



(19) **UA** (11) **78 818** (13) **C2**
(51)МПК

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ

(21), (22) Заявка: а200500922, 02.02.2005

(24) Дата начала действия патента: 25.04.2007

(46) Дата публикации: 24.04.2007G01B 11/24
20070101CFI20070205ВНUA G03H
1/00 20070101CLI20070205ВНUA

(72) Изобретатель:

Кравченко Вилен Иосифович, UA,
Галкин Александр Алексеевич, UA,
Есьман Сергей Степанович, UA,
Мамилов Сергей Александрович, UA,
Плаксий Юрий Степанович, UA

(73) Патентовладелец:

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"УКРПЛАСТИК", UA

(54) ОПТИЧЕСКОЕ КОНОСКОПИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ
ПОВЕРХНОСТИ

(57) Реферат:

Предлагаемый оптическое коноскопическое устройство для измерения шероховатости поверхности содержит источник монохроматического излучения, два поляризатора, электрооптический преобразователь на основе двупреломляющего кристалла, расположенный между поляризаторами, цифровой фотоприемник на основе матрицы приборов с зарядовой связью, устройство для обработки данных и генератор модулирующего сигнала. Электроды

электрооптического преобразователя соединены с выходом генератора модулирующего сигнала. Предлагаемое устройство отличается повышенной точностью.

Официальный бюлетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2007, N 5, 25.04.2007. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.



(19) **UA** (11) **78 818** (13) **C2**
(51) Int. Cl.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
PROPERTY

(12) **DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION**

(21), (22) Application: a200500922, 02.02.2005

(24) Effective date for property rights: 25.04.2007

(46) Publication date: 24.04.2007 G01B 11/24
20070101CFI20070205BHUA G03H
1/00 20070101CLI20070205BHUA

(72) Inventor:

Kravchenko Vilen Yosypovych, UA,
Halkin Oleksandr Oleksiiiovych, UA,
Yesman Serhii Stepanovych, UA,
Mamilov Serhii Oleksandrovych, UA,
Plaksii Yurii Stepanovych, UA

(73) Proprietor:

OPEN JOINT-STOCK COMPANY
"UKRPLASTYK", UA

(54) **OPTICAL ICONOSCOPE DEVICE FOR MEASURING ROUGHNESS OF A SURFACE**

(57) Abstract:

The proposed optical iconoscope device for measuring roughness of a surface contains a monochromatic radiation source, two polarizers, an electrooptical transducer based on a birefringent crystal, which is installed between the polarizer, a digital photodetector based on a charge coupled device array, a data processor, and a modulating signal generator. The electrodes of the electrooptical transducer are connected to

the output of the modulating signal generator. The proposed device is distinctive by its enhanced accuracy.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2007, N 5, 25.04.2007. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.



(19) **UA** (11) **78 818** (13) **C2**
(51)МПК

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВІНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
а200500922, 02.02.2005

(24) Дата набуття чинності: 25.04.2007

(46) Публікація відомостей про видачу патенту
(деклараційного патенту): 24.04.2007G01B 11/24
20070101CFI20070205ВНUA G03H
1/00 20070101CLI20070205ВНUA

(72) Винахідник(и):

Кравченко Вілен Йосипович, UA,
Галкін Олександр Олексійович, UA,
Єсьман Сергій Степанович, UA,
Мамілов Сергій Олександрович, UA,
Плаксий Юрій Степанович, UA

(73) Власник(и):

ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
"УКРПЛАСТИК", UA

(54) ОПТИЧНИЙ КОНОСКОПІЧНИЙ ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ РЕЛЬЄФУ ПОВЕРХНІ

(57) Реферат:

Винахід належить до оптичного обладнання для вимірювання рельєфу поверхні на основі коноскопичної голографії. Оптичний коноскопичний пристрій містить освітлювач з монохроматичним джерелом випромінювання, двозаломний кристал, розміщений між двома круговими поляризаторами, фотоприймач типу цифрової камери на приладі з

зарядовим зв'язком (ПЗЗ) і процесор. Згідно з винаходом, як двозаломний кристал використано кристал з електрооптичними властивостями, який має на гранях електроди. Пристрій містить генератор сигналу електрооптичної модуляції, з'єднаний з електродами і процесором. Винахід забезпечує підвищення точності вимірювання висоти рельєфу поверхні.

