



(12) MODEL DE UTILITATE ÎNREGISTRAT

(21) Nr. cerere: **U 2009 00074**

(22) Data de depozit: **25.11.2009**

(45) Data publicării înregistrării și eliberării modelului de utilitate: **28.01.2011** BOPI nr. 1/2011

(73) Titular:

• PRO OPTICA S.A.,
STR. GHEORGHE PETRAȘCU, NR. 67,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:

• URSU DAN, ALEEA BARAJUL SADULUI,
NR. 3-5, BL. N12-N13, AP. 124, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;

• ȚANȚU MAGDALENA,
STR. BABA NOVAC, NR. 3, BL. S2, ET. 4,
AP. 21, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• STEGARU FĂNEL, STR. CAMIL RESSU,
NR. 37, BL. 74, ET. 4, SC. 6, AP. 78,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO

Data publicării raportului de documentare întocmit
conform art.18 : 28.01.2011

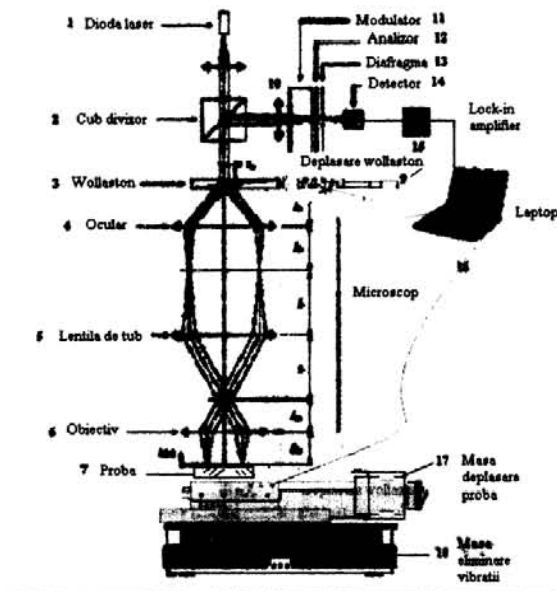
(54) ECHIPAMENT PENTRU MĂSURAREA RUGOZITĂȚILOR
SUBNANOMETRICE PRIN INTERFEROMETRIE DE
POLARIZARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un echipament pentru măsurarea rugozităților subnanometrice prin interferometrie de polarizare. Echipamentul conform invenției este alcătuit dintr-o diodă (1) laser, care emite un fascicul laser ce este dirijat de un cub divizor (2), către o prismă (3) Wollaston, care are un unghi $\Theta = 6^{\circ}44'$ și ce are rolul de a separa fasciculul incident în două fascicule care tranzitează un microscop dotat cu un ocular (4) de 12.5 x, o lentilă (5) de tub de 250 mm și un obiectiv (6) de 12.5 x calculat pentru infinit, la ieșirea din microscop fasciculele cad pe o probă (7) de verificat, iar după reflexia pe probă (7), urmează același drum prin microscop, prismă (3) și cub (2) divizor, fasciculul rezultat fiind dirijat spre o lentilă (10) care îl va focaliza pe o diafragmă (13), între lentilă (10) și diafragmă (13) fiind plasate un modulator (11) de birefrință și un analizor (12), fasciculul fiind apoi detectat de o fotodiodă (14) ce furnizează un curent proporțional cu fluxul incident pe ea, curent filtrat de un detector (15) sincronizare ce realizează un filtraj trece bandă și furnizează o amplitudine a semnalului care este apoi prelucrat prin intermediul unui software ce calculează profilul diferențial și denivelările suprafeței probei de verificat.

Revendicări: 1

Figuri: 1



I - DESCRIERE

Titlul invenției: Echipament pentru măsurarea rugozităților subnanometrice prin interferometrie de polarizare.

