



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2008 00371**

(22) Data de depozit: **21.05.2008**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.04.2013** BOPI nr. **4/2013**

(41) Data publicării cererii:  
**30.05.2011** BOPI nr. **5/2011**

(73) Titular:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
MICROTEHNOLOGIE,  
STR.EROU IANCU NICOLAE NR.32B,  
BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **MOAGĂR-POLADIAN GABRIEL,  
ALEEA FUIORULUI NR.6, BL.Y3A, SC.1,  
ET.6, AP.27, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,  
RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**US 5257093; US 5715060; US 4593368**

(54) **PROCEDEU ȘI SISTEM DE MĂSURĂ A DEPLASĂRILOR  
FOARTE MIȚI FOLOSIND REFLEXIA INTERNĂ TOTALĂ  
FRUSTRATĂ**



# RO 126338 B1

1           Invenția se referă la un procedeu și la un sistem de măsurare a deplasărilor foarte  
mici, folosind reflexia internă, totală, frustrată.

3           Este cunoscut un procedeu de determinare a deplasărilor foarte mici, folosind reflexia  
internă, totală, frustrată, care constă în trimiterea unui fascicul de lumină către suprafața de  
5   separare a două medii, din mediul mai dens spre mediul mai puțin dens, la un unghi de  
incidentă mai mare decât unghiul limită de reflexie internă, totală. Fasciculul reflectat, a cărui  
7   intensitate depinde exponențial de distanța dintre suprafața de separare a celor două medii  
și obiectul a cărui poziție dorim să o măsurăm, obiect care se află în imediata vecinătate a  
9   suprafeței, adică la o distanță de maximum un micron (1  $\mu\text{m}$ ), este detectat de către un foto-  
detector, care indică intensitatea reflectată. Din valoarea acesteia, se obține distanța  
11   obiectului față de suprafață.

13          Dezavantajele procedurii de determinare a deplasărilor folosind reflexia internă,  
totală, frustrată sunt sensibilitatea relativ mică față de deplasare, pentru cazul în care  
obiectul se află foarte aproape de suprafață.

15          Este, de asemenea, cunoscut (**US 5257093**, 26.10.1993) un procedeu de măsurare  
a unei distanțe foarte mici de separare dintre o suprafață plană a unui corp transparent  
17   rotativ și o suprafață a unui obiect având o anumită transparență, corpul transparent rotativ  
având o axă de rotație și mijloace transparente, pentru transmiterea radiației optice în  
19   interiorul corpului transparent rotativ și în afara acestuia, radiația optică fiind direcționată  
oblic în raport cu axa de rotație, suprafața plană fiind ortogonală la respectiva axă de rotație  
21   și având un unghi de reflexie internă, totală, metodă cuprinzând o etapă de direcționare, prin  
mijloacele transparente menționate, spre corpul transparent rotativ, a unei radiații optice  
23   incidente, sub un unghi la respectiva suprafață plană, unghiul menționat fiind mai mare decât  
unghiul de reflexie internă, totală, astfel încât, cu bună aproximație, întreaga radiație optică  
25   incidentă să fie reflectată de pe respectiva suprafață plană înapoi spre corpul transparent  
rotativ și apoi în afara mijloacelor transparente, menționate, radiația optică fiind astfel supusă  
27   fenomenului de reflexie internă, totală, frustrată.

29          Dezavantajele procedurii menționate constau în domeniul de utilizare dedicat, respectivul  
procedeu fiind aplicabil în domeniul aparaturii de stocare magnetică, de tip hard-disc.

31          Este cunoscut un sistem de determinare a deplasărilor foarte mici, folosind reflexia  
internă, totală, frustrată, care constă dintr-o prismă optică de formă triunghiulară, fasciculul  
emis de către sursă intrând în prismă și suferind o reflexie internă, totală, pe una dintre fețe,  
33   după care fasciculul reflectat iese din prismă și este detectat de către un fotodetector.  
Intensitatea fasciculului reflectat depinde de distanța dintre fața pe care are loc reflexia  
35   internă, totală și obiectul a cărui distanță dorim să o măsurăm.

37          Dezavantajele sistemului de determinare a deplasărilor foarte mici, folosind reflexia  
internă, totală, sunt sensibilitatea relativ mică față de deplasările pentru cazul în care obiectul  
se află foarte aproape de suprafață.

39          Este, de asemenea, cunoscut (**US 5257093**, 26.10.1993) un sistem de măsurare a  
unei distanțe de separare dintre o suprafață plană a unui corp transparent rotativ și o  
41   suprafață a unui obiect având o anumită transparență, aparat cuprinzând surse de emisie  
și recepție ale unei radiații optice, un extensor de fascicul laser, care primește radiația optică  
43   emisă de sursa menționată, un sistem de prisme dispuse pe suprafața plană a corpului  
transparent, rotativ, astfel încât radiația optică să fie incidentă la una dintre fețele prismelor  
45   atât la emisie, cât și după reflexie, datorată obiectului opac a cărui distanță se calculează în  
funcție de coeficientul de reflexie corespunzător, datorat fenomenului de reflexie internă,  
47   totală, frustrată.