Опис винаходу

Винахід відноситься до оптичного обладнання для вимірювання рельєфу поверхні на основі коноскопічної голографії. Може використовуватись для контролю рельєфу поверхні технічних виробів, що вимагають роздільної здатності в мікронному діапазоні.

Відомими пристроями для вимірювання рельєфу поверхні є такі, що базуються на триангуляційному способі вимірювання відстані до об'єкту [1-3]. Принцип триангуляції реалізований у більшості лазерних скануючих оптичних датчиків відстані, призначених для профілометри і вимірювання тривимірного рельєфу. Триангуляційні пристрої характеризуються відносною простотою і надійністю. Різновидом триангуляційних пристроїв є такі, що використовують проектори світлових смуг для підвищення швидкості збирання даних. Недоліком триангуляційних пристроїв є екранування пучка реєстрації крутими перепадами рельєфу (сліпі зони триангуляції) і значні перешкоди у вигляді дзеркальних відблисків поверхні. Гранична точність визначення відстані триангуляційними пристроями обмежена спекл-шумом [4] і складає декілька мікрон.

В значній мірі недоліки триангуляційних пристроїв відсутні в конфокальних датчиках рельєфу [5, 6], які забезпечують вимірювання поверхневих структур з високим аспектним відношенням при високій точності визначення відстані. Конфокальні датчики рельєфу складні за конструкцією, чутливі до вібрацій і мають невелику швидкодію, оскільки збір даних з однієї точки здійснюється скануванням об'єктиву по оптичній осі, при цьому глибина вимірюваного рельєфу обмежена діапазоном коливань об'єктива.

Відомі пристрої для коноскопічної голографії [7-11], призначені для вимірювання рельєфу поверхні, в яких відстань до точок поверхні об'єкту визначається за періодами смуг сформованої від об'єкту коноскопічної голограми. На відміну від класичної голографії, де інтерференційна картина формується відбитим від об'єкта й опорним променями з використанням когерентного джерела, інтерференція відбувається між звичайним і незвичайним променями, що є компонентами одного пучка, який пройшов через двозаломний кристал. В коноскопічних пристроях використовується концентрична оптика, нечутлива до положення головних оптичних компонент, за рахунок чого пристрої характеризуються високою стабільністю і відтворюваністю результатів вимірювань.

Найбільш близьким до пристрою, що заявляється, є коноскопічний пристрій для некогерентної голографії [12]. Відомий пристрій містить двозаломний кристал, вставлений між двома круговими поляризаторами; засіб типу ПЗЗ камери для запису множини голограм об'єкту з різними конфігураціями поляризації; засоби перетворення вказаної множини голограм в цифрову форму; і арифметичний процесор для обчислення комбінацій цифрових сигналів, відповідних отриманим голограмам для усунення фону і спряженого зображення.

Поздовжня роздільна здатність пристрою $\Delta z \approx 0,61(z_0 / 2F)$, де z_0 - середня відстань від площини голограми до поверхні об'єкту; F - число кілець Френеля:

$$F = L n \sin^2 \nu_0 / \lambda \approx (L n A^2) / \lambda z_0^2,$$

де L - довжина двозаломного кристалу; $\Delta n = n_0 - n_e$ - різниця між показниками заломлення звичайного і незвичайного променів; ν_0 - половинна кутова апертура; λ - довжина хвилі світла; A - радіус зонної пластинки Френеля.

Відомий пристрій має невисоке відношення сигнал-шум і точність вимірювання відстані, обмежену різницею показників заломлення звичайного і незвичайного променів.

В основу винаходу поставлена задача підвищення точності вимірювання висоти рельєфу поверхні коноскопічним пристроєм, в якому шляхом введення засобів модуляції показників заломлення двозаломного кристалу забезпечується розширення діапазону значень різниці показників заломлення звичайного і незвичайного променів.

Поставлена задача вирішується тим, що в оптичному коноскопічному пристрої, що містить освітлювач з монохроматичним джерелом випромінювання, двозаломний кристал, розміщений між двома круговими поляризаторами, фотоприймач типу ПЗЗ камери і процесор, у якості двозаломного кристалу використано кристал з електрооптичними властивостями, який має нанесені на вхідну і вихідну грані прозорі електропровідні покриття, електричне з'єднані з генератором сигналу електрооптичної модуляції.

