. За допомогою фотолінійки визнача-
ється інтенсивність відбитого від високозаломлю-
ючого елемента світлового пучка для всього спек-
тру кутів відбиття, відповідно до якої
встановлюють залежність від енергетичних пара-
метрів коефіцієнта відбиття, а отже показників
заломлення та поглинання досліджуваного сере-
довища.

Недоліком цього способу є використання
складного за формою вимірювального оптичного

елемента зі спеціальними оптичними пристроями
вводу-виводу світлового пучка. Крім того, основою
вимірювального процесу є аналоговий сигнал, що
реєструється фотолінійкою, чим обумовлюється
невисока точність вимірювань.

Відомий "Пристрій для вимірювання абсолют-
них значень коефіцієнта відбивання оптичних по-
верхонь" [деклар. патент України 30211 А, G01N
21/55, публ. 15.11.2000], за допомогою якого вимі-
рюють спектральний коефіцієнт дзеркального від-
биття при нормальному падінні світла на об'єкт.
Пристрій складається з оптично з'єднаних між со-
бою джерела монохроматичного випромінювання,
світлоподільника, тригранної призми повного вну-
трішнього відбиття, комутатора та фоточутливого
реєстратора, який містить блок фотоприймачів,
узгоджуючий підсилювач та реєстратор сигналу.

Вимірювання проводиться в трьох робочих
положеннях комутатора, що становить собою ци-
ліндричний непрозорий екран, здатний почергово
перекривати світлові пучки. В залежності від по-
ложення комутатора вимірюються послідовно три
значення інтенсивності світла - відбитого від дос-
ліджуваної оптичної поверхні, від тригранної приз-
ми та при одночасному перекритті обох пучків, при
якому відбувається затемнення фоточутливого
реєстратора.

Визначення коефіцієнта відбиття досліджува-
ної поверхні полягає у вимірюванні величини сиг-
налів фоточутливого реєстратора в трьох робочих
положеннях комутатора та обчисленні за цими
значеннями коефіцієнта відбиття.

Недоліком цього пристрою є наявність декіль-
кох оптичних елементів, в тому числі нестандарт-

(19) UA (11) 51732 (13) U

них, які трансформують світлові пучки і тому служать джерелом системних похибок вимірювань та невисокої точності вимірювань.

Найближчий з відомих є фотометричний "Спосіб визначення білості борошна" [деклар. пат. України 54336 А, G01N 33/10, G01N 21/00], який передбачає порівняння відбивної здатності досліджуваного борошна і борошна, взятого за зразок. Спосіб реалізується за допомогою випромінювачів, що подають випромінювання на кювету з борошном, і фотоприймача, який реєструє відбите випромінювання. Білість досліджуваного борошна визначається порівнянням інтенсивності випромінювання, відбитого борошном, що перевіряють, і борошном, взятим за зразок.

Недоліком способу є те, що в умовах штатного функціонування необхідна зміна зразків в процесі одного виміру, чим обумовлюється недостатня точність та низька продуктивність вимірів.

Задача, на рішення якої спрямована запропонована корисна модель, є підвищення точності та продуктивності вимірювання коефіцієнта направлено відбиття поверхні.

Поставлена задача вирішується запропонованим методом вимірювання коефіцієнта направлено відбиття поверхні, згідно з яким досліджувана поверхня опромінюється світловим потоком, а відбите світлове випромінювання вимірюється шляхом підрахунку кількості імпульсів, що виникають у багатоелементному фотоприймачі при зменшенні відстані між випромінювачем і поверхнею відбиття.

Загальними ознаками найближчого аналога і запропонованого способу вимірювання коефіцієнта направлено відбиття поверхні є наступні: прототип і запропонований спосіб містять опромінення досліджуваної поверхні світловим потоком і вимірювання відбитого випромінювання. Відмітними ознаками запропонованого способу вимірювання коефіцієнта відбиття від найближчого аналога є те, що вимірюється кількість імпульсів, що виникають у багатоелементному фотоприймачі при зменшенні відстані між випромінювачем і поверхнею відбиття, яка дорівнює коефіцієнту направлено відбиття поверхні.

