



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00380

(22) Data de depozit: 08/06/2015

(41) Data publicării cererii:
30/01/2017 BOPI nr. 1/2017

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE
ȘI DEZVOLTARE PENTRU FIZICA
LASERILOR, PLASMEI ȘI RADIAȚIEI
(INFLPR), STR. ATOMIȘTILOR NR. 409,
MĂGURELE, IF, RO

(72) Inventatori:
• SPOREA DAN, ȘOS. PANTELIMON
NR. 229, BL. 69, ET. 6, AP. 31, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO;
• SPOREA ADELINA, ȘOS. PANTELIMON
NR. 229, BL. 69, ET. 6, AP. 31, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO;
• MIHAI LAURA, STR. SEISMOLOGILOR
NR. 23, MĂGURELE, IF, RO

(54) METODĂ ȘI APARAT PENTRU MĂSURAREA RESPON-
SIVITĂȚII SPECTRALE A DETECTOARELOR OPTICE DE IR
SUPUSE IRADIERII CU RADIAȚII IONIZANTE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la un aparat pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante. Metoda conform invenției constă în măsurarea, pe două canale, simultan, a responsivităților spectrale a unui detector etalon, cât și a unui detector a căruia responsivitate spectrală urmează să fie determinată, astfel încât toate posibilele perturbații să influențeze identic și simultan cele două canale de măsură, realizându-se astfel rejectia la mod comun a acestor semnale perturbatoare. Aparatul conform invenției este alcătuit dintr-un monocromator (1) prevăzut cu o apertură (2) prin care pătrunde o radiație (3) optică emisă în domeniul IR de niște surse (4 și 5) optice de IR, radiație care este transformată de un element (7) dispersiv și de un chopper (8) într-o radiație (9) IR monocromatică, pulsată, care pătrunde într-o sferă (11) integratoare, prevăzută cu două porturi (12 și 13) de ieșire, la care sunt cuplate: un detector de IR (14) etalon și un detector de IR (16) a cărei responsivitate spectrală urmează să fie măsurată, temperatura de funcționare a detectorului (16) fiind monitorizată cu ajutorul unui element (17) de măsurare a temperaturii aflat în contact termic cu detectorul (16), iar între portul (12) de ieșire și detectorul de IR (14) etalon fiind interpusă o fereastră (15) optică, realizată din același material ca o altă fereastră optică, a detectorului de IR (16), atenuarea în atmosferă a radiației (9) optice de IR fiind măsurată cu ajutorul unui sistem (22) de măsurare a atenuării atmosferice a radiației de IR, iar datele provenind de la

elementul (17) pentru măsurarea temperaturii, fereastra (15) optică de IR și sistemul (22) de măsurarea a atenuării fiind furnizate unui sistem de calcul (21), care corectează responsivitatea spectrală măsurată a detectorului de IR (16) în funcție de aceste perturbații.

Revendicări: 9
Figuri: 10

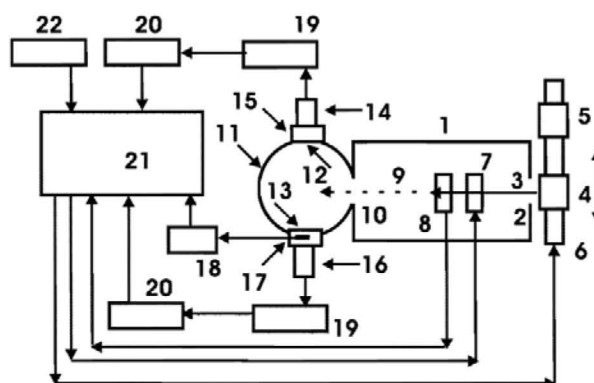


Fig. 6

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



METODA SI APARAT PENTRU MASURAREA RESPONSABILITATII SPECTRALE A DETECTOARELOR OPTICE DE IR SUPUSE IRADIERII CU RADIATII IONIZANTE

DESCRIERE

Invenția de referă la o metodă și un aparat pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante. Metoda și aparatul pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR, conform invenției, trebuie să îndeplinească simultan condițiile:

1. Să permită măsurarea responsivității spectrale pentru un domeniu spectral larg (300 nm la 15 μ m) de lungimi de undă.
2. Să permită corecția responsivității spectrale a detectorului optic de IR, în funcție de temperatura de funcționare a detectorului.
3. Să permită corecția responsivității spectrale a detectorului optic de IR în funcție de umiditatea atmosferică din încăperea în care se face determinarea.
4. Să permită corecția responsivității spectrale a detectorului optic de IR în funcție de atenuarea optică a ferestrei detectorului, atenuare indusă ca urmare a iradierii cu radiație ionizantă a acestuia.

Sunt cunoscute mai multe echipamente și montaje folosite în măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR. In continuare vor fi prezentate câteva astfel de soluții.

Intr-o astfel de realizare, măsurarea responsivității spectrale a unui detector optic este evaluată prin metoda substituției, folosind o sferă integratoare, un detector optic etalon și un laser acordabil în domeniul spectral 210 nm – 960 nm [1]. Puterea laserului este stabilizată și un lambdametru este folosit pentru determinarea lungimii de undă de operare a laserului. Succesiv este măsurată responsivitatea spectrală a detectorului optic etalon și a detectorului optic de etalonat modificând în ambele cazuri lungimea de undă a laserului acordabil, în domeniul spectral menționat. Aceasta realizare are următoarele inconveniente:

Nu permite determinarea responsivității spectrale pentru detectoarele optice operând în domeniul IR. Nu permite corecția cu temperatura ambiantă a responsivității spectrale determinate pentru detectorul de etalonat. Există posibilitatea apariției unor erori în ceea ce privește reproductibilitatea selectării lungimii de undă a laserului acordabil și a puterii incidente la lungimile de undă selectate în cazul măsurării detectorului de etalonat față de măsurarea realizată în cazul detectorului etalon, în situația substituirii celor două detectoare în sistemul de măsură. Nu permite corecția responsivității spectrale a detectorului de etalonat în cazul în care acesta a fost expus la radiații ionizante care au afectat transmisia spectrală a ferestrei detectorului.

O alta implementare propune realizarea unui montaj pentru etalonarea spectrala a unui detector optic in domeniul 950 nm și 1650 nm, folosind o sferă integratoare și laseri emițând la diferite lungimi de undă [2]. Autorii lucrării menționează influența vaporilor de apă din atmosferă asupra măsurărilor realizate în banda de 1400 nm. Un astfel de montaj are următoarele dezavantaje:

- a. Folosește ca sursă de radiație optică laseri având lungimi de undă discrete, cu limitare numai la domeniul spectral 950 nm – 1650 nm.
- b. Montajul nu este prevăzut cu nici o posibilitate de a realiza corecția rezultatelor în funcție de cantitatea de vapori de apă din atmosferă.
- c. Există posibilitatea apariției unor erori datorate reproductibilității puterii laser cu care se realizează măsurarea în cazul detectorului etalon și a celui de etalonat.

- d. Nu prezintă posibilitatea de a corecta responsivitatea spectrală a detectorului de etalonat cu modificarea transmisiei optice a ferestrei acestuia, în cazul în care acest detector a fost iradiat cu radiație ionizantă.

O altă implementare sugerează utilizarea mai multor linii laser în domeniul spectral $0.8 \mu\text{m} - 1.8 \mu\text{m}$, într-un montaj bazat pe o sferă integratoare și folosind metoda substituției [3]. Dezavantajele acestei abordări sunt:

- a. Folosește ca sursă de radiație optică laseri având lungimi de undă discrete, cu limitare numai la domeniul spectral $0.8 \mu\text{m} - 1.8 \mu\text{m}$.
- e. Montajul nu este prevăzut cu nici o posibilitate de a realiza corecția rezultatelor în funcție de cantitatea de vapori de apă din atmosferă.
- a. Există posibilitatea apariției unor erori datorate reproductibilității puterii laser cu care se realizează măsurarea în cazul detectorului etalon și a celui de etalonat. Nu prezintă posibilitatea de a corecta responsivitatea spectrală a detectorului de etalonat cu modificarea transmisiei optice a ferestrei acestuia, în cazul în care acest detector a fost iradiat cu radiație ionizantă.