# RO 126338 B1

Dezavantajele sistemului menționat constau în domeniul de utilizare dedicat, respectivul sistem fiind aplicabil în domeniul aparatului de stocare magnetică, de tip hard-disc.	1
Problema pe care o rezolvă invenția constă în creșterea sensibilității de măsurare a deplasărilor foarte mici, constând, respectiv, în determinarea cu mai mare precizie a distanței dintre un obiect și suprafața de reflexie internă, totală, atunci când obiectul se află la distanțe foarte mici, față de suprafața respectivă.	3 5
Soluția propusă, conform invenției, elimină dezavantajele de mai sus, prin aceea că întoarce fasciculul reflectat înapoi, la 180°, spre suprafața de reflexie internă, totală, în acest fel, scăderea în intensitate fiind mai pronunțată decât în cazul unei singure treceri, întoarcerea către zona de reflexie internă, totală, efectuându-se de mai multe ori. O deplasare mai mică, a obiectului a cărui distanță o măsurăm, va produce o variație mai mare a coeficientului total de reflexie, decât în cazul în care este folosită o singură trecere.	7 9 11
Avantajele procedurii și sistemului de măsură a deplasărilor foarte mici, folosind reflexia internă, totală, sunt:	13
- oferă o sensibilitate mai mare decât situația în care fasciculul de lumină trece o singură dată pe la suprafața de reflexie internă, totală.	15
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1..5, care reprezintă:	17
- fig. 1, montajul folosit în cazul cu reflexie pe oglindă;	19
- fig. 2, montajul folosit în cazul cu reflexie pe fața de ieșire a prisme;	
- fig. 3, graficul variației intensității semnalului optic, în cazul a trei variante de realizare;	21
- fig. 4, graficul sensibilității pentru cele trei variante de realizare;	23
- fig. 5, detaliu referitor la graficul sensibilității, pentru cele trei variante de realizare, în cazul deplasărilor foarte mici.	25
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în ceea ce privește procedeul, prezentat în legătură cu fig. 1 și 2.	27
Procedeul conform invenției constă în trecerea de două sau de mai multe ori, după caz, a unui fascicul de lumină <b>1</b> de citire a deplasării, fascicul de lumină <b>1</b> , care suferă fenomenul de reflexie internă, totală, în zona în care se află un anumit obiect <b>a</b> , a cărui distanță dorim să o măsurăm. Fasciculul de lumină <b>1</b> este emis de către sursa de lumină <b>2</b> și trimis spre o prismă optică <b>3</b> . Obiectul <b>a</b> este situat în imediata vecinătate a suprafeței prisme optice <b>3</b> , deasupra zonei în care fasciculul de lumină <b>1</b> suferă reflexia internă, totală. Fasciculul de lumină <b>1</b> este monocromatic, poate fi coerent, parțial coerent sau necoerent, domeniul său spectral fiind cuprins în intervalul 200 nm - 6 μm, de preferință, între 200 nm și 1 μm. Fasciculul de lumină <b>1</b> este paralel la intrarea în prisma optică <b>3</b> . Sursa de lumină <b>2</b> poate fi orice sursă de lumină în sine cunoscută, care poate emite un fascicul de lumină având caracteristicile fasciculului de lumină <b>1</b> , menționat.	29 31 33 35
Dacă în vecinătatea suprafeței de reflexie a prisme optice <b>3</b> , nu se află niciun obiect, atunci coeficientul de reflexie internă, totală, a fasciculului de lumină <b>1</b> este de 100%. Dacă obiectul <b>a</b> se află la o distanță de maximum 10 μm față de suprafața de reflexie internă, totală, a prisme <b>3</b> , atunci apare reflexia internă, totală, frustrată, a fasciculului <b>1</b> , iar intensitatea fasciculului <b>1</b> se reduce cu o cantitate dependentă monoton de distanța dintre prisma optică <b>3</b> și obiectul <b>a</b> .	37 39 41 43
După ce fasciculul de lumină iese din prisma optică <b>3</b> , întâlnește o oglindă reflectorizantă <b>4</b> , care îl reflectă înapoi, fasciculul de lumină <b>1</b> având incidență normală, adică la 90°, pe oglinda reflectorizantă <b>4</b> . De asemenea, rolul oglinzii reflectorizante <b>4</b> poate fi jucat	45 47

# RO 126338 B1

1 de prisma optică 3, caz în care fața de ieșire a fasciculului de lumină 1 este depusă cu un  
2 strat reflector 5, atât oglinda reflectorizantă 4, cât și stratul reflector 5, putând fi metalice, de  
3 tip dielectric sau de tip oglindă dielectric multistrat. Oglinda reflectorizantă 4, respectiv, stratul  
4 reflector 5, au un coeficient de reflexie cuprins între 1 și 99,99%. Fasciculul de lumină 1  
5 suferă, astfel, o nouă reflexie internă, totală, frustrată, pe suprafața corespunzătoare a  
6 prisme optice 3, în același punct de contact ca și înainte, după care iese prin aceeași față  
7 și pe aceeași direcție ca cea pe care a intrat. După ieșirea din prisma optică 3, fasciculul de  
8 lumină 1 întâlnește un divizor de fascicul 6 (*beam-splitter*) și apoi este transmis către un  
9 fotodetector 7, de exemplu, o fotodiodă. Semnalul dat de fotodetectorul 7, preluat de către  
10 un bloc de prelucrare și afișare electronică 8, este proporțional cu intensitatea fasciculului  
11 de lumină 1. De asemenea, fasciculul de lumină 9, având aceleași caracteristici cu fasciculul  
12 de lumină 1, și emis, prin intermediul divizorului de fascicul 6, de către sursa de lumină 2, dar  
13 separat de fasciculul de lumină 1, menționat, joacă rol de fascicul de referință și este incident  
14 pe fotodetectorul 10, care dă semnal către blocul de prelucrare și afișare electronică 8.  
15 Făcând raportul celor două semnale date de către cele două fotodetectoare 7 și 10, se obține  
16 coeficientul de reflexie la reflexia internă, totală, frustrată și, din aceasta, distanța dintre  
17 obiect și suprafața de reflexie internă, totală. În prealabil, fotodetectoarele 7 și 10 și blocul  
18 de prelucrare și afișare electronică 8 au fost calibrate în absența obiectului a cărui distanță  
19 dorim să o măsurăm, raportul semnalelor date de cele două fotodetectoare 7 și 10 fiind  
20 considerat ca valoare de referință. Această valoare poate fi definită, formal și în principiu, ca  
21 fiind egală cu valoarea 1. Dacă sursa de lumină 2 nu oferă un fascicul paralel de lumină,  
22 atunci se folosește un subansamblu optic 11, care preia fasciculul de lumină 1, emis de  
23 sursa de lumină 2, și îl transformă în fascicul paralel de lumină.

