



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2009 00849**

(22) Data de depozit: **23.10.2009**

(41) Data publicării cererii:
30.05.2013 BOPI nr. **5/2013**

(71) Solicitant:
• **UNIVERSITATEA "ȘTEFAN CEL MARE"**
DIN SUCEAVA, STR.UNIVERSITĂȚII NR.13,
SUCEAVA, SV, RO

(72) Inventatori:
• **GUTT SONIA, STR.VICTORIEI**
NR.185 BIS, SAT SFÂNTU ILIE, SV, RO;
• **GUTT GHEORGHE, STR.VICTORIEI**
NR.185 BIS, SAT SFÂNTU ILIE, SV, RO

(54) **SISTEM INTERFEROMETRIC**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem interferometric, destinat măsurării unor mase și/sau unor grosimi de strat cu valori extrem de mici. Sistemul interferometric, conform invenției, este alcătuit dintr-o sursă (1) de radiație tip diodă laser, o fibră optică (2) care este scindată, prin intermediul unui divizor optic (3), într-o fibră optică (4), pentru transmiterea unui fascicul luminos de referință, și o fibră optică (5), pentru transmiterea unui fascicul de lucru, o prismă (6) optică cu structură specifică pentru rezonanța plasmonică de suprafață, o lentilă (11) de focalizare, o fibră optică (12) de transmisie a fasciculului luminos, un sumator optic (13), o altă fibră optică (14), un interferometru Michelson, format, la rândul lui, dintr-o oglindă (15) semitransparentă, o oglindă (16) mobilă cu reflexie totală, deplasată de un motor (17) piezoelectric, liniar, o oglindă (18) fixă cu reflexie totală și un detector (19) fotoelectric, o unitate (21) electronică centrală și o unitate de calcul (22), prevăzută cu un program de calcul, pentru achiziția și prelucrarea datelor.

Revendicări: 1
Figuri: 2

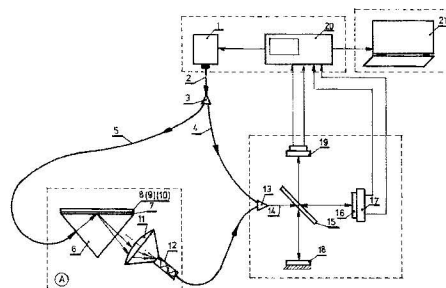
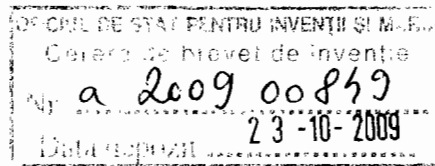


Fig. 1





SISTEM INTERFEROMETRIC

Invenția se referă la un sistem interferometric pentru determinarea cu precizie ridicată a creșterii de masă respectiv a grosimii de strat prin rezonanță plasmonică de suprafață.

În scopul determinării creșterii de masă respectiv a grosimii filmelor, în zona activă a biosenzorilor, pe lângă balanțe piezoelectrice sînt folosite și aparate și echipamente bazate pe rezonanța plasmonică de suprafață (SPR) care permite măsurarea unor variații de masă în domeniul 10^{-15} g sau a unor grosimi de strat în domeniul nm.

Din punct de vedere științific este cunoscut faptul că metale de natura aurului și argintului prezintă la suprafață un nor de electroni liberi, denumiți plasmoni. Atunci cînd sînt indeplinite condițiile de rezonanță între fotonii radiației monocromatice incidente și norul de electroni plasmonici, fotonii reflectați de pe stratul de aur pierd energia consumată pentru menținerea rezonanței, iar unghiul de reflexie nu mai este egal cu cel teoretic dat de legea lui Snellius ci are o valoare mai mare (radiația prezintă un unghi suplimentar de refracție). Valoarea unghiului de refracție redă intensitatea rezonanței plasmonice de suprafață. Printr-un așa numit "cîmp evanescent" norul de electroni plasmonici de pe suprafața stratului de metal depus pe prismă este influențat foarte sensibil de modificările extrem de reduse ale unei structuri masice ce se găsește pe cealaltă față (exterioară) a stratului metalic. Asemenea modificări influențează condiția de rezonanță a radiației luminoase incidente cu norul de electroni ducînd la o mărire suplimentară a valorii unghiului de refracție proporțională cu modificarea masică. Acest efect constituie baza determinării masei respectiv a grosimii de strat prin rezonanță plasmonică de suprafață (SPR-Surface Plasmon Resonance).

