



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 00501**

(22) Data de depozit: **24/05/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/05/2018** BOPI nr. **5/2018**

(41) Data publicării cererii:
28/12/2012 BOPI nr. **12/2012**

(73) Titular:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
FIZICA MATERIALELOR-INCDFM
BUCUREȘTI, STR.ATOMIȘTILOR NR.405A,
MĂGURELE, IF, RO

(72) Inventatori:
• COTÎRLAN-SIMIONIUC COSTEL,
CALEA FERENTARI NR. 72, BL.7C, SC. B,
AP. 13, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;

• LĂZĂRESCU MIHAIL FLORIN,
STR. TG. NEAMȚ NR. 24, BL. TO28, AP. 16,
BUCUREȘTI, B, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
WO 2004/068123 A1; US 5943136;
ACR PIPINO & CO: "EVANESCENT WAVE
CAVITY RING-DOWN SPECTROSCOPY
WITH A TOTAL-INTERNAL-REFLECTION
MINICAVITY", REVIEW OF SCIENTIFIC
INSTRUMENTS, 1997

(54) **METODĂ ȘI DISPOZITIV DE MĂSURARE
A PROPRIETĂȚILOR OPTICE ALE STRATURILOR SUBȚIRI
DEPUSE PE SUPRAFEȚE SAU INTERFEȚE CU REFLEXIE
TOTALĂ INTERNĂ**



1 Prezenta invenție se referă la o metodă și un dispozitiv de măsurare a proprietăților
de absorbție a radiației din domeniul ultraviolet-vizibil-infraroșu în straturile subțiri depuse sau
3 adsorbite pe suprafețe optice, prin adaptarea unei cavități rezonante pentru spectroscopia
de absorbție optică în unda evanescentă.

5 Straturile subțiri fac obiectul unui studiu intens legat de proprietățile de modulare ale
mărimilor fizice care intervin în fenomene specifice la interfețele unui solid cu mediul extern.

7 Proprietățile prezentate de o suprafață sunt determinate în mare parte de grosimea,
indicele de refracție și coeficientul de absorbție proprii straturilor depuse pe acea suprafață.

9 Compoziția straturilor de suprafață poate fi în mod semnificativ diferită de cea a
materialului masiv și în consecință poate avea proprietăți substanțial diferite. Fenomene
11 fizice importante precum modularea optică prin reflexie, refracție, difracție, interferență,
polarizare sau variația sensibilității unor parametri la factori de mediu, sunt fenomene de
13 suprafață sau interfață.

Proprietățile optice și electronice ale suprafețelor și interfețelor joacă un rol principal
15 în performanțele dispozitivelor optoelectronice. În cazul suprafețelor optice, creșterea
straturilor subțiri dielectrice sau nanostructurate de calitate înaltă este esențială pentru
17 fabricarea modulatorilor optici, senzorilor sau emițătorilor de radiație electromagnetică
coerentă.

19 Avantajele monitorizării *in situ* sunt compatibilitatea cu tehnologia de realizare a
dispozitivelor optoelectronice și fabricarea în serie mare. Prezenta invenție folosește o
21 prismă cu profil semicircular, cu acoperire antireflex pe suprafața cilindrică sau sferică pentru
domeniul lungimilor de undă de interes, plasată între oglinzile concave cu înaltă reflectivitate
23 ($R > 99,99\%$) ale unei cavități rezonante. O astfel de cavitate, delimitată de oglinzi, cu înaltă
reflectivitate, este specifică spectroscopiei de absorbție cu cavitate rezonantă (CRDS) și este
25 selectivă în frecvență.

Însă, dacă la cel puțin o suprafață din cavitate apare fenomenul de reflexie internă
27 totală (RIT), ca în fig. 1, și această suprafață este accesibilă pentru studiul diferitelor
fenomene fizico-chimice sau interacțiuni la interfața în câmpul undei evanescente (EW),
29 atunci metoda este cunoscută ca spectroscopie de absorbție cu cavitate rezonantă, în unda
evanescentă (EW-CRDS).

31 În particular, monitorizarea *in situ* a creșterii straturilor subțiri pe suprafețe optice duce
la obținerea de dispozitive fiabile cu grosimi ale suprastraturilor de la 0,1 nm la sute de nm
33 (A.C.R. Pipino, J.P.M. Hoefnagels, N. Watanabe, J. Chem. Phys. 120(6), 2004, 2879).