24 În altă situație, în care se dorește obținerea unei sensibilități și mai mari, este utilizată  
25 o oglindă semitransparentă 12, a cărei reflectivitate este cuprinsă între 1 și 99%. În acest  
26 caz, o parte din fasciculul de lumină 1 este scos către fotodetectorul 7, iar o parte se întoarce  
27 înapoi către zona de reflexie internă, totală, frustrată. Fasciculul de lumină 1 este incident  
28 perpendicular pe suprafața oglinzii semitransparente 12. În acest fel, fasciculul de lumină 1  
29 este plimbat de mai multe ori prin zona de reflexie internă, totală, frustrată, de fiecare dată,  
30 cedând o parte din energia sa. Sensibilitatea sa crește în acest fel, așa cum se observă din  
31 grafice.

32 În continuare, prezentăm ecuațiile matematice care descriu intensitatea luminoasă  
33 incidentă pe fotodetectorul 7, pentru cazul unei singure treceri, a două treceri și, respectiv,  
34 al mai multor treceri, precum și comparația teoretică dintre aceste variante de realizare.  
35 Considerăm că lucrăm cu fascicule necoerente, astfel că nu apar efecte de interferență,  
36 datorate suprapunerii între fasciculele incidente și cele reflectate.

37 Fie  $I_0$  intensitatea incidentă. Neglijăm efectul divizorului de fascicul 6, acest efect fiind  
38 același atât pentru trecerea dublă, cât și pentru trecerea multiplă. Fie  $R_1$  reflectivitatea  
39 oglinzii semitransparente 12 și  $R_2$  reflectivitatea oglinzii reflectorizante 4 sau, după caz, a  
40 stratului reflector 5. Fie  $f$  fracțiunea de energie care este preluată de la fasciculul de lumină  
41 1, atunci când suferă reflexia internă, totală, frustrată, pe suprafața de reflexie a prisme  
42 optice 3. Fracțiunea de energie  $f$  este dată de expresia:

43

44

$$f = \exp\left(-\frac{4\pi}{\lambda} \sqrt{\sin^2(\theta) - \sin^2(\theta_c)} * d\right)$$

# RO 126338 B1

unde  $\theta$  este unghiul de incidență al fasciculului de lumină 1 pe suprafața de reflexie a prisme optice 3,  $\theta_c$  este unghiul critic de reflexie internă, totală,  $\lambda$  este lungimea de undă a fasciculului de lumină 1, iar  $d$  este distanța dintre suprafața de reflexie internă, totală, a prisme optice 3 și obiectul a cărui distanță dorim să o măsurăm.

$I_0$  reprezintă intensitatea inițială a fasciculului de lumină 1, atunci când urmează să sufere prima reflexie internă, totală, frustrată pe prisma optică 3.

Valoarea intensității  $I_1$  a fasciculului de lumină 1, pentru o singură trecere, pe fotodetectorul 7 este:

$$I_1 = I_0 * (1 - f)$$

Valoarea intensității  $I_2$ , a fasciculului de lumină 1, pentru trecere dublă, pe fotodetectorul 7, este:

$$I_2 = I_0 * R_2 * (1 - f)^2$$

Valoarea intensității  $I$ , a fasciculului de lumină 1, pentru trecere multiplă, pe fotodetectorul 7, este:

$$I = I_0 * (1 - R_1) * R_2 * (1 - f)^2 * \frac{1}{1 - R_1 * R_2 * (1 - f)^2}$$

Dacă  $d_0$  este distanța inițială dintre suprafața de reflexie a prisme optice 3 și obiectul a cărui poziție dorim să o măsurăm, iar  $x$  este distanța pe care acesta se deplasează spre suprafața de reflexie sau în partea opusă acesteia, atunci  $d$  este dat de expresia:

$$d = d_0 - x$$

Definim sensibilitatea  $S$  a determinării deplasării  $x$ , prin ecuația:

$$S = \left| \frac{1}{I_0} * \left( \frac{dI_7}{dx} \right) \right|$$

unde  $I_7$  este egal, după caz, cu  $I_1$ ,  $I_2$  sau  $I$ , din expresiile de mai sus. Sensibilitatea se poate defini și ca derivata în raport cu  $d$ , totuși am ales forma de mai sus, deoarece, în cele mai multe situații, este necesar să determinăm deplasarea obiectului respectiv, adică tocmai distanța  $x$ . Ne referim la deplasarea pe o direcție perpendiculară pe suprafața de reflexie a prisme optice 3. Conform definiției de mai sus, sensibilitatea este o mărime pozitivă întotdeauna, indiferent de semnul derivatei în raport cu  $x$ . Dependența sensibilității de valoarea deplasării, pentru cele trei tipuri de citire, respectiv, cu o singură trecere, cu trecere dublă și, respectiv, cu trecere multiplă, este prezentată în fig. 4, iar în fig. 5, este arătată dependența respectivă, pentru valori mici ale deplasării  $x$ . Valorile considerate sunt:  $\lambda=400$  nm,  $\theta=75^\circ$ ,  $\theta_c=30^\circ$ ,  $d_0=400$  nm,  $R_1=50\%$ ,  $R_2=99,99\%$ .