1. **“INVENȚIA SE REFERĂ LA un “** echipament pentru măsurarea rugozităților subnanometrice prin interferometrie de polarizare” **capabil să înregistreze profilul unei suprafețe (rugozitatea) cu o precizie longitudinală subnanometrică.**

2. **“SE CUNOSC SOLUȚII CONSTRUCTIVE bazate pe același principiu (T.C. Bristow(1), Makosch(2), G. Roblin (3), P. Gleyzes (4**

3. **DEZAVANTAJUL SOLUȚIILOR PREZENTATE ANTERIOR este acela ca aceste soluții nu asigură eliminarea erorilor datorate vibrațiilor. – Conform invenției echipamentul se bazează pe același principiu, dar componenta este originală, și este deservit de un soft propriu de prelucrare a datelor.”**

4. **PROBLEMA TEHNICĂ PE CARE O REZOLVA INOVAȚIA, CONSTA ÎN realizarea unei scheme optice și a unui soft de calculare automată a profilului probei precum și aplicarea unor îmbunătățiri privind reducerea vibrațiilor și protejarea împotriva variațiilor de temperatură.**

5. **Cu « Echipamentul pentru măsurarea rugozităților subnanometrice prin interferometrie de polarizare » SE REZOLVA PROBLEMA TEHNICĂ MENTIONATĂ, PRIN FAPTUL CA întreg ansamblu microscop împreună cu celelalte componente vor fi plasate pe o masă cu pernă de aer, într-o încălțură izolată termic cu dimensiune 2x2m.**

6. **« Echipamentul pentru măsurarea rugozităților subnanometrice prin interferometrie de polarizare » are URMĂTOARELE AVANTAJE :este un aparat bazat pe un principiu cunoscut dar schema optică este proprie, softul folosit pentru achiziția și prelucrarea datelor și pentru calibrare este propriu, iar o îmbunătățire este soluția de îndepărtare a vibrațiilor care afectează rezultatele**

7. **INVENȚIA VA FI PREZENTATĂ ÎN CONTINUARE, ÎN LEGATURA ȘI CU FIG 1 CARE REPREZINTĂ schema de ansamblu.**

Fasciculul incident de la o diodă laser (1) (polarizat linear) este colimat de un obiectiv și cade sub forma unui fascicul paralel pe un cub divizor (2) și apoi pe o prismă Wollaston (3).

Fasciculul laser trebuie orientat la 45° fata de axele Wollastonului. Această prismă din cuarț (cu unghi $\theta=6.44^\circ$) separă fasciculul incident (în planul ipotenuzei dintre cele două prisme) în două fascicule care fac între ele unghiul $\alpha=7'$ (sunt razele ordinară și extraordinară).

$$\text{Unghiul } \alpha=2(n_e - n_o) \text{ tg } \theta$$

Diferența de drum optic datorată prisme Wollaston este

$$\delta_w = 2(n_e - n_o)T_w \text{ tg } \theta = \alpha T_w$$

Unde: T_w reprezintă distanța dintre axa prisme Wollaston și axa fasciculului care cade pe prismă.

Prisma este plasată în focalul ocularului (4) unui microscop de polarizare cu obiective pentru infinit (6), lentilă de tub(5) cu $f_T = 250 \text{ mm}$ și ocular 12,5x. Microscopul lucrează fără prismă intermediară (deci pe tub drept) calea cu prisma fiind folosită numai pentru punerea în punct pe preparatul plasat în focalul obiectivului.

Cele două fascicule decalate converg (după trecerea prin microscop) pe proba de verificat în două puncte separate prin distanța "d".

$$d = \alpha \cdot f_{\text{Microscop}}$$



După reflexia pe probă fasciculul traversează din nou prisma Wollaston și se recombina la nivelul ipotenuzei prismelor.

Aceste două componente ortogonale ale fasciculului de ieșire au un defazaj

$$\varphi = 2(\varphi_w + \varphi_E)$$

unde (φ_w este defazajul introdus de Wollaston iar φ_E este defazajul introdus de probă (datorat rugozității (denivelărilor) probei).

$$\varphi_w = \frac{2\pi}{\lambda} \alpha d_w$$

$$\text{iar } \varphi_E = \frac{2\pi}{\lambda} \left[h\left(x + \frac{d}{2}\right) - h\left(x - \frac{d}{2}\right) \right]$$

h fiind denivelarea existentă pe suprafața de verificat și care urmează să se măsoare.

De menționat că φ_w este o constantă.

Se dorește măsurarea defazajului φ , din care se poate obține $h(x)$.