Застосування засобів електрооптичної модуляції дозволяє збільшити максимальне значення різниці показників заломлення звичайного і незвичайного променів двозаломного кристалу і за рахунок цього, а також усереднення цифрових сигналів, отриманих обробкою голограм, записаних при різних значеннях сигналу модуляції, підвищити точність визначення відстані до точок поверхні з досліджуванним рельєфом.

Суть винаходу пояснюється кресленням. До складу пристрою входять: освітлювач з джерелом монохроматичного низькокогерентного випромінювання 1, конденсором 2 і світлоподільником 3 для освітлення поверхні об'єкту 4; перший круговий поляризатор, що складається з лінійного поляризатора 5 і чвертьхвильової пластинки 6; двозаломний кристал 7 з електрооптичними властивостями та нанесеними на вхідну і вихідну грані прозорими електродами 8 і 9; генератор сигналу електрооптичної модуляції 10; другий круговий поляризатор, що складається з чвертьхвильової пластинки 11 і лінійного поляризатора 12; цифрова камера з об'єктивом 13 і матрицею 14 ПЗЗ типу; і процесор 15.

Пристрій працює наступним чином.

Пучок монохроматичного світла від низькокогерентного джерела 1, наприклад лазерного діода, через конденсор 2 і світлоподільник 3 освітлює ділянку поверхні об'єкта 4. Пучок світла, відбитий від цієї ділянки, через світлоподільник 3 попадає на вхід коноскопу, побудованого на базі двозаломного кристалу 7, вставленого між двома круговими поляризаторами, складених з лінійних поляризаторів 5 і 12 та чвертьхвильових пластинок 6 і 11, відокремлених від відповідних лінійних поляризаторів з можливістю взаємного повороту для вибору поляризаційних конфігурацій, необхідних для усунення фону та спряженого зображення [12]. Пучок світла, пройшовши через перший круговий поляризатор (5, 6) розщеплюється в двозаломному кристалі 7 на два лінійно поляризованих із взаємно ортогональними площинами поляризації. В даному варіанті корисної моделі оптична вісь кристалу 7 співпадає з геометричною віссю z системи. Різниця в показниках заломлення звичайного і незвичайного променів залежить від кута між падаючим променем і оптичною віссю кристала, що визначає кутову залежність зсуву по фазі між променями двох поляризацій. Після виходу з кристалу пучок проходить через другий поляризатор (11, 12), який суміщає площини поляризації. На виході поляризатору має місце інтерференція двох пучків з утворенням коноскопічної голограми освітлюваної ділянки поверхні. Коноскопічна голограма точки являє собою зонну пластинку Френеля у вигляді серії концентричних кілець, круглих у випадку одновісного кристалу або еліптичних у випадку двовісного. Коноскопічна система здійснює лінійне перетворення між об'єктом і його голограмою. Інтенсивність в точці $Q(x', y', z' = 0)$ елементарної голограми точки

$P(x, y, z)$ дається виразом

$$I_p(Q) = I(P)(1 + \cos \alpha(P)r^2), \text{ де } \alpha(P) - \text{параметр Френеля, що}$$

залежить від оптико-геометричних характеристик кристалу, довжини хвилі джерела світла, і позовжньої відстані $z(P)$ від точки P до площини запису;

$$r = (x'^2 + y'^2)^{1/2}.$$

$$\alpha = 2\pi L \delta n / \lambda n_0^2 Z_c^2,$$

де L - довжина кристалу вздовж оптичної осі;

$$\delta n = |n_0 - n_c|, \text{ де } n_0 \text{ і } n_c - \text{звичайний і незвичайний}$$

показники заломлення кристалу; Z_c - скоригована позовжня координата точки P :

$$Z_c = Z(x, y) - L + L/n_0, \text{ де } Z(x, y) - \text{відстань між площиною голограми і точкою } P.$$

Генератор 10 формує електричний сигнал модуляції, що подається на електроди 8 і 9, виконані у вигляді нанесеного на вхідну і вихідну грані кристалу прозорого електропровідного покриття. При електрооптичній модуляції відбуваються зміни показників заломлення n_0 і n_c - звичайного і незвичайного променів, що

визначаються електрооптичними характеристиками кристалу 7 і заданим від процесора 15 законом зміни сигналу модуляції. Цифровою камерою з матрицею 14 ПЗЗ типу записується серія інтерферограм, яка оброблюється процесором 15 з відповідним програмним забезпеченням для визначення координат освітлюваної точки об'єкта і усереднення отриманих даних для ряду значень сигналу модуляції. Вимірюванням відстані до множини точок поверхні об'єкта $P(x, y, z)$ процесором здійснюється побудова тривимірного рельєфу.