На Фіг. 1 приведена схема вимірювань коефіцієнта направлено відбиття. На Фіг. 2 показана залежність сигналу фотоприймача від дальності для поверхонь з різними відбивними властивостями. На Фіг. 3 показана залежність координати центру зображення від відстані до відбивної поверхні. На Фіг. 4 приведений графік розрахункового співвідношення між коефіцієнтом направлено відбиття і координатою зображення у фокальній площині фотоприймача.

Схема методу (Фіг. 1) містить випромінювач 1, багатоелементний фотоприймач 2 і відбивний екран 3, встановлені на фотометричній лавці 4, вихідний 5 та вхідний 6 оптичні об'єктиви.

На Фіг. 1: b - вимірювальна база, $l_{дн}$ - дальність настройки, 2γ - кут перетину оптичних осей випромінювача 1 і фотоприймача 2, f - фокусна відстань вхідного об'єктиву 6, a_3 - координата зображення на площадці фотоприймача 2, l - дальність.

Пучок променів, генерованих випромінювачем 1, через вихідний оптичний об'єктив 5 падає на

поверхню відбивного екрану 3. Відбитий поверхнею пучок променів через вхідний об'єктив 6 поступає на фоточутливу поверхню приймача 2.

Сигнал фотоприймача $U_{ф}$ пов'язаний з відбивними властивостями поверхні співвідношенням $U_{ф} = A\rho/l^2$, (1)

де A - коефіцієнт пропорційності, визначуваний енергетичними і оптичними характеристиками випромінювача і фотоприймача; ρ - коефіцієнт відбиття поверхні.

До складу розрахункового коефіцієнту A входять відомі технічні параметри елементів вимірювальної схеми, такі як потужність випромінювача 1, вольтова чутливість фотоприймача 2, коефіцієнти пропускання вхідного 6 та вихідного 5 оптичних об'єктивів, коефіцієнт пропускання середовища розповсюдження випромінювання, площа вхідної зіниці приймальної оптичної системи.

Вид залежності $U_{ф}(l)$ (Фіг. 2) змінюється із зміною коефіцієнта відбиття від максимальної ρ_{max} до мінімальної ρ_{min} величини.

Пороговий рівень вхідного сигналу фотоприймача $U_{пор}$ для поверхонь у вказаному діапазоні коефіцієнта відбиття досягається на дальностях l_{max} і l_{min} відповідно. При цьому залежність порогової дальності $l_{пор}$ від коефіцієнта відбиття ρ досліджуваної поверхні має вигляд

$$l_{пор} = \sqrt{\frac{A}{U_{пор}}} \rho \cdot (2)$$

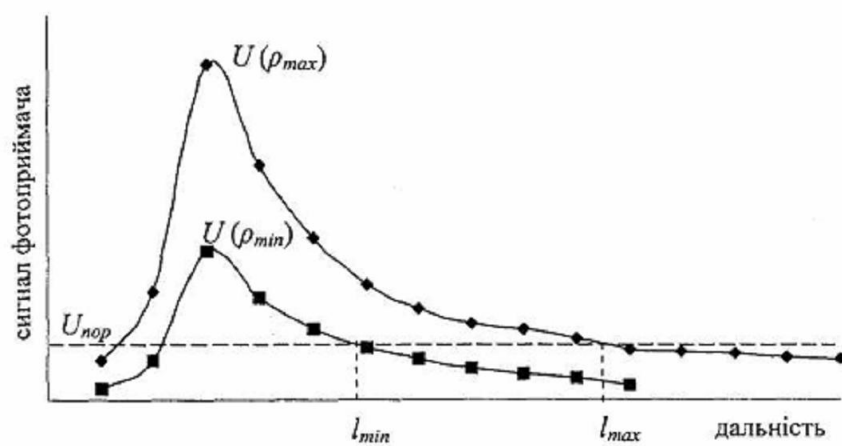
При зміні дальності між відбивною поверхнею і приймально-випромінювальним блоком вимірювальної схеми має місце переміщення світлової плями у фокальній площині фотоприймача. При цьому координата a_3 центру світлової плями на фоточутливій площадці приймача визначається дальністю і оптико-геометричними параметрами приймально-випромінювального блоку (рис. 1) таким чином

$$a_3 = \frac{bf \left(\leftarrow l_{дн} \right)}{l \cdot l_{дн} - b \cdot tg \gamma \left(\leftarrow l_{дн} \right)}, (3)$$