Fasciculul reflectat de probă și care a traversat din nou prisma Wollaston pătrunde în cubul divizor(2) și este dirijat (ca fascicul paralel) spre o lentila (10) care îl strânge în planul său focal unde este plasată o diafragmă (13) care are rolul de a îndepărta lumina parazită. Între acest sistem optic și diafragmă se plasează un modulator de birefrință (11) cu axele paralele cu cele ale Wollastonului .

Acest modulator introduce între cele două componente ale unde, un defazaj suplimentar

$$\psi = \psi_M \sin 2\pi ft \quad \text{unde } f \text{ este frecvența de oscilație.}$$

Modularea polarizării unei surse de lumina este aplicația de bază a modulatorului de tip PEM. Într-o configurație tipică, în cazul în care o sursa originală de lumina este polarizată liniar la 45 de grade față de axa optică a PEM, lumina polarizată rezultată este modulată la frecvență $f=50\text{kHz}$ de funcționare a PEM.

Aproape de modulator se plasează un analizor (12) orientat la 45° (față de axele modulatorului) care permite celor două componente ortogonale să interfere.

Fluxul luminos este detectat de o fotocelulă cu siliciu (14) care scoate un curent electric proporțional cu fluxul care cade pe ea. Este necesar ca acest curent electric să fie filtrat cu un detector sincron (15) care furnizează amplitudinea semnalului la o frecvență "f".

Partea de prelucrare a semnalului este asigurată de softul conceput special pentru aparat, soft care coordonează și deplasarea eșantionului cu pași de 0.1μm (17) și a mesei care deplasează Wollastonul (9), deplasare necesară pentru obținerea semnalului maxim util în procesul de înregistrare a profilului diferențial și apoi al profilului real.

Plecând de la semnalul diferențial înregistrat se reconstituie profilul real al probei.

Acest lucru se face folosind softul special realizat pentru acest aparat.

Pentru izolarea de vibrații s-a plasat tot aparatul pe o masa izolatoare (18) cu perna de aer.

Întreg aparatul este plasat într-o încălțură închisă pentru eliminarea variațiilor de temperatură.

8. « Echipamentul pentru măsurarea rugozităților subnanometrice prin interferometrie de polarizare » CONFORM INVENTIEI, ESTE COMPUS DIN :

1. Dioda laser(1) TECRL Seria Thermoelectrically Red Laser Modul cu răcire :

$\lambda=670 \text{ nm}$. Controlerul de temperatură al diodei laser menține temperatura în termen de $\pm 0,01^\circ \text{ C}$, rezultând o excelență stabilitate în puterea care variază mai puțin de 1% pe termen



lung. Beneficii suplimentare sunt zgomotul scăzut, lăţimea de bandă foarte îngustă şi excelenta stabilitate a fascicolului.

- Divergenta la colimare $< 1 \text{ mrad}$
- Polarizare lineara 100 : 1
- Dimensiuni (diametru) 24.5x76.2 mm
- Temperatura de operare 10° C pana la 50° C
- 2. Cubul divizor (2)
Dimensiuni 15x15 mm
- 3. Prisma Wollaston (3) din cuarţ 10x10 mm²:
Unghiul prisme $\theta = 6.44^\circ$
Unghiul de deviere $\alpha = 7 \text{ minute}$ la $\lambda = 670 \text{ nm}$
Distorsia frontului de unda $< \lambda/5$
Grosime 3 mm
Apertura 9.5 mm in montura si grosime montura 10 mm
- 4. Microscopul cu obiective(6) pentru ∞ : 12.5 x, 50x , 25x si ocular 12.5x.(4)
Lentila(5) de tub 250 mm
- 5. Lentila (10) cu $f = 100 \text{ mm}$ pentru focalizare pe diafragma
- 6. Modulator de birefringenta (11) bazat pe efectul fotoelastice.
Tip: I/FS50 frecventa nominala 50kHz
Controller PEM-100
- 7. Analizor (12) $\Phi = 33 \text{ mm}$

Aproape de modulator se plasează un analizor orientat la 45° (faţă de axele modulatorului) care permite celor două componente ortogonale să interfere.