O altă abordare a problemei propune realizarea unui montaj pentru etalonarea detectoarelor optice în domeniul spectral $2 \mu\text{m} - 5.1 \mu\text{m}$ folosind o sursă de radiație optică, un dublu monocromator și metoda substituției [4]. Montajul nu utilizează sferă integratoare. Si în acest caz, autorii observă efectul absorbției atmosferice la $2.7 \mu\text{m}$ și $4.2 \mu\text{m}$, datorată prezenței vaporilor de apă. Acest montaj prezintă următoarele limitări:

- a. În lipsa sferei integratoare montajul este foarte sensibil la neuniformitatea spațială a responsivității spectrale a detectoarelor implicate în măsurare.
- b. Montajul rezolvă numai parțial problema erorilor introduse de absorbția radiației optice de IR datorate vaporilor de apă din atmosfera, prin purjarea numai a monocromatorului.
- c. Montajul nu este imun la variația în timp a semnalului optic incident pe detectoare, având în vedere faptul că expunerea detectoarelor la radiația optică se face succesiv.
- d. Montajul nu prezintă posibilitatea de a corecta responsivitatea spectrală a detectorului de etalonat cu modificarea transmisiei optice a ferestrei acestuia, în cazul în care acest detector a fost iradiat cu radiație ionizantă.
- e. Etalonarea este posibilă numai în intervalul de lungimi de undă $2 \mu\text{m} - 5.1 \mu\text{m}$.

O variantă de montaj pentru evaluarea responsivității spectrale a detectoarelor de IR acoperă domeniul spectral $1 \mu\text{m} - 19 \mu\text{m}$, dar menționează problema asociată absorbției radiației optice de IR în atmosferă [5]. În plus față de erorile introduse de absorbția în atmosferă, metoda menționată nu permite corecția responsivității spectrale a detectorului de etalonat cu modificarea transmisiei optice a ferestrei acestuia, în cazul în care acest detector a fost iradiat cu radiație ionizantă.

O altă soluție propune realizarea unui montaj pentru etalonarea detectoarelor optice de IR până la $14 \mu\text{m}$ folosind un monocromator și metoda substituției, fără a utiliza o sferă integratoare. Pentru etalonarea într-un domeniu extins de lungimi de undă sunt folosite mai multe surse de radiație optică. [6]. Această soluție are dezavantajele că:

- a. În lipsa sferei integratoare montajul este foarte sensibil la neuniformitatea spațială a responsivității spectrale a detectoarelor implicate în măsurare.
- b. Montajul nu rezolvă problema erorilor introduse de absorbția atmosferei [7-9].
- c. Montajul nu este imun la variația în timp a semnalului optic incident pe detectoare având în vedere faptul că expunerea detectoarelor la radiația optică se face succesiv.
- d. Montajul nu prezintă posibilitatea de a corecta responsivitatea spectrală a detectorului de etalonat cu modificarea transmisiei optice a ferestrei acestuia, în cazul în care acest detector a fost iradiat cu radiație ionizantă.

O altă variantă de realizare a unui aparat pentru etalonarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR folosește un dublu monocromator, sfere integratoare și metoda substituției pentru determinarea responsivității spectrale a unui detector de IR prin comparare cu un detector etalon [10]. Această soluție are dezavantajele următoare:

- a. Nu permite corectarea responsivității spectrale a detectorului de etalonat în funcție de temperatura de funcționare a acestuia.
- b. Nu permite corectarea responsivității spectrale a detectorului de etalonat în funcție de absorbția atmosferică a radiației IR folosite.
- c. Montajul nu prezintă posibilitatea de a corecta responsivitatea spectrală a detectorului de etalonat cu modificarea transmisiei optice a ferestrei acestuia, în cazul în care acest detector a fost iradiat cu radiație ionizantă.