Condițiile pentru funcționarea și stabilitatea unui rezonator cu undă evanescentă au
35 fost tratate în extenso în A.C.R. Pipino, J.W. Hudgens, R.E. Huie, Rev. Sci. Instrum. 68(8),
1997, 2978-2988. Optimizarea rezonatorului se realizează prin minimizarea pierderilor
37 intrinseci, deci fără mediul absorbant în EW, pentru obținerea unui timp de viață în rezonator
suficient de lung pentru acuratețe maximă de digitizare. Creșterea mărimii cavității, dincolo
39 de punctul în care se obține un timp de viață suficient de lung pentru digitizare precisă, va
avea drept efect o scădere a sensibilității. În mod clar, o creștere în transmisia mediului din
41 cavitate va permite o limită de detecție mai scăzută. În vizibil și infraroșu apropiat, cuarțul
pentru fibre optice și anumite sticle din borosilicați au o atenuare de 20 dB/km (46 ppm/cm)
43 sau mai puțin. Când atenuarea în volum este suficient de mică (~500 ppm/trecere), pierderile
prin împrăștiere pe suprafață pot deveni semnificative. Aceste pierderi depind de rugozitatea
45 suprafețelor. Tehnicile de polișare optică utilizate în mod curent și procedurile de metrologie
a suprafețelor permit fabricarea în mod curent a suprafețelor ultranetede cu o rugozitate de
47 ~0,05 nm RMS (A.C.R. Pipino, Phys. Rev. Lett, 83 (15), Oct. 1999, 3093). Atunci, pierderile
prin împrăștiere pot fi reduse sub 5 ppm la un singur parcurs circular într-un rezonator pătrat
49 din cuarț, la operarea cu lungimea de undă de 600 nm, sub unghiul de incidență de 45° pe
fețele rezonatorului.

RO 128062 B1

RIT ar putea să apară chiar la interfața dintre stratul intermediar și mediul extern cu indice de refracție scăzut (aer, vid, mediu lichid sau solid). Indiferent de indicii de refracție, straturile intermediare nu pot împiedica RIT la unele interfețe din sistem, dacă RIT apare și fără aceste straturi intermediare.

Microscopul cu câmp întunecat, introdus de E. J. Ambrose în 1961 (<http://www.microscopyu.com/articles/stereomicroscopy/stereodarkfield.html>) se bazează pe EW împrăștiată pentru examinarea culturilor celulare crescute pe un substrat și, de asemenea, constituie baza membranelor fotoreceptoare atașate fibrelor optice.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în controlul adâncimii de penetrare a undei evanescente în mediul investigat.

Dispozitivul de măsurare a absorbției optice a straturilor subțiri în câmpul undei evanescente, conform invenției, este alcătuit dintr-un laser pulsant, acordabil în lungime de undă și putere, o cavitate optică rezonantă delimitată de două oglinzi plan concave cu reflectivitate înaltă, o prismă cu profil semicircular, transparentă la radiația laser, plasată în cavitatea rezonantă, suprafața plană a acesteia asigurând apariția fenomenului de reflexie internă totală (RIT) și suport pentru proba de investigat, un fotomultiplicator cu preamplificator de semnal electric și un osciloscop sau un monitor cu placa de achiziție-digitizare a semnalului electric care scade exponențial în timp, în care prisma cu suprafața cu profil semicircular introdusă în cavitatea optică rezonantă păstrează incidența normală a axei fasciculului laser pe suprafața cu profil semicircular la variația unghiului de incidență a radiației pe suprafața RIT, variație asigurată de rotirea cu unghiul 2θ al brațului pe care se află oglinda CRDS împreună cu fotodetectorul, în același timp în care prisma cu profil semicircular se rotește cu unghiul θ , adâncimea de pătrundere a EW în mediul n_2 scăzând cu creșterea unghiului de incidență față de unghiul de incidență critic θ_c .