Sintetizând cele de mai sus, rezultă următoarele etape ale procedurii conform invenției:

- emiterea unui fascicul de lumină 1, folosind o sursă de lumină 2, și divizarea acestuia, cu ajutorul unui divizor de fascicul 6, în două fascicule, respectiv, un fascicul de lumină 9, de referință, rezultat prin intermediul divizorului de fascicul 6 și având caracteristici

# RO 126338 B1

1 spectrale și geometrice similare fascicului de lumină **1**, emis de către sursa de lumină **2**,  
și, respectiv, un fascicul de lumină **1**, astfel încât fasciculul de lumină **1** emis să fie incident,  
3 o primă oară, la una dintre suprafețele unei prisme optice **3**, la un unghi mai mare decât  
unghiul critic la care are loc fenomenul de reflexie internă, totală, cu definirea, pe respectiva  
5 suprafață a prisme optice **3**, a unei zone de reflexie delimitând o suprafață de reflexie  
internă, totală, căreia îi este asociat în mod corespunzător un coeficient de reflexie internă,  
7 totală, de 100%;

- aducerea unui obiect **a**, a cărui deplasare se dorește a fi măsurată, deasupra zonei  
9 de reflexie menționată, în imediata vecinătate a suprafeței de reflexie internă, totală, a  
prisme optice **3**, astfel încât, prin apropierea de suprafața de reflexie a prisme optice **3**, să  
11 aibă loc apariția fenomenului de reflexie internă, totală, frustrată, la care să fie supus, pentru  
o primă oară, fasciculul de lumină **1**, și care să conducă la reducerea, cu o primă fracțiune,  
13 a intensității respectivului fascicul de lumină **1**, reflectat, și respectiv, la reducerea, în mod  
corespunzător, a valorii coeficientului de reflexie internă, totală;

- direcționarea fascicului de lumină **1**, supus fenomenului de reflexie internă, totală,  
15 frustrată, către o oglindă reflectorizantă **4**, dispusă la exterior în raport cu o suprafață de  
ieșire a prisme optice **3**, astfel încât, prin reflexia la incidență normală pe oglinda  
17 reflectorizantă **4**, fasciculul de lumină **1**, reflectat, să se reîntoarcă pe același traseu, parcurs  
în sens invers, către zona de reflexie menționată, unde are loc apariția fenomenului de  
19 reflexie internă, totală, frustrată, la care este supus, pentru o a doua oară, fasciculul de  
lumină **1**, care conduce la reducerea, cu o nouă fracțiune, a intensității respectivului fascicul  
21 de lumină **1**, reflectat, și, respectiv, la reducerea, în mod corespunzător, a valorii  
coeficientului de reflexie internă, totală, oglinda reflectorizantă **4** putând fi înlocuită, după  
23 necesități, cu un strat reflector **5**, depus direct pe suprafața de ieșire a fascicului de lumină  
25 **1**, care îi permite acestuia reîntoarcerea, pe același traseu, ca urmare a reflectării lui de  
către respectivul strat reflector **5**;

- multiplicarea, după caz, a fenomenului de reflexie internă, totală, frustrată, prin  
27 interpunerea, pe traseul fascicului de lumină **1**, între prisma optică **3** și divizorul de fascicul  
29 **6**, a unei oglinzi semitransparente **12**, care să permită trecerea multiplă, înapoi în prisma  
optică **3**, a fascicului de lumină **1**, reflectat, multiplicare a fenomenului de reflexie internă,  
31 totală, frustrată, care conduce la reducerea, cu noi fracțiuni, a intensității respectivului  
fascicul de lumină **1**, reflectat, și, respectiv, la reducerea, în mod corespunzător, a valorii  
33 coeficientului de reflexie internă, totală, și obținerea, pe baza valorii calculate a acestuia, a  
deplasării obiectului **a**, detectată ca variație a distanței dintre prisma optică **3** și respectivul  
35 obiect **a**, supus măsurărilor.

- captarea, cu ajutorul unui ansamblu de două fotodetectoare **7** și, respectiv, **10**, a  
37 fascicului de lumină **1**, reflectat, obținut la ieșirea din prisma optică **3**, și, respectiv, a  
fascicului de lumină **9**, de referință, obținut la ieșirea din divizorul de fascicul **6**, și  
39 furnizarea, la ieșirea celor două fotodetectoare **7** și respectiv, **10**, menționate, a două  
semnale electrice, proporționale, fiecare, cu intensitatea fascicului de lumină **7** și, respectiv,  
41 **9**, captat;

- calcularea, în cazul producerii repetate a fenomenului de reflexie internă, totală,  
43 frustrată, a coeficientului de reflexie internă, totală, cu ajutorul unui bloc de prelucrare și  
afișare electronică **8**, prin realizarea raportului celor două semnale date de către ansamblul  
45 celor două fotodetectoare **7** și, respectiv, **10**, și obținerea, pe baza valorii calculate a  
coeficientului de reflexie internă, totală, a deplasării obiectului **a**, ca distanță dintre obiectul  
47 **a**, vizat, și suprafața de reflexie internă, totală, menționată.