8. Diafragma (13) $\Phi = 1 \text{ mm}$ necesară pentru eliminarea luminii parazite

9. Fotodioda(14) cu siliciu, are aria activa 16 mm^2 şi oferă un curent proporţional cu intensitatea luminii care cade pe detector.

Fotodioda este polarizată invers (montaj fotoconductor). Fotocurentul pe care îl produce este transformat în tensiune printr-un amplificator operaţional asociat cu o rezistenţă de contra reacţie de $10 \text{ M}\Omega$.

Sensibilitatea fotodiodei la 670 nm este de aproximativ $0,4 \text{ A/W}$, sensibilitatea montajului fiind de 4 V/mW .

10. Amplificator (15) lock-in

Sensibilitate 10 nV la 3 V

Curent 10^{-6} A/V , 10^{-8} A/V

Impedanţa: voltaj $100 \text{ M}\Omega / 25 \text{ pF}$, curent $25 \text{ W} (10^{-6} \text{ A/V})$

11. Laptop cu Windows XP(16)

12. Deplasare probei (17) se face cu un Microcontroller

Profilul diferenţial este înregistrat imprimând probei o mişcare de translaţie cu ajutorul unui motor pas cu pas, cu pasul de $0,1 \mu\text{m}$, motor acţionat de calculator.

LNR50SEK1/M deplasare 50mm Linear Encoded TravelMax™ Stage, Stepper Motor Drive, and BSC101 Controller

13. Masa motorizată care asigură deplasarea Wollastonului (9).

Masă motorizată cu deplasare 12 mm plus Controller

14 Software.

Are rolul de a ghida operatorul în tot procesul de calibrare şi măsurare, asigură comanda şi interogarea amplificatorului lock-in, comanda deplasarea probei şi a prisme Wollaston realizează prelucrarea datelor, afişează şi salvează informaţiile obţinute.



15. Iso Plate Base -900x600 mm (18)**9. O SECVENTA DE LUCRU A « echipamentului pentru măsurarea rugozităților subnanometrice prin interferometrie de polarizare » CONSTA IN :**

Așezare proba pe masă. Punere la punct imagine proba (pe calea binoculară a microscopului).

Accesarea programului.

Bucula de achiziție a profilului diferențial este:

1. Măsurarea semnalului $S(x)$ provenit de la detectorul sincron
2. Deplasarea probei cu impulsuri primite de la motorul pas cu pas - comandat pe calculator
3. Calcularea profilului diferențial $D(x)$ și memorarea
4. Temporizare
5. Întoarcere la 1.
6. Calcularea profilului real și obținerea graficului.

Plecând de la semnalul diferențial înregistrat se afișează profilul real al probei.



REVENDICĂRI

1. Echipament pentru măsurarea rugozităților subnanometrice prin interferometrie de polarizare, destinat măsurării rugozităților prin metoda interferometriei diferențiale de polarizare de tip Nomarski, echipament **caracterizat prin aceea** că este echipat cu un fascicul laser (1) generat de o diodă laser $\lambda=670$ nm, fascicul dirijat de un cub separator spre o prismă Wollaston caracterizată prin aceea că are unghi de $\theta=6.44^\circ$ care are rolul de a separa fasciculul incident în două fascicule datorită unghiului de deviere de $\alpha=7$ minute, fascicule ce cad pe ocularul (4) al unui microscop cu obiective(6) calculate pentru ∞ : 12.5x, 50x, 25x și lentila (5) de tub cu focala 250 mm, în planul obiect al obiectivelor de microscop fiind așezată proba de verificat pe o masă motorizată care asigură deplasarea probei cu pași de $0.1\mu\text{m}$, iar după reflexia pe probă fasciculul urmează același drum prin microscop, prisma Wollaston și cubul divizor care îl dirijează spre o lentilă (5) cu $f=134.98$ mm care va focaliza fasciculul pe o diafragmă (13), echipamentul conținând și un modulator de birefrință (11) bazat pe efectul fotoelastic cu frecvența nominală 50kHz caracterizat prin aceea că va introduce un defasaj modulat cunoscut între cele două componente ale fasciculului, un analizor (12) care va permite ca cele două fascicule să interfere, o diafragmă (13) care are rolul de a elimina lumina parazită reflectată de sistem, o fotodiodă cu siliciu (14) cu arie activă 16 mm^2 care furnizează un curent proporțional cu fluxul incident pe ea, curent filtrat de un detector sincron (15) care efectuează un filtraj trece bandă și furnizează amplitudinea semnalului și care lucrează cu un laptop care prelucrează semnalul prin programul software conceput pentru acest echipament, în condițiile în care întregul echipament este plasat pe o masă cu pernă de aer, cu rol de limitare a vibrațiilor deranjante din moment ce așteptăm o precizie subnanometrică care poate fi perturbată și de variațiile de temperatură care pot deforma proba de verificat motiv pentru care vom introduce acest echipament într-o incintă închisă.