Metoda și aparatul pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante, conform invenției, se bazează pe folosirea unui dublu monocromator cuplat la o sferă integratoare având două porturi de ieșire astfel încât permite măsurarea simultană atât a detectorului etalon, cât și a detectorului de etalonat și care utilizează un element pentru măsurarea temperaturii ambiante și un sistem pentru măsurarea atenuării atmosferice în domeniul IR și care face posibilă simultan cu măsurarea detectorului de etalonat a transmisiei optice a unui material similar cu materialul din care este realizată fereastra detectorului etalon, material care a fost expus la radiația ionizantă în aceleași condiții ca și fereastra detectorului etalon.

Avantajul principal al metodei și aparatului pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante, conform invenției, față de aparatele și montajele descrise în conformitate cu stadiul tehnicii prezentat anterior, constă în faptul că permite corectarea responsivității spectrale a detectorului de etalonat în funcție de absorbția radiației de IR de către vaporii de apă prezenți în atmosferă. Un alt avantaj al metodei și aparatului pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante îl constituie faptul că face posibilă corecția responsivității spectrale a detectorului de etalonat în funcție de atenuarea indusă de radiația ionizantă în fereastra detectorului de IR de etalonat. Acest fapt face ca erorile datorate modificării transmisiei optice a ferestrei detectorului iradiat cu radiație ionizantă să fie nule. Un avantaj important este conferit de faptul că măsurarea detectorului etalon și a detectorului de etalonat se face simultan astfel încât erorile introduse de reproductibilitatea limitată a selecției lungimii de undă a radiației optice de excitație și fluctuațiile în timp ale puterii acestei radiații optice sunt nule. Un avantaj major al aparatului pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante elimină erorile datorate neuniformității spațiale a responsivității spectrale a celor două detectoare investigate. Un alt avantaj al aparatului pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante îl constituie monitorizarea permanentă a temperaturii la care funcționează detectorul de IR a cărui responsivitate spectrală urmează a fi determinată, în acest fel existând posibilitatea corecției responsivității spectrale măsurate cu temperatura.

Toate aceste avantaje vor fi ilustrate pe parcursul descrierii metodei și aparatului pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante.

În figura 1 este prezentată, ca un exemplu, modificarea transmitanței spectrale a unei ferestre de CaF_2 , modificată ca urmare a expunerii sale la radiația gama.

În figura 2 este reprodusă, ca un exemplu, variația transmitanței spectrale a unei ferestre de CaF_2 ca urmare a iradierii cu particule alfa.

Figura 3 reproduce, ca un exemplu, responsivitatea spectrală a unui detector fotoconductor pentru domeniul IR apropiat.

În figura 4 este reprodusă, ca exemplu, responsivitatea spectrală a unui detector fotoconductor pentru domeniul optic IR mediu.

Figura 5 reproduce, ca un exemplu, responsivitatea spectrală a unui detector fotovoltaic pentru domeniul optic IR mediu.

În figura 6 este reprodus un exemplu de realizare a aparatului pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante (desenul nu este la scară, ci ilustrează numai principiul aparatului pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante).

Figura 7 ilustrează un detaliu al montajului mecanic al senzorului pentru măsurarea temperaturii în montura de fixare a detectorului de IR, iradiat cu radiații ionizante, care urmează să fie testat (desenul nu este la scară).

Figura 8 ilustrează un alt detaliu al montajului mecanic al senzorului pentru măsurarea temperaturii în montura de fixare a detectorului de IR, care urmează să fie testat (desenul nu este la scară).

Figura 9 ilustrează un detaliu al montajului mecanic al detectorului de IR etalon (desenul nu este la scară).

Figura 10 ilustrează sistemul pentru determinarea atenuării radiației optice de IR introdusă de vaporii din atmosfera în care se găsește aparatul pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante (desenul nu este la scară).

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției.