# RO 126338 B1

În cadrul procedurii conform invenției, fasciculul de lumină **1**, emis de către sursa de lumină **2**, precum și cel de la intrarea în prisma optică **3**, este paralel, monocromatic, putând fi coerent, parțial coerent sau necoerent, având domeniul spectral cuprins în intervalul 200 nm  $\pm$  6  $\mu$ m, de preferință, între 200 nm și 1  $\mu$ m. 1 3

Sistemul de măsură folosește procedura menționată anterior și cuprinde elementele fizice descrise mai sus. 5

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în ceea ce privește sistemul, prezentat în legătură cu fig. 1 și 2. Astfel, prisma optică **3** este făcută din sticlă cu indice de refracție egal cu 1,65 și este sub formă de triunghi isoscel cu unghiurile bazei egale cu 45°. Reflexia internă are loc pe latura corespunzătoare bazei triunghiului. Fasciculul de lumină **1**, cu o lungime de undă de 400 nm, emis de sursa de lumină **2**, care este un LED, și cu o putere de 1 W, întâlnește oglinda reflectorizantă **4**, care este un alcatuită dintr-un strat metalic de Au depus pe substrat de sticlă, reflexia având loc pe suprafața metalică. 7 9 11 13

Într-o altă variantă, pe prisma optică **3**, se depune direct stratul reflector **5**, de Au, astfel încât fasciculul de lumină **1** să fie reflectat de acesta, după ce a suferit o primă reflexie internă, totală, frustrată. Fasciculul de lumină **1** este deviat, după a doua reflexie internă, totală, frustrată, și după ce iese din prisma optică **3**, de către divizorul de fascicul **6**, care este făcut din sticlă cu un coeficient de reflexie de 50%, și trimis către fotodetectorul **7**, din Si. Fotodetectorul **10** poate fi, de asemenea, o fotodiodă de Si. Subansamblul optic **11** este format din două lentile, care preiau fasciculul emis de către sursa de lumină **2**, care are o divergență de 15°, și îl transformă într-un fascicul paralel. Oglinda semitransparentă **12** este formată dintr-o bucată paralelipipedică din sticlă al cărei coeficient de reflexie este de 50%. 15 17 19 21

Față de cele de mai sus, rezultă următoarea alcătuire a sistemului conform invenției: 23

- o sursă de lumină **2**, monocromatică, care produce, în sine sau cu ajutorul unui subansamblu optic **11**, un fascicul de lumină **1**, paralel, monocromatic, ce poate fi coerent, parțial coerent sau necoerent, având domeniul spectral cuprins în intervalul 200 nm  $\pm$  6  $\mu$ m, de preferință, între 200 nm și 1  $\mu$ m; 25 27

- un divizor de fascicul **6**, care interpus în calea fasciculului de lumină **1**, menționat, realizează divizarea acestuia în două fascicule, respectiv, un fascicul de lumină **1**, de reflexie, paralel, și, respectiv, un fascicul de lumină **9**, de referință; 29

- o prismă optică **3**, de formă triunghiulară, dispusă astfel încât fasciculul de lumină **1**, paralel, emis de către sursa de lumină **2**, să fie normal pe suprafețele de intrare și de ieșire ale prisme optice **3**, în care va avea loc, pe una dintre fețe, considerată bază, reflexia internă, totală, frustrată, a fasciculului de lumină **1**, paralel, incident la una dintre fețele laterale ale prisme optice **3**; 31 33 35

- o oglindă reflectorizantă **4**, dispusă la exterior de prisma optică **3**, triunghiulară, astfel încât fasciculul de lumină **1**, paralel, de ieșire din prisma optică **3**, menționată, să aibă incidență normală, la oglinda reflectorizantă **4**, care să permită reîntoarcerea, pe același traseu, a fasciculului de lumină **1**, paralel, reflectat de către respectiva oglindă reflectorizantă **4**; 37 39

- un ansamblu de două fotodetectoare **7** și, respectiv, **10**, care să permită, respectiv, captarea fasciculului de lumină **1**, paralel, reflectat, și, respectiv, captarea fasciculului de lumină **9**, de referință, și furnizarea, la ieșire, a unor semnale electrice; 41

- un bloc de prelucrare și afișare electronică **8**, la intrarea căruia se conectează cele două fotodetectoare **7** și **10**, menționate, ale căror semnale electrice furnizate sunt supuse procesării, în cadrul respectivului bloc de prelucrare și afișare electronică **8**, care realizează calcularea coeficientului de reflexie la reflexia internă, totală, frustrată, prin raportarea valorilor măsurate, date de către fotodetectoarele **7** și **10**. 43 45 47

# RO 126338 B1

1 Sistemul conform invenției, mai cuprinde o oglindă semitransparentă **12**, care să  
3 permită trecerea multiplă, înapoi în prisma optică **3**, a fasciculului de lumină **1**, paralel,  
reflectat, astfel încât să poată avea loc multiplicarea fenomenului de reflexie internă, totală,  
frustrată.

5 În cadrul sistemului conform invenției, oglinda reflectorizantă **4** poate fi înlocuită, după  
necesități, cu un strat reflector **5**, depus direct pe suprafața de ieșire a fasciculului de lumină  
7 **1**, care îi permite acestuia reîntoarcerea, pe același traseu, ca urmare a reflectării lui de către  
respectivul strat reflector **5**;

9 În cadrul sistemului conform invenției, oglinda reflectorizantă **4**, oglinda  
semitransparentă **12** și, respectiv, stratul reflector **5** pot fi de tip metalic, de tip dielectric sau  
11 de tip dielectric multistrat, coeficientul de reflexie fiind cuprins între 1 și 99,99%, în cazul  
oglinzii reflectorizante **4** și a stratului reflector **5**, și, respectiv, între 1 și 99%, în cazul oglinzii  
13 semitransparente **12**.