Tehnica analitică de folosire a rezonanței plasmonice de suprafață (SPR) constă în emisia cu o diodă laser a unei radiații monocromatice, sub un anumit unghi, de obicei perpendicular pe suprafața laturii prisme, radiația reflectîndu-se pe latura adiacentă, acoperită cu un strat foarte subțire de metal (zeci de nm), de regulă aur sau argint, sub un alt unghi decît cel de incidență. Măsura diferenței dintre unghiul de incidență și unghiul de reflexie este dat de unghiul de refracție suplimentar ce apare fata de unghiul teoretic de reflexie (conform legii lui Snellius unghiul teoretic de reflexie ar trebui să fie egal cu unghiul de incidență). Unghiul de refracție apărut depinde de natura metalului depus pe o față a prisme, de grosimea acestui metal, de grosimea speciei moleculare depuse intenționat cu scop de captor pe fața metalică precum și de grosimea (masa) speciilor urmărite care aderă la speciile moleculare depuse voit ca urmare a unor mecanisme specifice de legare. Avînd în vedere că trei din aceste dependențe sînt constante în condiții date, dependența unghiului de refracție de speciile care aderă la stratul depus pe fața metalizată este cea care permite folosirea acestei proprietăți pentru determinarea unor variații masice respectiv de grosime de strat extrem de mici de pe suprafața metalizată exterioară a prisme prin măsurarea unghiului de refracție ca abatere de la valoarea teoretică a unghiului de reflexie a radiației reflectate de pe fața interioară a

depunerii metalizate. În practică se depune pe suprafața exterioară a stratului metalic al prisme optice un strat aderent, cu grosimea de cca 100 nm, format de regulă din carboximetil dextran. În stratul aderent pot fi imobilizați parteneri de legare din specii chimice sau biologice foarte diferite. În cazul clasic, acestea sînt anticorpi orientați spre o anumită proteină din mediul lichid sau gazos analizat, pe care o leagă specific rezultînd produse ce provoacă creșteri masice pe suprafața metalizată a prisme, creșteri care la rîndul lor sînt măsurate extrem de sensibil prin tehnica SPR.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în folosirea unei structuri modulare cu fibră optică și a unei structuri interferometrice de tip Michelson pentru măsurarea lungimii de undă a radiației refractate cu efecte deosebite asupra rezoluției, preciziei și a productivității măsurării la determinări ale masei sau a grosimii de strat prin tehnica rezonanței plasmonice de suprafață (SPR).