În figura 1 este prezentată, ca un exemplu, modificarea transmisiei optice în domeniul IR a unei ferestre de CaF_2 folosită în construcția detectoarelor de IR, după iradierea cu radiație gamma. Figura 2 ilustrează scăderea transmisiei spectrale a unei ferestre de CaF_2 după expunerea la radiație alfa. Figurile 3 – 5 prezintă variația spectrală a responsivității unor detectoare de IR, fotoconductoare sau fotovoltaice. Analiza comparativă a caracteristicilor spectrale prezentate în figurile 1 – 5 indică influența pe care o poate avea modificarea transmisiei spectrale a unui detector de IR ca urmare a expunerii acestuia la radiații ionizante, asupra responsivității spectrale reale a detectorului iradiat. Ca urmare a acestui fapt, responsivitatea spectrală reală a unor astfel de detectoare de IR poate fi determinată numai în urma introducerii unor corecții referitoare la modificările induse de radiația ionizantă asupra transmisiei ferestrei detectorului. Metoda și aparatul pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante rezolvă această problemă așa cum se va arata în exemplul de realizare al invenției, prezentat în continuare.

Metoda pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor de IR iradiate cu radiații ionizante descrisă de prezenta invenție presupune: (i) măsurarea temperaturii la care funcționează detectorul de IR a cărui responsivitate spectrală este determinată, (ii) măsurarea transmisiei spectrale a unei ferestre similare ferestrei detectorului de IR a cărui responsivitate spectrală este determinată, fereastră iradiată în aceleași condiții ca și detectorul de IR, (iii) măsurarea atenuării optice în domeniul IR a atmosferei din încăperea în care are loc determinarea responsivității spectrale a detectorului de IR, pentru a se realiza prin calcul corecția responsivității spectrale măsurate a detectorului de IR în funcție de cei trei parametri determinați (temperatura detectorului, atenuarea atmosferei, atenuarea indusă de expunerea la radiația ionizantă a ferestrei detectorului de IR). Măsurarea temperaturii detectorului de IR a cărui responsivitate spectrală se determină se realizează, prin metode în sine cunoscute, cu un element de măsurare a temperaturii (de exemplu, termocuplu, termorezistență, termistor) atașat detectorului de IR și în contact termic cu carcasa acestuia. Măsurarea atenuării atmosferei în domeniul IR, atmosferă din încăperea în care are loc determinarea responsivității spectrale a detectorului de IR, se realizează folosind o radiație IR emisă de un laser cu semiconductoare (de exemplu, interband distributed feedback laser sau quantum cascade laser) într-una din benzile spectrale de absorbție a apei din domeniul IR [7-9], radiație detectată cu un detector adecvat. Măsurarea efectului pe care îl are modificarea transmisiei spectrale a ferestrei detectorului ca urmare a expunerii la o radiație ionizantă se realizează

montând în fața detectorului etalon folosit pentru determinarea responsivității spectrale a detectoului de IR a unei ferestre din același material ca și fereastra detectorului a cărei responsivitate spectrală se determină, fereastră iradiată în aceleași condiții ca și detectorul a cărei responsivitate spectrală se determină. Prin metoda propusă sunt măsurate, pe două canale simultan responsivitățile spectrale atât a detectorului etalon, cât și a detectorului a cărei responsivitate spectrală urmează a fi determinată, astfel încât toate posibilele perturbații (variații ale temperaturii ambiante, ale intensității sursei de radiație optică de IR folosite, a atenuării radiației optice în atmosfera încăperii în care se realizează măsurarea să influențeze identic și simultan cele două canale de măsură, realizându-se astfel rejecția la mod comun a acestor semnale perturbatoare.