1. Procedeu de măsurare a deplasărilor foarte mici, folosind reflexia internă, totală, frustrată, **caracterizat prin aceea că acesta cuprinde următoarele etape:** 3
- emiterea unui fascicul de lumină (1), folosind o sursă de lumină (2), și divizarea acestuia, cu ajutorul unui divizor de fascicul (6), în două fascicule, respectiv, un fascicul de lumină (9) de referință, rezultat prin intermediul divizorului de fascicul (6) și având caracteristici spectrale și geometrice similare fascicului de lumină (1) emis de către sursa de lumină (2), și, respectiv, un fascicul de lumină (1), astfel încât fasciculul de lumină (1) emis să fie incident, o primă oară, la una dintre suprafețele unei prisme optice (3), la un unghi mai mare decât unghiul critic la care are loc fenomenul de reflexie internă, totală, cu definirea, pe respectiva suprafață a prisme optice (3), a unei zone de reflexie, delimitând o suprafață de reflexie internă, totală, căreia îi este asociat, în mod corespunzător, un coeficient de reflexie internă, totală, de 100%; 5
  - aducerea unui obiect (a), a cărui deplasare se dorește a fi măsurată, deasupra zonei de reflexie menționată, în imediata vecinătate a suprafeței de reflexie internă, totală, a prisme optice (3), astfel încât, prin apropierea de suprafața de reflexie a prisme optice (3), să aibă loc apariția fenomenului de reflexie internă, totală, frustrată, la care să fie supus, pentru o primă oară, fasciculul de lumină (1), și care să conducă la reducerea, cu o primă fracțiune, a intensității respectivului fascicul de lumină (1), reflectat, și, respectiv, la reducerea, în mod corespunzător, a valorii coeficientului de reflexie internă, totală; 7
  - direcționarea fascicului de lumină (1), supus fenomenului de reflexie internă, totală, frustrată, către o oglindă reflectorizantă (4), dispusă la exterior în raport cu o suprafață de ieșire a prisme optice (3), astfel încât, prin reflexia la incidență normală pe oglinda reflectorizantă (4), fasciculul de lumină (1) reflectat să se reîntoarcă pe același traseu, parcurs în sens invers, către zona de reflexie menționată, unde are loc apariția fenomenului de reflexie internă, totală, frustrată, la care este supus, pentru o a doua oară, fasciculul de lumină (1), care conduce la reducerea, cu o nouă fracțiune, a intensității respectivului fascicul de lumină (1) reflectat, și, respectiv, la reducerea în mod corespunzător a valorii coeficientului de reflexie internă, totală, oglinda reflectorizantă (4) putând fi înlocuită, după necesități, cu un strat reflector (5), depus direct pe suprafața de ieșire a fascicului de lumină (1), care îi permite acestuia reîntoarcerea, pe același traseu, ca urmare a reflectării lui de către respectivul strat reflector (5); 9
  - multiplicarea, după caz, a fenomenului de reflexie internă, totală, frustrată, prin interpunerea, pe traseul fascicului de lumină (1), între prisma optică (3) și divizorul de fascicul (6), a unei oglinzi semitransparente (12), care să permită trecerea multiplă, înapoi în prisma optică (3), a fascicului de lumină (1) reflectat, multiplicare a fenomenului de reflexie internă, totală, frustrată, care conduce la reducerea, cu noi fracțiuni, a intensității respectivului fascicul de lumină (1) reflectat, și, respectiv, la reducerea, în mod corespunzător, a valorii coeficientului de reflexie internă, totală, și obținerea, pe baza valorii calculate a acestuia, a deplasării obiectului (a), detectată ca variație a distanței dintre prisma optică (3) și respectivul obiect (a) supus măsurătorilor. 11
  - captarea, cu ajutorul unui ansamblu de două fotodetectoare (7 și, respectiv, 10), a fascicului de lumină (1) reflectat, obținut la ieșirea din prisma optică (3), și, respectiv, a fascicului de lumină (9) de referință, obținut la ieșirea din divizorul de fascicul (6), și furnizarea, la ieșirea celor două fotodetectoare (7 și, respectiv, 10) menționate, a două semnale electrice, proporționale, fiecare, cu intensitatea fascicului de lumină (7 și, respectiv, 9) captat; 13

# RO 126338 B1

1 - calcularea, în cazul producerii repetate a fenomenului de reflexie internă, totală,  
frustrată, a coeficientului de reflexie internă, totală, cu ajutorul unui bloc de prelucrare și  
3 afișare electronică (8), prin realizarea raportului celor două semnale date de către ansamblul  
celor două fotodetectoare (7 și, respectiv, 10), și obținerea, pe baza valorii calculate a  
5 coeficientului de reflexie internă, totală, a deplasării obiectului (a), ca distanță dintre obiectul  
(a) vizat și suprafața de reflexie internă, totală, menționată.

7 2. Procedeu conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** fasciculul de lumină  
(1) emis de către sursa de lumină (2), precum și cel de la intrarea în prisma optică (3), este  
9 paralel, monocromatic, putând fi coerent, parțial coerent sau necoerent, având domeniul  
spectral cuprins în intervalul  $200 \text{ nm} \pm 6 \mu\text{m}$ , de preferință, între  $200 \text{ nm}$  și  $1 \mu\text{m}$ .