În acest scop o radiație monocromatică emisă de o diodă laser, prin intermediul unei fibre optice, este divizată în două fascicule paralele, unul din fasciculele optice (de referință) ocolește printr-o fibră optică structura de măsurare a unghiului de refracție prin tehnica SPR și ajunge într-un sumator optic. Celălalt fascicul (de lucru) este îndreptat prin intermediul altei fibre optice spre sistemul de rezonanță plasmonică de suprafață, unde cade perpendicular pe o față transparentă a unei prisme optice, se reflectă pe o depunere de aur sau argint depusă în strat subțire pe o altă față a prisme și părăsește prisma prin a treia față transparentă a acesteia ajungînd la o lentilă optică convergentă ce focalizează radiația pe o fibră optică care la rîndul ei se unește prin intermediul unui sumator cu fibra optică ce transportă fasciculul de referință, cele două semnale luminoase căzînd după unire pe o oglindă semitransparentă a unui interferometru de tip Michelson. Atunci cînd drumurile optice parcurse de cele două fascicule sînt identice este îndeplinită condiția de interferență, intensitățile luminoase se sumează, iar semnalul detectorului, dat sub formă unui fotocurent, este maxim. Devierea unghiului de refracție a fasciculului luminos de la valoarea unghiulară inițială, ca urmare a creșterii masei depuse pe stratul de aur sau argint, face ca acesta să cadă la rîndul lui sub un alt unghi pe lentila optică de focalizare și corespunzător și focalizarea pe fibra optică să aibă loc sub alt unghi. În aceste condiții drumul parcurs în fibră prin reflexie totală repetată pe pereții acesteia (modul specific de transmitere a radiației luminoase prin fibre optice) este diferit față de situația anterioară, respectiv situația cînd nu exista creștere masică. La mărirea unghiului de incidență a radiației în fibra optică fasciculul luminos de lucru parcurge un drum mai lung și sosește cu o întîrziere față de un fascicul cu un unghi de incidență anterior mai mic, corespunzător este diminuat și nivelul semnalului electric al detectorului. În structura interferometrică de tip Michelson drumului optic mai lung parcurs de fasciculul de lucru este compensat de deplasarea proporțională prin intermediul unui piezomotor a unei oglinzi cu reflexie totală fiind posibilă obținerea unor interferograme, în coordonate intensitate-timp care la rîndul lor sînt convertite în spectrograme, în coordonate intensitate-frecvență prin intermediul transformatei Fourier. Din aceste

spectrograme se obțin prin extrapolarea automată a peak-urilor pe abscisă, valorile frecvențelor care corespund valorilor unghiurilor de refracție (θ) din diagrama clasică SPR. Rezoluția de măsurare obținută prin structura conform invenției se situează la nivelul jumătății valorii lungimii de undă folosite pentru iradiere ($\lambda/2$) (rezoluția maximă ce se poate obține la interferometria optică) și este cu cca $10 \cdot 10^2$ ori mai bună decât la măsurarea goniometrică clasică a unghiului de refracție cu efect direct și asupra preciziei de măsurare a masei respectiv a grosimii de strat a speciilor urmărite.

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- este posibilă măsurarea masei și a grosimii de strat cu rezoluții și precizii net superioare față de metoda clasică goniometrică a măsurării unghiului de refracție
- măsurarea are loc în mod continuu nefiind nevoie de goniometrarea manuală sau automată a unghiului de refracție cu efecte deosebit de favorabile asupra urmăririi proceselor cinetice
- prin măsurarea instantanee a cca 10^3 valori diferite de frecvență, caracteristică specifică sistemelor interferometrice cu transformată Fourier, viteza de determinare experimentală crește enorm cu aproximativ același ordin de mărime
- se obține un raport semnal/zgomot foarte bun caracteristic metodelor spectrale cu transformată Fourier

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile prezentate ce reprezintă :

Fig.1. - Schema de principiu a sistemului interferometric de măsurare a masei respectiv a grosimii de strat prin rezonanță plasmonică de suprafață

Fig.2. - Deta liul A , din schema de principiu, privind p ropagarea radiației într-o structura de rezonanță plasmonică de suprafață și in fibra optică de legătură cu interferometrul

Sistemul interferometric conform invenției se prezintă sub forma unei structuri modulare formată dintr- o sursă **1** de radiație de tip diodă laser, o fibră **2** optică ce este scindată prin intermediul unui divizor **3** optic într-o fibră **4** optică pentru transmiterea unui fascicul luminos de referință și o fibră **5** optică pentru transmiterea unui fascicul luminos de lucru, o prismă **6** optică cu o depunere **7** subțire de aur sau de argint peste care este depus un strat **8** de aderență împreună cu substanța **9** activă pentru fixarea structurii **10** chimice sau biologice urmărite, o lentilă **11** de focalizare, o fibră **12** optică de transmisie a fasciculului luminos de lucru, un sumator **13** optic, o fibră **14** optică, un interferometru Michelson format la rîndul lui dintr-o oglindă **15** semitransparentă, o oglindă **16** mobilă cu reflexie totală, un motor **17** piezoelectric liniar, o oglindă **18** fixă cu reflexie totală, un detector **19** fotoelectric, o unitate **21** electronică centrală și o unitate de calcul **22** prevăzută cu un program de calcul pentru achiziția și prelucrarea datelor precum și pentru transformata Fourier.