III DESENE

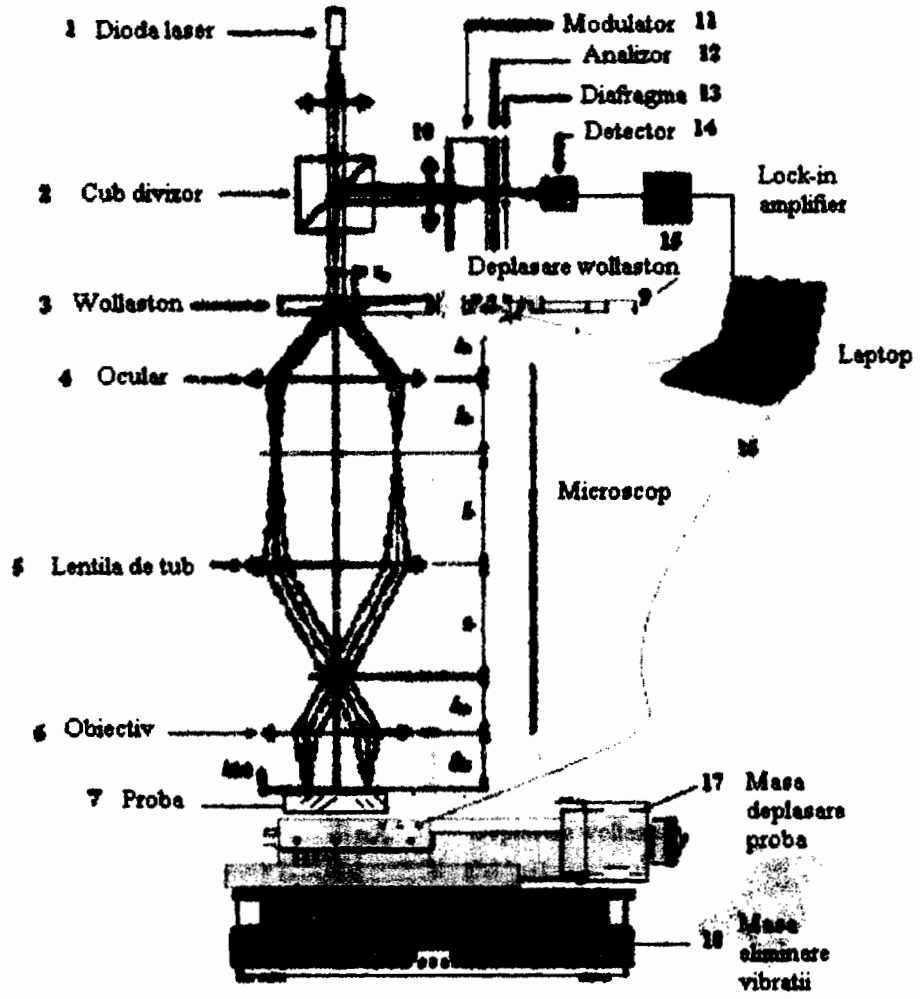


Fig.1 Schema aparatului



DIRECȚIA BREVETE DE INVENȚIE
Serviciul Examinare de Fond: VI

RAPORT DE DOCUMENTARE

Încadrarea documentelor relevante în categorii de documente citate este orientativă asupra stadiului tehnicii și nu reprezintă o concluzie asupra îndeplinirii condițiilor prevăzute la art.1 alin.(1) din Legea nr.350/2007 privind modelele de utilitate.