11 3. Sistem pentru aplicarea procedeuului de la revendicarea 1, **caracterizat prin aceea  
că are în alcătuire:**

13 - o sursă de lumină (2) monocromatică, care produce, în sine sau cu ajutorul unui  
subansamblu optic (11), un fascicul de lumină (1) paralel, monocromatic, ce poate fi coerent,  
15 parțial coerent sau necoerent, având domeniul spectral cuprins în intervalul  $200 \text{ nm} \pm 6 \mu\text{m}$ ,  
de preferință, între  $200 \text{ nm}$  și  $1 \mu\text{m}$ ;

17 - un divizor de fascicul (6), care interpus în calea fasciculului de lumină (1) menționat,  
realizează divizarea acestuia în două fascicule, respectiv, un fascicul de lumină (1) de  
19 reflexie, paralel, și, respectiv, un fascicul de lumină (9) de referință;

21 - o prismă optică (3), de formă triunghiulară, dispusă astfel încât fasciculul de lumină  
(1) paralel, emis de către sursa de lumină (2), să fie normal pe suprafețele de intrare și de  
ieșire ale prisme optice (3), în care va avea loc, pe una dintre fețe, considerată bază, reflexia  
23 internă, totală, frustrată, a fasciculului de lumină (1) paralel, incident la una dintre fețele  
laterale ale prisme optice (3);

25 - o oglindă reflectorizantă (4), dispusă la exterior de prisma optică (3), triunghiulară,  
astfel încât fasciculul de lumină (1) paralel, de ieșire din prisma optică (3), menționată, să  
27 aibă incidență normală, la oglinda reflectorizantă (4), care să permită reîntoarcerea, pe  
același traseu, a fasciculului de lumină (1) paralel, reflectat de către respectiva oglindă  
29 reflectorizantă (4);

31 - un ansamblu de două fotodetectoare (7 și, respectiv, 10) care să permită, respectiv,  
captarea fasciculului de lumină (1) paralel, reflectat, și, respectiv, captarea fasciculului de  
lumină (9) de referință, și furnizarea la ieșire a unor semnale electrice;

33 - un bloc de prelucrare și afișare electronică (8), la intrarea căruia se conectează cele  
două fotodetectoare (7 și 10) menționate, ale căror semnale electrice furnizate sunt supuse  
35 procesării în cadrul respectivului bloc de prelucrare și afișare electronică (8), care realizează  
calcularea coeficientului de reflexie la reflexia internă, totală, frustrată, prin raportarea  
37 valorilor măsurate, date de către fotodetectoare (7 și 10).

39 4. Sistem conform revendicării 3, **caracterizat prin aceea că**, mai cuprinde o oglindă  
semitransparentă (12), care să permită trecerea multiplă, înapoi în prisma optică (3), a  
fasciculului de lumină (1) paralel, reflectat, astfel încât să poată avea loc multiplicarea  
41 fenomenului de reflexie internă, totală, frustrată.

43 5. Sistem conform revendicării 4, **caracterizat prin aceea că** oglinda reflectorizantă  
(4) poate fi înlocuită, după necesități, cu un strat reflector (5), depus direct pe suprafața de  
ieșire a fasciculului de lumină (1), care îi permite acestuia reîntoarcerea, pe același traseu,  
45 ca urmare a reflectării lui de către respectivul strat reflector (5).

## RO 126338 B1

6. Sistem conform uneia dintre revendicările de la 3 la 5, **caracterizat prin aceea că** 1  
oglanda reflectorizantă (4), oglinda semitransparentă (12) și, respectiv, stratul reflector (5) pot 3  
fi de tip metalic, de tip dielectric sau de tip dielectric multistrat, coeficientul de reflexie fiind 5  
cuprins între 1 și 99,99%, în cazul oglinzii reflectorizante (4) și a stratului reflector (5), și,  
respectiv, între 1 și 99%, în cazul oglinzii semitransparente (12).



(51) Int.Cl.  
G01B 11/14 (2006.01);  
G11B 33/10 (2006.01);  
G11B 5/60 (2006.01)

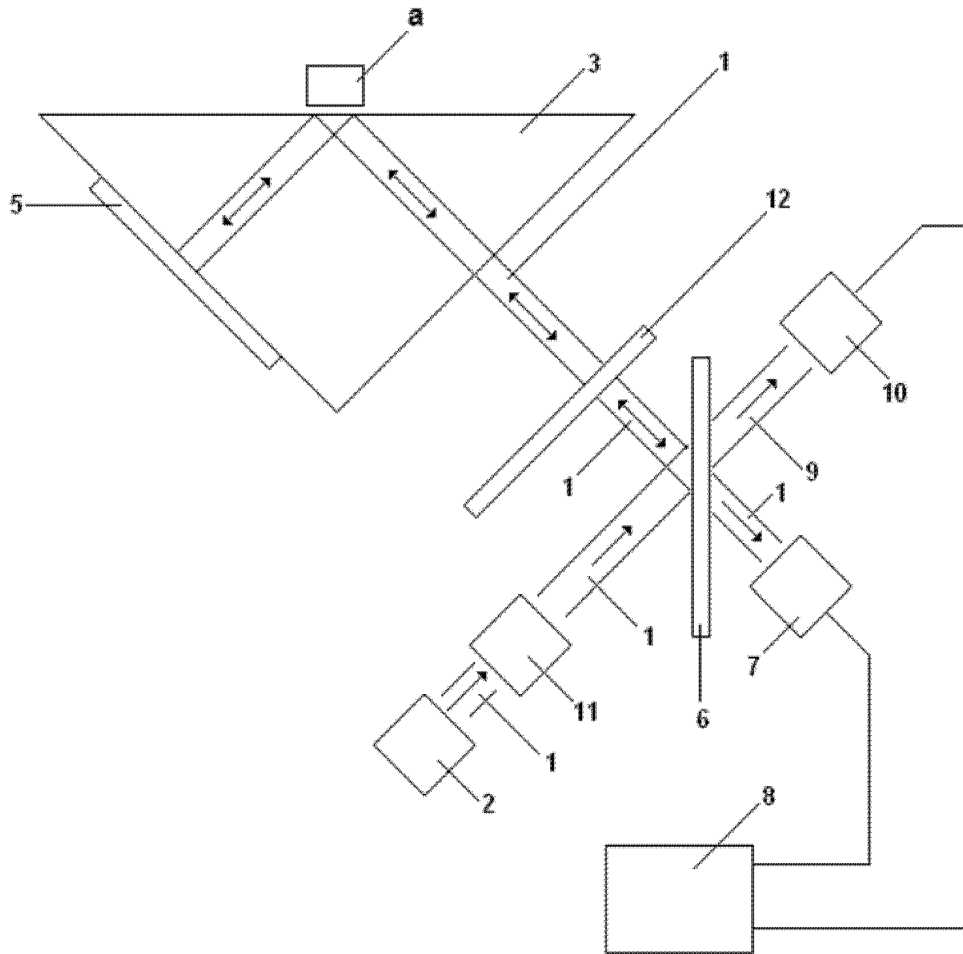


Fig. 2

(51) Int.Cl.