REVENDICARE

Invenția Sistem interferometric, caracterizată prin aceea că în vederea măsurării pe principiul rezonanței plasmonice de suprafață a unor mase și/sau a unor grosimi de strat de valori extrem de mici, în condițiile unor rezoluții și precizii ridicate și a unui raport semnal/zgomot redus, este folosită o structură modulară formată dintr-o sursă (1) de radiație de tip diodă laser, o fibră (2) optică ce este scindată prin intermediul unui divizor (3) optic într-o fibră (4) optică pentru transmiterea unui fascicul luminos de referință și o fibră (5) optică pentru transmiterea unui fascicul de lucru, o prismă (6) optică cu structură specifică pentru rezonanță plasmonică de suprafață, o lentilă (11) de focalizare, o fibră (12) optică de transmisie a fasciculului luminos ce conține informații despre rezonanța plasmonică, un sumator (13) optic, o altă fibră (14) optică, un interferometru Michelson format la rîndul lui dintr-o oglindă (15) semitransparentă, o oglindă (16) mobilă cu reflexie totală, deplasată de un motor (17) piezoelectric liniar, o oglindă (18) fixă cu reflexie totală, un detector (19) fotoelectric, o unitate (21) electronică centrală și o unitate de calcul (22) prevăzută cu un program de calcul pentru achiziția și prelucrarea datelor, inclusiv pentru transformata Fourier.