Metoda de măsurare a absorbției optice a straturilor subțiri depuse pe o suprafață sau interfață cu RIT, conform invenției, denumită spectroscopie de absorbție cu cavitate rezonantă în undă evanescentă cu rezolvare unghiulară (Angle Resolved Evanescent Wave-Cavity Ring Down Spectroscopy: AREW-CRDS), este implementată cu dispozitivul de măsurare a absorbției optice a straturilor subțiri, în care se controlează adâncimea de pătrundere a EW în funcție de unghiul de incidență a radiației laser pe suprafața plană cu RIT a prisme intracavitare la variația unghiului de incidență a radiației laser pe interfața RIT spre valori mai mari decât unghiul de incidență critic și determină pierderile prin absorbție în straturile subțiri depuse pe interfața RIT în câmpul EW în funcție de puterea laser injectată în cavitatea rezonantă, după ce se scad toate pierderile intrinseci ale cavității rezonante cu ajutorul unui program dedicat, în condițiile în care este asigurată stabilitatea modurilor longitudinale de oscilație în rezonatori cu RIT.

Prin această variație a unghiului, se pot discrimina la distanțe diferite de interfață și studia după ce se elimină contribuția intrinsecă a cavității rezonante:

- proprietățile de absorbție, polarizare sau fluorescență pentru straturi subțiri sau regiuni din câmpul EW depuse pe interfața RIT, transparente la radiația de lucru, proprietăți care influențează bilanțul pierderilor cavității rezonante;

- dependența de unghiul de incidență θ a pierderii totale prin absorbție optică a cavității;

- concentrația centrilor de absorbție sau moleculelor absorbante în stratul subțire, dacă se cunoaște secțiunea transversală de absorbție (A. O'Keefe, O. Lee, American Laboratory. Dec. 1989):

$$C = \frac{\alpha}{\sigma} (\text{molecule} / \text{cm}^3 \text{ sau ppm}) \quad [1]$$

unde: α este coeficientul de absorbție înregistrat pentru stratul subțire, iar σ este secțiunea transversală de absorbție a moleculelor din stratul subțire. Dacă se pot evalua suficient de precis, prin alte metode fizice, masa materialului depus și aria stratului subțire pe substratul optic, atunci se poate calcula grosimea stratului depus pe suprafața optică.

RO 128062 B1

1 Avantajul major al configurației introduse este că, la variația unghiului de incidență
a radiației pe suprafața RIT, se păstrează incidența normală a axei fasciculului laser pe
3 suprafața cu profil semicircular și se micșorează pierderile cavității prin reflexiile pe interfețele
intracavitare.

5 Totuși, sunt câteva considerente de proiectare de care trebuie să se țină cont:
- secțiunea transversală (dimensiunea și forma) și divergența fasciculului laser. Cu
7 cât secțiunea fasciculului laser e mai mică, forma mai circulară și divergența mai mică, cu atât
suntem mai aproape de cazul ideal, iar pierderile prin reflexie la interfețe, respectiv dioptrii,
9 sunt mai mici, alinierea e mai ușoară și măsurările mai precise;

- razele dioptriilor de intrare/ieșire și indicele de refracție al prisme. Dacă razele
11 dioptriilor sunt mai mari, pierderile prin reflexie la dioptrii sunt mai mici, însă se restrânge
posibilitatea de a modifica unghiul θ într-un domeniu mai larg. Razele trebuie corelate cu
13 indicele de refracție al prisme;

- distanțele la care sunt plasate cele două oglinzi ale cavității rezonante față de
15 suprafața RIT. Dacă prisma este semicilindrică, atunci ea modifică dimensiunea transversală
a fasciculului pe o singură axă și va trebui aleasă o distanță între prismă și oglinda de ieșire,
17 astfel încât secțiunea fasciculului să fie aproape identică cu cea de intrare. Adâncimea de
penetrare a undei evanescente poate fi modificată și prin variația puterii laser pentru
19 pompajul cavității rezonante. Rezultă două modalități de investigare și discriminare în
adâncime a proprietăților de absorbție, polarizare, fluorescență, specifice mediului adiacent
21 suprafeței cu RIT:

- prin variația unghiului de incidență, și
- 23 - prin variația puterii laser incidente.

Avantajele specifice metodei CRDS se regăsesc și în acest caz al metodei
25 AREW-CRDS:

- măsurătorile pot fi continue și efectuate în timp real;
- 27 - este o tehnică cu autocalibrare, deci nu sunt necesare curbe de calibrare;
- dacă sursa laser este de bandă îngustă, atunci tehnica AREW-CRDS este și foarte
29 selectivă;

- cavitatea pentru probe, deși este mică, poate produce drumuri optice efective
31 extrem de lungi, ducând la sensibilități mari și limite de detecție foarte bune.