Таким чином, за рахунок розширення діапазону значень різниці показників заломлення звичайного і незвичайного променів та усереднення цифрових сигналів, отриманих обробкою голограм, вирішується задача підвищення точності вимірювання висоти рельєфу поверхні.

Джерела інформації

1. Morander K. E. Dimension measuring apparatus Патент США № 4375921, МПК⁷ G01B11/06, 1983.
2. Svetkoff D. J., Doss B. L. Method and system for high-speed, high-resolution, 3-D imaging of an object at a vision station. Патент США № 5024529, МПК⁷ G01B11/24, 1991.
3. Svetkoff R. J., Rohrer D. K., Kelley R. W. Triangulation-based 3D imaging and processing method and system. Патент США № 5546189, МПК⁷ G01B11/24, 1996.
4. Dorsch R. G., Hausler G., Herrmann J. M. Laser triangulation: fundamental uncertainty in distance measurement // Applied Optics.- 1994.- V.33(7).- P.1306-1314.
5. Morgan C. G. An optical sensor. Патент WO № 9214118, МПК⁷ G01B11/02, G01B11/24, 1992.
6. Schick A., Schneider R., Stockmann M. Optical distance sensor. Патент США № 5448359, МПК⁷ G01B11/06, G01B11/24, 1995.
7. www. optimet. corn / Products / Conoprobe.- 2004.
8. Sirat G., Psaltis D. Monochromatic incoherent light holography. Патент США № 4602844, МПК⁶ G03H1/06, 1986.
9. Chavel P., Dufresne E., Sirat G., Holographic Apparatus Using Incoherent Light. 5081540, МПК⁷ G03H1/28, G01B9/021, 1992.
10. Chariot D., Malet Y. Holographic process and device using incoherent light. Патент США № 5926295, МПК⁷ G03H1/26, 1999.
11. Vecht J., Malet Y., Sirat G. Y. Linear conoscopic holography. Патент WO № 9942908, МПК⁷ G03H1/06, 1999.
12. Sirat G., Dufresne E., Chariot D., Maruam A. Holographic method and apparatus using incoherent light. Патент США № 4976504, МПК⁷ G03H1/16, 1990.

Формула винаходу

5 Оптичний коноскопичний пристрій для вимірювання рельєфу поверхні, що містить освітлювач з монохроматичним джерелом випромінювання, двозаломний кристал, розміщений між двома круговими поляризаторами, фотоприймач типу цифрової камери на приладі з зарядовим зв'язком і процесор для обробки серії інтерферограм, який відрізняється тим, що як двозаломний кристал використаний кристал з електрооптичними властивостями, що має на гранях електроди, а до складу пристрою входить генератор сигналу електрооптичної модуляції, з'єднаний з вказаними електродами і процесором.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

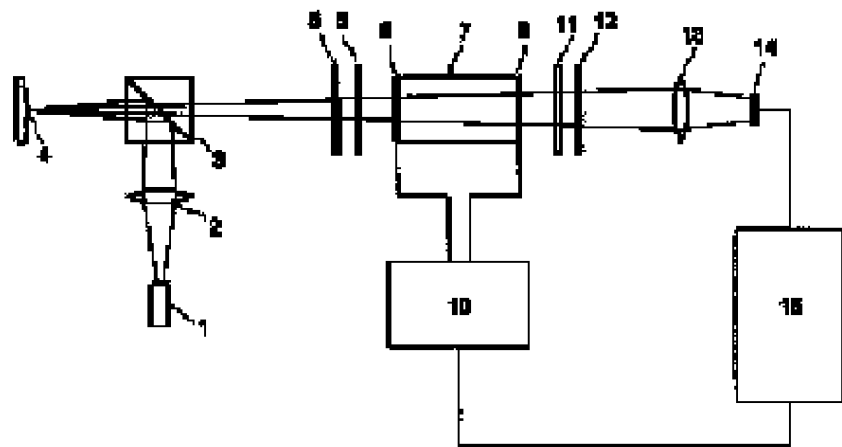
55

60

65

U A 7 8 8 1 8 C 2

U A 7 8 8 1 8 C 2



Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2007, N 5 25.04.2007. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.