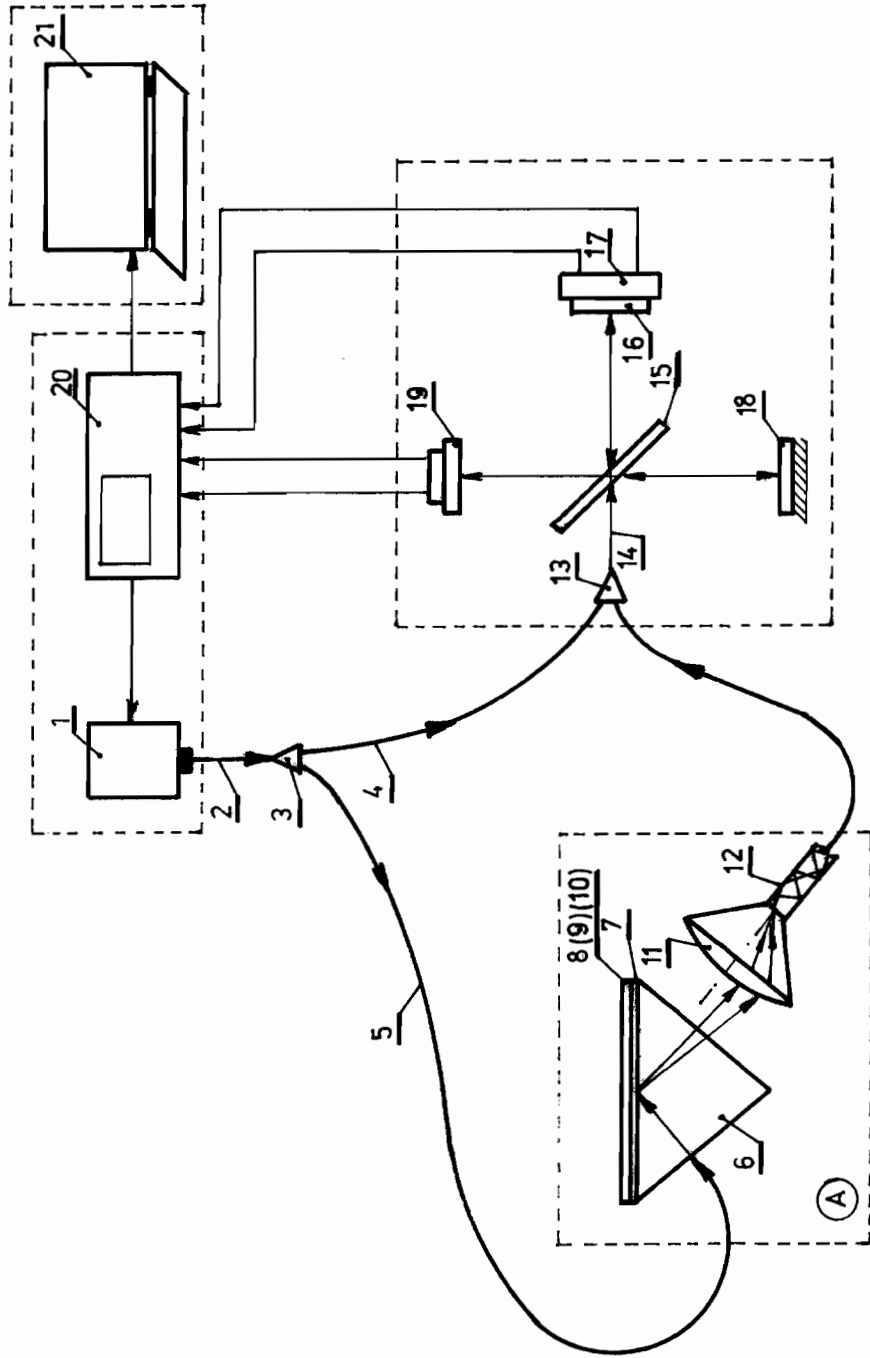


FIG. 1

15

DETALIU - A

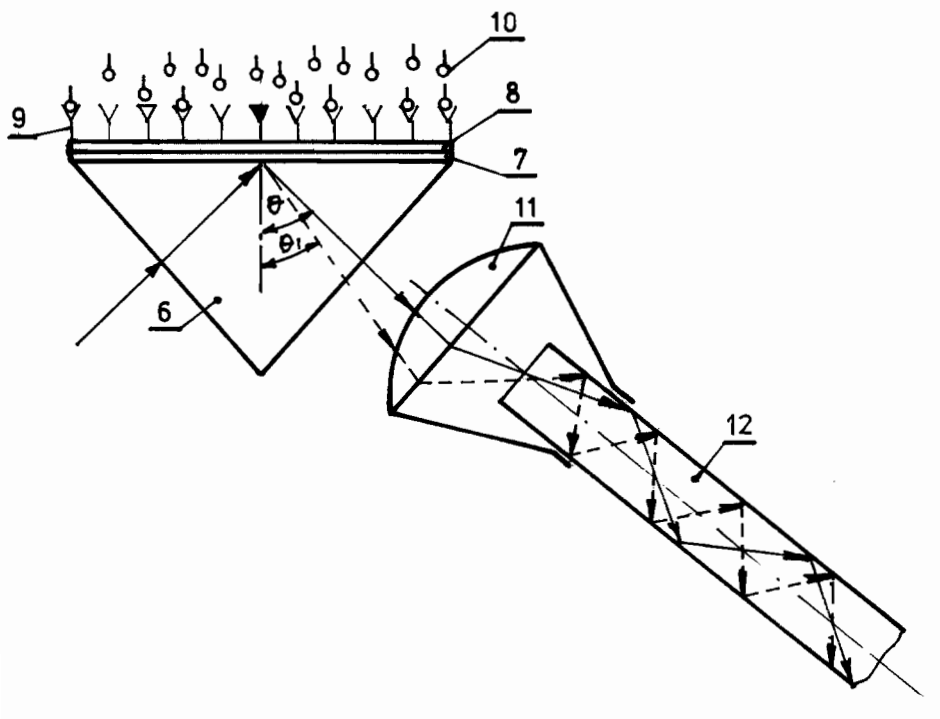


FIG. 2