Drumul optic al radiației laser se extinde prin parcurgerea cavității rezonante în mod
33 repetat până la atenuarea finală, care rezultă în urma scăpării luminii din cavitate la fiecare
incidență pe oglinzile CRDS. În cazul spectroscopiei clasice, drumul optic la o singură
35 trecere a radiației luminoase prin probă este destul de scurt, de aici rezultând atenuarea
slabă și fluctuații mari în semnalul recepționat.

37 Prezenta invenție poate fi mai bine înțeleasă prin referire la desenele din figurile
anexate, în care:

- fig. 1 ilustrează condițiile reflexiei interne totale (RIT) la interfața solid (n_1)/lichid (n_2)
sau solid (n_1)/strat subțire depus (n_2), când unghiul de refracție este de 90° , iar unda
41 refractată se propagă sau este ghidată în planul suprafeței, atenuându-se exponențial cu
adâncimea de pătrundere în mediul 2;

- fig. 2 ilustrează dispozitivul propus pentru implementarea metodei de măsurare a
43 proprietăților optice ale straturilor subțiri depuse pe suprafețe sau interfețe cu reflexie totală
internă.
45

În cazul RIT la interfață apare o undă staționară, deoarece câmpul electromagnetic
47 nu se poate anula brusc în mediul 2 (fig. 1). Unda care se atenuază exponențial cu distanța
de la interfață, în mediul cu indicele de refracție n_2 , se numește undă evanescentă (EW).

Dispozitivul propus în fig. 2 introduce posibilitatea variației în jurul valorii critice specifice RIT a unghiului de incidență a radiației laser pe suprafața plană a prisme, cu păstrarea rezonanțelor cavității. Dacă investigația se face la un unghi fix, se obține doar o valoare globală a pierderilor optice în sistem.

La variația unghiului de incidență se pot studia absorbțiile în câmpul EW odată cu discriminarea între contribuțiile diferitelor fenomene de interfață în bilanțul total al pierderilor cavității rezonante din ecuația timpului de viață a fotonilor într-o cavitate rezonantă cu o suprafață cu RIT (A.C.R. Pipino, J.W. Hudgens, R.E.Huie, Rev. Sci. Instrum. 68(8), 1997, 2978-2988):

$$\tau(\omega) = \frac{t_r}{L_{volum} + L_{supraf} + L_{difr} + L_{FTR} + L_{nspec} + \sum_i \sigma_i(\omega) \int_0^d N_i(\xi) d\xi} \quad [2]$$

unde pierderile totale ale cavității au fost exprimate prin suma termenilor L_i , cu i = volum, supraf, difr, FTR, nspec, respectiv pierderi în volumul rezonatorului, pierderi la suprafețe, pierderi prin difracție, pierderi la cuplarea radiației laser la intrarea, respectiv ieșirea din cavitate, pierderi prin efecte nespeculare, și respectiv, pierderile specifice mediului analizat introdus în EW, cu σ_i secțiunea transversală de absorbție a moleculelor din stratul subțire în EW, N_i densitatea moleculelor mediului absorbant introdus în EW, și d adâncimea efectivă de eșantionare pentru unda evanescentă. Dependența puternică de unghiul de incidență a pierderilor de la interfață la un parcurs circular are drept rezultat o reducere a pierderilor prin împrăștierea pe suprafață, pentru rezonatorii cu mai multe fațete, cu unghiuri de incidență mai mari, în ciuda numărului mai mare de reflexii interne. Totuși, reducerea pierderilor prin împrăștiere pe suprafață odată cu creșterea unghiului de incidență este contrabalansată de creșterea pierderilor prin difracție la aperturi.

Modurile stabile în rezonatorii monolitici cu RIT apar atunci când unghiul de incidență (fig. 1) pentru axa fasciculului de radiație optică depășește unghiul critic:

$$\theta_c = \arcsin(n_2/n_1) \quad (grd) \quad [3]$$

unde: n_1 este mediul prisme și n_2 este mediul extern, iar cavitatea este non-confocală, adică lungimea unui parcurs al fasciculului laser între cele două oglinzi este între 0 și r sau între r și $2r$, unde r este raza de curbură a suprafeței concave a oglinzilor cavității.