Un exemplu de realizare a invenției este prezentat în continuare în legătură cu figura 6. Un monocromator (simplu sau dublu) (1) este prevăzut cu o apertură de intrare (2) prin care pătrunde în interiorul monocromatorului o radiație optică continuă (3) emisă în domeniul IR de niște surse spectrale de IR (4) și (5). Sursele spectrale (4) și (5) emit radiație IR având spectre diferite, corespunzătoare sensibilității spectrale a detectorului de IR a cărei responsivitate spectrală trebuie determinată. Radiația optică continuă de bandă largă (3) emisă de sursele spectrale (4) și (5) poate fi cuplată la intrarea monocromatorului (1) prin poziționarea uneia din aceste surse spectrale (4) sau (5) în fața fantei (2), prin deplasarea surselor spectrale (4) și (5) cu ajutorul unui sistem de poziționare pentru o deplasare lineară (6). Radiația optică continuă de IR de bandă largă (3) este incidentă pe un element dispersiv (de exemplu, prismă, rețea de difracție) (7) care produce o radiație monocromatică, care la rândul ei trece printr-un chopper (8), la ieșirea chopper-ului (8) obținându-se o radiație de IR monocromatică pulsată (9), având frecvență constantă. Radiația optică de IR, pulsată (9) este cuplată de la ieșirea monocromatorului (1) la intrarea unei sfere integratoare (11) prin intermediul unei aperturi (10). Sfera integratoare (11) se alege în așa fel încât acoperirea sa interioară să prezinte un coeficient de reflexie maxim pentru domeniul spectral corespunzător detectorului de IR a cărei responsivitate spectrală urmează să fie determinată. Sfera integratoare (11) are două porturi de ieșire (12) și (13) unde sunt montate un detector de IR etalon (14) și un detector de IR (16) a cărei responsivitate spectrală urmează a fi determinată. În fața detectorului etalon de IR (14) poate fi montată o fereastra optică de IR (15) din același material ca și fereastra detectorului de IR (16). În aceeași montură cu cea a detectorului de IR (16) poate fi montat un element de măsurare a temperaturii (17). Semnalul optic de IR pulsant (9) este distribuit uniform în interiorul sferei integratoare (11) în toate direcțiile și este detectat simultan de detectorul de IR etalon (14) și de detectorul de IR a cărei responsivitate spectrală urmează a fi determinată (16). Semnalele de la detectoarele de IR (14) și (16) sunt prelucrate simultan de două amplificatoare de semnal (19) și de două amplificatoare tip lock-in (20), fiind apoi cuplate la un sistem de calcul (21). Sistemul de calcul primește semnal de la chopper-ul (8) astfel încât să sincronizeze detecția semnalelor furnizate de amplificatoarele lock-in (20) cu frecvența de funcționare a chopper-ului. Sistemul de calcul (21) controlează elementul dispersiv (7) permițând în acest fel selectarea lungimii de undă a semnalului optic de IR monocromatic care se cuplează la intrarea chopper-ului (8). Baleiajul succesiv al lungimilor de undă care compun radiația optică de IR, de bandă largă (3) face posibilă selectarea lungimii de undă incidentă pe detectorul de IR (14) și detectorul de IR (16), astfel încât semnalele detectate de aceste două detectoare să poată fi asociate unor lungimi de undă succesive din spectrul radiației optice de IR, de bandă largă (3). Sistemul de calcul prelucrează cele două semnale de la intrarea sa prin metode în sine cunoscute și calculează responsivitatea spectrală a detectorului de IR (16). Un amplificator de semnal (18) permite cuplarea semnalului generat de elementul de măsurare a temperaturii (17) la sistemul de calcul (21). Sistemul de calcul (21) corectează, prin metode în sine cunoscute, responsivitatea spectrală a detectoului de IR (16) în funcție de temperatura la care funcționează acesta,

temperatură determinată cu ajutorul elementului de măsurare a temperaturii (17). În funcție de tipul detectorului de IR a cărui responsivitate spectrală urmează a fi determinată, se cuplează prin apertura de intrare (2) a monocromatorului (1) radiația optică de IR emisă de sursa spectrală (4) sau (5). Poziționarea sursei spectrale selectate (4) sau (5) se face prin intermediul sistemului de poziționare pentru o deplasare lineară (6) controlat de sistemul de calcul (21).