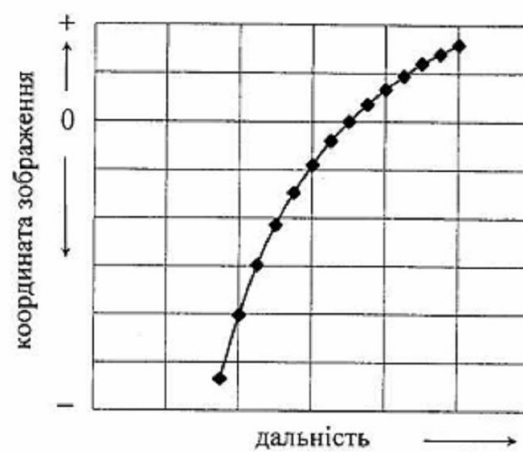
З рівняння (3) виходить, що функція $a_3(l)$ є знакозмінною функцією відносно точки $l=l_{дн}$, в якій $a_3(l)=0$ (Фіг. 3). Знак a_3 змінюється від (+) до (-) при зменшенні дальності від $l>l_{дн}$ до $l<l_{дн}$, яке супроводжується переміщенням зображення світлової плями по площадці фотоприймача у напрямі зліва направо відносно оптичної осі вхідного об'єктиву.

Можливості використання динаміки зображення визначаються довжиною траєкторії його зсуву. Відповідно до рівняння (3) при зменшенні дальності від 100 до 35 см для певних значень оптико-геометричних параметрів приймально-випромінювального блоку, а саме, $b=75$ мм; $f=50$ мм; $l_{дн}=70$ см; $2\gamma=6,4^\circ$, центр зображення зміщується від +1,64 до -5,33 мм. Звідси довжина траєкторії зсуву $\Delta a_3=6,9$ мм.

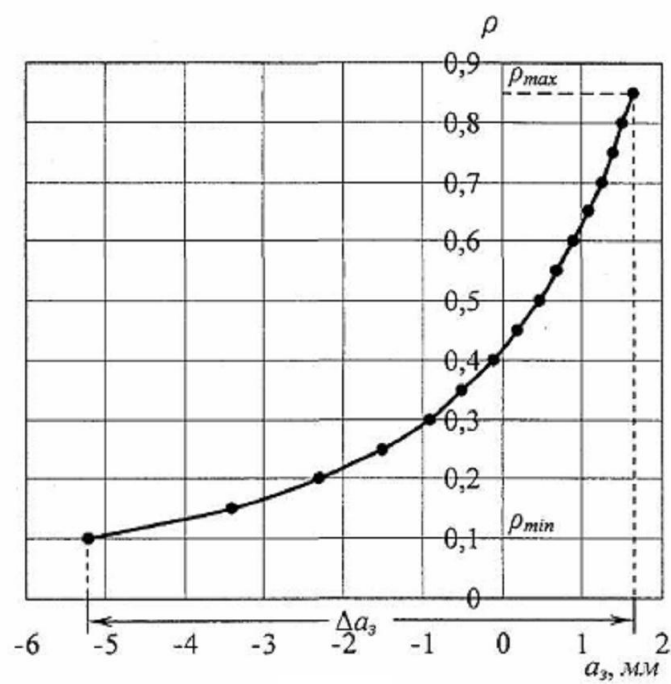
Виходячи з того, що розмір одиничного елементу (пікселя) сучасних багатоелементних фотоприймачів досягає декількох мікрон, число пікселів, що доводяться на траєкторію зсуву зображення, складає два-три порядки. Отже, метод, заснований на використанні динаміки зображення, здатний забезпечити точність вимірювань



Фіг.2



Фіг.3



Фіг.4