Se prezintă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției în conformitate cu fig. 2.

Acest dispozitiv, care implementează metoda de investigare a proprietăților de absorbție a straturilor subțiri în corelație cu adâncimea de pătrundere a EW în mediul cu indice de refracție mai mic, este alcătuit din prisma cu profil semicircular 1 transparentă la radiația laser, plasată în cavitatea rezonantă, suprafața plană a acesteia asigurând apariția fenomenului de RIT și suport pentru probă sau straturile subțiri de investigat 2, cavitatea rezonantă delimitată de două oglinzi plan concave cu reflectivitate înaltă 3 și 5 (de exemplu raza de curbură 1 m, diametru 25 mm, reflectivitate de peste 99,99%), un laser pulsant 6 acordabil în lungime de undă și putere, care injectează pulsuri optice colimate în cavitate, un fotomultiplicator 4 cu preamplificator de semnal electric și un osciloscop 7 sau un monitor cu placă de achiziție-digitizare (de exemplu Gage CompuScope CS12100-1M cu software CRD V4.0 și drivere de LabView). Pentru semnalul electric care scade exponențial în timp Software-ul calculează și afișează discriminativ pierderile prin absorbție sau timpul de viață al radiației în cavitatea rezonantă prin selecția unor parametri de fitare. Timpul de viață a radiației din cavitate este considerat a fi timpul în care semnalul la ieșirea din cavitate scade

1 la valoarea $1/e$ (37%) din intensitatea inițială la ieșire la $t = 0$. Alte detalii de realizare și
 măsurare pot fi reluate din cazul unui lossmetru CRDS doar pentru gaze, descris în lucrarea
 3 **C. Cotirlan-Simioniuc, C. Logofătu, M. F. Lăzărescu, "Romanian Reports in Physics",**
63(4), 1070-1082, 2011. În cazul prezentei invenții, brațul, pe care se află oglinda CRDS 3,
 5 împreună cu fotodetectorul 4, se rotește cu unghiul 2θ în același timp în care prisma cu profil
 semicircular 1 se rotește cu unghiul θ . Pentru interfață sticlă BK7/aer, BK7 având indicele
 7 de refracție $n_1 = 1,5168$, se obține un unghi critic $\theta_c = 41,2^\circ$. Așadar, pentru unghiuri de
 incidență mai mari de $41,2^\circ$, pe această interfață apare fenomenul de RIT. Prin urmare,
 9 există un set discret de unghiuri de incidență permise, pentru o anumită discontinuitate dată
 de diferența dintre indicii de refracție n_1 și n_2 . Unghiul de incidență cel mai apropiat de
 11 unghiul critic va furniza sensibilitatea maximă.

Adâncimea de penetrare a undei evanescente în mediul cu indice de refracție mai
 13 mic (n_2) este corelată cu unghiul de incidență pe suprafața cu RIT, conform **M. Kramer,**
Photonik, 2, 2004, 42:

$$\delta = \frac{\lambda_0}{4\pi n_2} \frac{1}{\sqrt{(\sin \theta_1 / \sin \theta_c)^2 - 1}} \quad [4]$$