CMU nr.: u 2009 00074	Data de depozit: 25.11.2009	Data de prioritate:
-----------------------	-----------------------------	---------------------

Titlul invenției	ECHIPAMENT PENTRU MĂSURAREA RUGOZITĂȚILOR SUBNANOMETRICE PRIN INTERFEROMETRIE
------------------	---

Solicitant	PRO OPTICA S.A, STR. GHEORGHE PETRAȘCU NR. 67, SECTOR 3, BUCUREȘTI, RO
------------	--

Clasificarea cererii (Int.Cl.)	G01B 11/30, G01B 11/24, G01B 9/02 ; G01J 9/02
--------------------------------	---

Domenii tehnice cercetate (Int.Cl.)	G01B ; G01J
-------------------------------------	-------------

Colecții de documente de modele de utilitate cercetate	RO, US, GB, DE, FR, CH, EP, WO, EP
Baze de date electronice cercetate	Common Software, RoPatentSearch, EPOQUE

Literatură non-brevet cercetată	Hong Gao ș.a "Three-dimensional optical profiler using Nomarski interferometry" Conferința "Advanced Optical Manufacturing and Testing IV" 16.07.1993, San Diego, CA, USA, rezumatul lucrării http://spie.org/x648.html?product_id=167964
---------------------------------	---

Documente considerate a fi relevante

Categoria	Date de identificare a documentelor citate și, unde este cazul, indicarea pasajelor relevante	Relevant față de revendicarea nr.
Y	FR 2664048 A1 - 03.01.1992 (CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE, FR) - tot documentul -	1
A	US 5877860 A - 02.03.1999 (BOXER CROSS INC, US) - tot documentul -	1
A	US 5355221 A - 11.10.1994 (WYKO CORPORATION, US) - tot documentul -	1
A	US 2002126292 A1 - 12.09.2002 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA, US) - tot documentul -	1

Documente considerate a fi relevante - continuare		
Categoria	Date de identificare a documentelor și, unde este cazul, indicarea pasajelor relevante	Relevant față de revendicarea nr.
Condiția existenței unei singure invenții [art.10alin.(6)]		
Observații:		
Notă:	O.S.I.M. nu a luat în considerare, din punctul de vedere al relevanței, cererile de brevet sau de model de utilitate având data de depozit anterioară datei de depozit a C.M.U. pentru care s-a întocmit prezentul, și care nu au fost publicate de O.S.I.M. până la data întocmirii prezentului.	

Data redactării: 25.05.2010

Examinator,

APOSTOL CRISTINA AMELIA

Litere sau semne, conform ST.14, asociate categoriilor de documente citate	
<p>A - Document care definește stadiul general al tehnicii și care nu este considerat de relevanță particulară;</p> <p>D - Document menționat deja în descrierea cererii de model de utilitate pentru care este efectuată cercetarea documentară;</p> <p>E - Document de brevet sau de model de utilitate având o dată de depozit sau de prioritate anterioară datei de depozit a cererii în curs de documentare, dar care a fost publicat la sau după data de depozit a acestei cereri, document al cărui conținut ar constitui un stadiu al tehnicii relevant;</p> <p>L - Document care poate pune în discuție data priorității/lor invocată/e sau care este citat pentru stabilirea datei de publicare a altui document citat sau pentru un motiv special (se va indica motivul);</p> <p>O - Document care se referă la o dezvăluire orală, utilizare, expunere, etc;</p>	<p>P - Document publicat la o dată aflată între data de depozit a cererii și data de prioritate invocată;</p> <p>T - Document publicat ulterior datei de depozit sau datei de prioritate a cererii și care nu este în contradicție cu aceasta, citat pentru mai buna înțelegere a principiului sau teoriei care fundamentează invenția;</p> <p>X - document de relevanță particulară; invenția revendicată nu poate fi considerată nouă sau nu poate fi considerată ca implicând o activitate inventivă, când documentul este luat în considerare singur;</p> <p>Y - document de relevanță particulară; invenția revendicată nu poate fi considerată ca implicând o activitate inventivă, când documentul este combinat cu unul sau mai multe alte documente de aceeași categorie, o astfel de combinație fiind evidentă unei persoane de specialitate;</p> <p>& - document care face parte din aceeași familie de modele de utilitate.</p>