G01B 11/14 (2006.01),

G11B 33/10 (2006.01),

G11B 5/60 (2006.01)

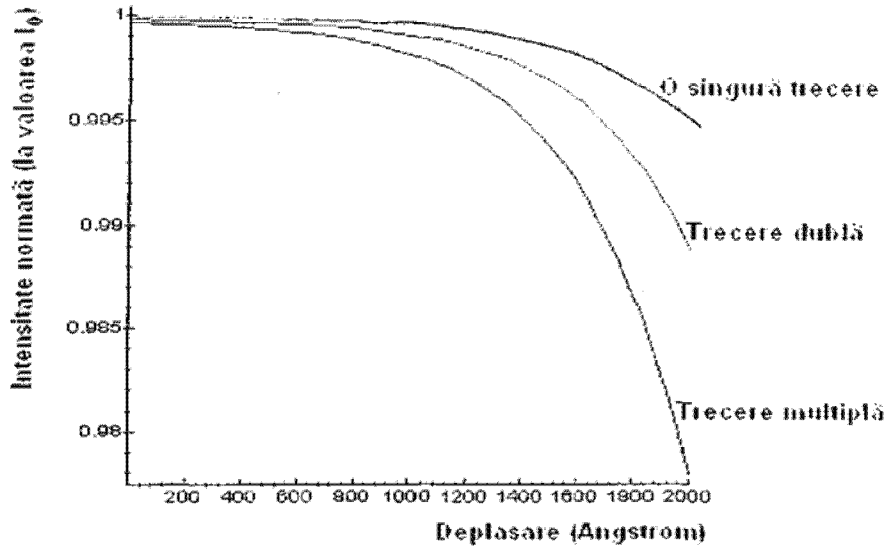


Fig. 3

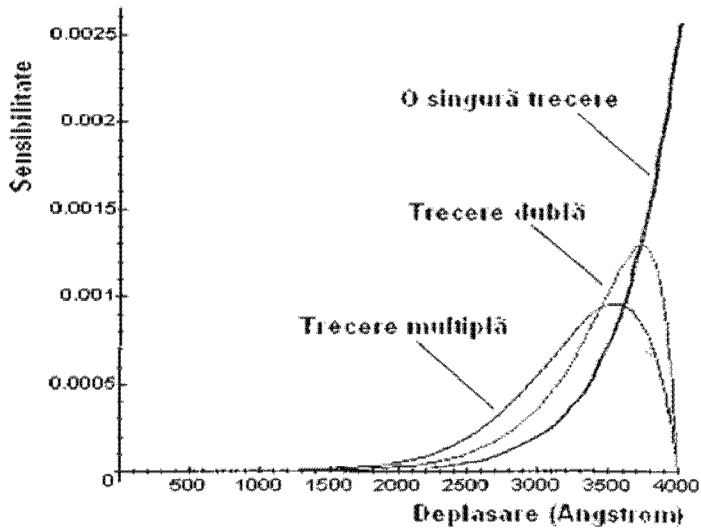


Fig. 4

(51) Int.Cl.  
G01B 11/14 (2006.01);  
G11B 33/10 (2006.01);  
G11B 5/60 (2006.01)

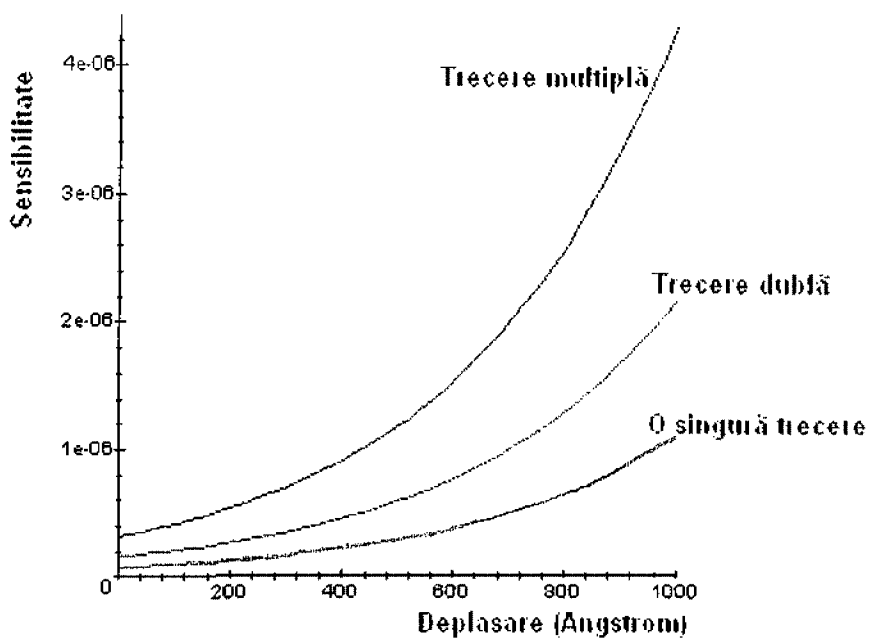


Fig. 5



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 335/2013