17 unde: λ_0 este lungimea de undă incidentă, θ_1 este unghiul de incidență mai mare decât θ_c
 19 în mediul cu indicele de refracție n_1 , θ_c fiind valoarea critică a unghiului θ , la care apare
 fenomenul RIT. Adâncimea de pătrundere este dependentă de polarizarea luminii incidente
 21 și scade cu creșterea lui θ_1 . La unghiul de incidență critic θ_c , adâncimea de penetrare a EW
 tinde către infinit, dar prin definiție este luată în considerare valoarea la care intensitatea EW
 23 scade la $1/e$ din intensitatea maximă de la interfață. Variația unghiului de incidență a radiației
 laser în vecinătatea θ_c la interfață permite un control al adâncimii de penetrare a undei
 25 evanescente în mediul n_2 , ale cărui proprietăți optice sunt explorate. Practic, se poate lucra
 până la un prag de detecție aflat la o lungime de undă de interfață. Ca exemplu, pragul de
 27 detecție în adâncime este 400 nm, pentru $\lambda = 405$ nm, $n_1 = 1,518$, $n_2 = 1,33$ și $\theta_c = 61,2^\circ$ (**M.**
Kramer, Photonik, 2, 2004, 42). Discuția anterioară este valabilă, dacă mediul în care se
 29 propagă unda evanescentă nu conține absorbantși sau/și centri de împrăștiere în concentrație
 mare, conductori electrici sau straturi cu indici de refracție care nu se adaptează la condițiile
 31 RIT. Prezența absorbantșilor perturbă EW și liniaritatea dintre concentrația de suprafață a
 absorbantului și fluorescența observată. Efectul este similar unui „filtru intern” în fluorimetria
 33 convențională, în care o concentrație mare de fluorofor atenuază lumina incidentă. Totuși,
 RIT nu este afectată de filmele depuse, care sunt relativ subțiri față de lungimea de atenuare
 35 a EW, indiferent de indicele de refracție al filmului depus. Atunci, cel mai simplu rezonator
 care admite oscilația modurilor stabile în vid poate fi utilizat pentru diagnosticul filmelor
 37 depuse. Distinct de efectul absorbantșilor, prezența unui strat intermediar de material
 dielectric omogen de indice de refracție neadaptat condiției (2), depus pe suprafața cu RIT,
 39 în mod clar afectează intensitatea EW și distanța de atenuare caracteristică (**D. Axelrod, T.**
P. Burghardt, N. L. Thompson, Ann. Rev. Biophys Bioeng., 1984, 13, 247).

41 Metoda de măsurare a absorbției optice a straturilor subțiri depuse pe suprafețe sau
 interfețe cu reflexie totală internă (RIT), conform invenției, este denumită spectroscopie de
 43 absorbție cu cavitate rezonantă în undă evanescentă cu rezolvare unghiulară (Angle
 Resolved Evanescent Wave-Cavity Ring Down Spectroscopy: AREW-CRDS) și este
 45 implementată cu dispozitivul din fig. 2. Se pun în funcțiune componentele dispozitivului
 conform exemplului de realizare și se înregistrează pentru diferite unghiuri θ valorile
 47 pierderilor optice ale cavității rezonante.

RO 128062 B1

Pentru definirea domeniului de aplicații, prezentăm în tabelul 1 o comparație între caracteristicile metodei propuse AREW-CRDS și ale metodei spectroscopiei de fotoelectroni cu raze X cu rezolvare unghiulară (ARXPS).

Tabelul 1

Comparație între tehnicile ARXPS și AREW-CRDS utilizate în evaluarea proprietăților straturilor subțiri depuse pe suprafețe solide

	ARXPS	AREW-CRDS	
Variația adâncimii de pătrundere în stratul de interfață analizat	Posibilă cu variația unghiului de take-off	Posibilă cu variația unghiului de incidență la interfața n_1/n_2 , $n_1 > n_2$	9 11
Adâncimea analizată	$\lambda_m < 50 \text{ \AA}$	De ordinul lungimii de undă (sute de nm)	13
Parametrii care influențează adâncimea analizată	Unghiul de take-off, IMFP (drumul liber mediu între două ciocniri inelastice), energia de legătură (corespunzătoare orbitalului de pe care provine informația), rugozitatea suprafețelor, concentrația atomică relativă a elementului analizat, secțiunea transversală de fotoionizare	Unghiul de incidență, lungimea de undă, diferența dintre indicii de refracție, rugozitatea suprafețelor, densitatea centrilor de absorbție și împrăștiere, secțiunea transversală de absorbție	15 17 19 21 23
Analiza calitativă	Evidențierea prezenței elementelor simple sau în combinații în spectrul înregistrat	Obținerea spectrului de absorbție	25 27
Analiza cantitativă	Concentrația atomică relativă	Măsurarea coeficientului de absorbție sau timpului de viață, concentrației absolute sau a grosimii stratului depus/adsorbit analizat	29 31