Un sistem de măsurare a atenuării atmosferice a radiației IR (22) face posibilă determinarea modificărilor produse de variația conținutului de vapori de apă din încăperea în care are loc măsurarea. Sistemul de calcul (21) corectează, prin metode în sine cunoscute, responsivitatea spectrală a detectorului de IR (16) în funcție de atenuarea atmosferică a radiației IR la care funcționează acesta, atenuare determinată cu ajutorul sistemului de măsurare a atenuării atmosferice a radiației IR (22).

Detalii privind modul de montare a elementului pentru măsurarea temperaturii (18) sunt prezentate în legătură cu figurile 7 și 8 (desenele nu sunt la scară). În figura 7 este prezentată o secțiune transversală prin sfera integratoare (11), cu indicarea aperturii de intrare (10) și a aperturii de ieșire (13), corespunzătoare detectorului de IR a cărui responsivitate spectrală urmează a fi determinată (16). Capsula metalică a detectorului de IR (16) este montată într-o piesă metalică (23) în care este montat și elementul pentru măsurarea temperaturii (17). În acest fel, cele două componente, detectorul de IR (16) și elementul pentru măsurarea temperaturii (17) au aceeași temperatură. Piesa metalică (23) este montată în apertura (13) a sferei integratoare (11) prin intermediul unui inel dintr-un material izolator termic (24). Prin această realizare, detectorul de IR (16) și elementul pentru măsurarea temperaturii (17) sunt izolate termic față de sfera integratoare (11). În figura 8 este prezentată o secțiune prin piesele de montare a detectorului de IR (16), vedere dinspre interiorul sferei integratoare (11). Se observă cum carcasa detectorului de IR (16) ca și elementul pentru măsurarea temperaturii (17) sunt în contact termic numai cu piesa metalică (23) care este montată în peretele sferei integratoare (11) numai prin intermediul inelului din material termo izolator (24). În acest fel, căldura nu se transmite de la detectorul de IR (16) la sfera integratoare (11).

Detalii privind modul de montare în sfera integratoare (11) a detectorului de IR etalon (14) și a ferestrei optice de IR (15) la apertura (12) a sferei integratoare (11) sunt prezentate în legătură cu figura 9. Detectorul de IR etalon (14) este montat într-o piesă (25) care îi permite cuplarea la apertura (12) a sferei integratoare (11). În piesa (25) poate fi fixată fereastra de IR (15), astfel încât radiația optică monocromatică împrăștiată de sfera integratoare (11) și care intră prin apertura (12) să treacă prin fereastra optică de IR (15) înainte de a ajunge la detectorul de IR etalon (14). Pentru măsurarea responsivității spectrale a unui detector de IR care a fost iradiat cu o radiație ionizantă (16), în fața detectorului etalon (14) se montează o fereastră (15) din același material ca și fereastra detectorului de IR (16), fereastră care a fost iradiată în aceleași condiții ca și detectorul de IR (16). În acest fel, la determinarea responsivității spectrale a detectorului de IR (16) se realizează automat corecția acestei responsivități cu atenuarea provocată de radiația ionizantă în fereastra detectorului de IR (16).

Principiul de operare al sistemului de măsurare a atenuării atmosferice a radiației IR (22) este descris în legătură cu figura 10. Un laser cu semiconductoare (26) operând în IR în una din benzile de absorbție a vaporilor de apă din atmosferă emite un fascicul laser (27) care străbate un spațiu (28) în care se găsește o cantitate necunoscută de vapori de apă și este detectat de un detector de IR (29). Sistemul de calcul (21) controlează funcționarea laserului cu semiconductoare (26) prin intermediul unei interfețe (30) și a unor comenzi (31). Semnalul optic detectat de detectorul de IR (29) este prelucrat de o interfață (32) și transmis sistemului de calcul (21) prin intermediul unor comenzi (33). Sistemul de măsurare a atenuării atmosferice a radiației IR (22) este prevăzut cu niște fante (34) care, prin metode în sine cunoscute, opresc intrarea luminii ambiante și permit pătrunderea aerului cu vapori de apă în spațiul dintre laserul cu semiconductoare (26) și detectorul de IR (29). Sistemul de calcul (21)

08-06-2015

calculează atenuarea în atmosferă a radiației IR folosite la determinarea responsivității spectrale a detectorului de IR (16) și corectează această responsivitate spectrală cu atenuarea măsurată pentru radiația IR utilizată.