RO 128062 B1

Revendicări

1

3

1. Dispozitiv de măsurare a absorbției optice a straturilor subțiri în câmpul unde evanescente, alcătuit dintr-un laser (6) pulsant acordabil în lungime de undă și putere, o cavitare optică rezonantă delimitată de două oglinzi (3 și 5) plan concave cu reflectivitate înaltă, o prismă (1) cu profil semicircular, transparentă la radiația laser, plasată în cavitatea rezonantă, suprafața plană a acesteia asigurând apariția fenomenului de reflexie internă totală și suport pentru proba (2) de investigat, un fotomultiplicator (4) cu preamplificator de semnal electric și un osciloscop (7) sau un monitor cu placă de achiziție-digitizare a semnalului electric care scade exponențial în timp, **caracterizat prin aceea că** oglinda (3) împreună cu fotodetectorul (4) se află pe un braț care se rotește cu unghiul 2θ în același timp în care prisma cu profil semicircular (1) se rotește cu unghiul θ , prisma (1) păstrând incidența normală a axei fasciculului laser pe suprafața cu profil semicircular la variația unghiului de incidență a radiației pe suprafața de reflexie internă totală.

5

7

9

11

13

15

17

19

21

23

25

2. Metodă de măsurare a absorbției optice a straturilor subțiri depuse pe o suprafață sau interfață cu reflexie internă totală, implementată cu dispozitivul de măsurare a absorbției optice a straturilor subțiri descris la revendicarea 1, **caracterizată prin aceea că** se controlează adâncimea de pătrundere a unde evanescente în funcție de unghiul de incidență a radiației laser pe suprafața plană cu reflexie internă totală a prismei intracavitare la variația unghiului de incidență a radiației laser pe interfața RIT spre valori mai mari decât unghiul de incidență critic, și se determină pierderile prin absorbție în straturile subțiri depuse pe interfața cu reflexie internă totală în câmpul unde evanescente, în funcție de puterea laser injectată în cavitatea rezonantă, după ce se scad toate pierderile intrinseci ale cavității rezonante cu ajutorul unui program dedicat, în condițiile în care este asigurată stabilitatea modurilor longitudinale de oscilație în rezonatori cu reflexie internă totală.

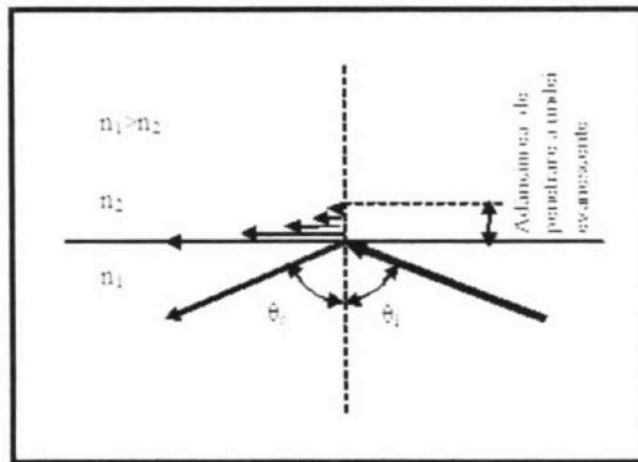


Fig. 1

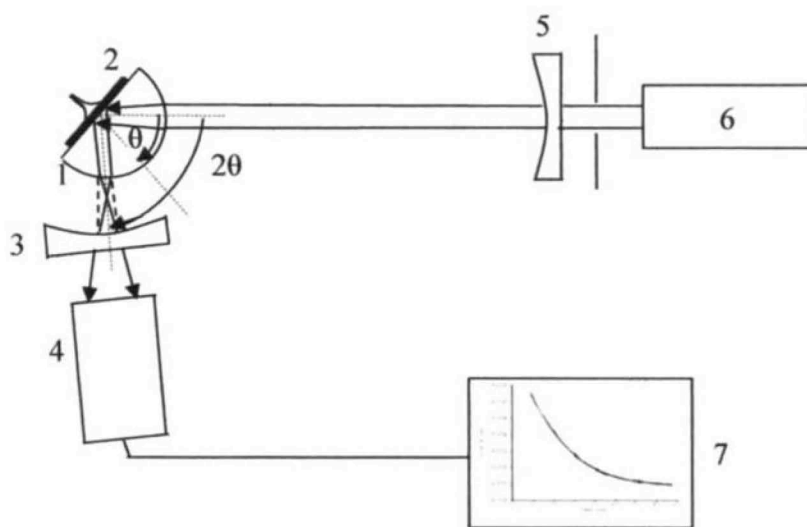


Fig. 2