În conformitate cu cele expuse mai sus, sistemul de calcul (21) realizează automat corecțiile responsivității spectrale a detectorului de IR (16) pentru care se determină această responsivitate spectrală, în funcție de temperatura de funcționare a acestui detector (16), de atenuarea spectrală introdusă de radiația ionizantă asupra ferestrei detectorului de IR (16) și de atenuarea atmosferică a radiației IR de către vaporii de apă prezenți.

Referinte bibliografice:

1. S. W. Brown, G. P. Eppeldauer, and K. R. Lykke, "Facility for spectral irradiance and radiance responsivity calibrations using uniform sources", *Appl. Opt.*, vol. **45**, No. 32, 10 November 2006, pp. 82118-8237.
2. G. P. Eppeldauer, H. W. Yoon, Y. Zong, T. C. Larason, A. Smith, and M. Racz, "Radiometer standard for absolute responsivity calibrations from 950 nm to 1650 nm with 0.05 % ($k=2$) uncertainty," in *Optical Radiation Measurements Based on Detector Standards*, NIST Technical Note 1621, G. P. Eppeldauer, Ed., 2009, pp. 21-33.
3. G. Eppeldauer, "Near infrared radiometer standards," in *Optical Radiation Measurements Based on Detector Standards*, NIST Technical Note 1621, G. P. Eppeldauer, Ed., 2009, pp. 39-52.
4. G. Eppeldauer and M. Racz, "Spectral power and irradiance responsivity calibration of InSb working standard radiometers," in *Optical Radiation Measurements Based on Detector Standards*, NIST Technical Note 1621, G. P. Eppeldauer, Ed., 2009, pp. 68-77.
5. G. P. Eppeldauer, J. Zeng, and L. M. Hanssen, "Development and calibration of pyroelectric radiometer standards at NIST," in *Optical Radiation Measurements Based on Detector Standards*, NIST Technical Note 1621, G. P. Eppeldauer, Ed., 2009, pp. 97-109.
6. G. P. Eppeldauer, J. Zeng, H. W. Yoon, B. Wilthan, T. C. Larason, and L. M. Hanssen, "Extension of the NIST infrared spectral responsivity scale to routine monochromator-based calibrations using improved-NEP pyroelectric detectors," in *Optical Radiation Measurements Based on Detector Standards*, NIST Technical Note 1621, G. P. Eppeldauer, Ed., 2009, pp. 110-117.
7. <http://www.photonics.com/EDU/Handbook.aspx?AID=25132>.
8. <http://www.astronomy.ohio-state.edu/~pogge/Ast161/Unit5/atmos.html>.
9. http://en.wikipedia.org/wiki/Infrared_window.
10. Gooch & Housego, OL Series 750 Automated spectroradiometric measurement system (OL 750 Windows® Application Software), Manual No: M000215, Revision: F, November 2011.

REVENDICĂRI

1. Metodă și aparat pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante, **caracterizată prin aceea că** folosește, pentru a determina responsivitatea spectrală a unui detector de IR (16) o sferă integratoare (11) care împrăștie uniform o radiație optică de IR, monocromatică, radiație care este detectată simultan de un detector de IR etalon (14), cuplat la un port de ieșire (12), și de un detector de IR (16) a cărui responsivitate spectrală urmează a fi determinată, cuplat la un port de ieșire (13).
2. Metodă și aparat pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante, **caracterizată prin aceea că** utilizează, pentru a determina responsivitatea spectrală a unui detector de IR (16), două canale identice de amplificare și prelucrare a semnalului detectat de un detector de IR etalon (14) și de un detector de IR (16) a cărei responsivitate spectrală urmează a fi determinată, canale formate fiecare dintr-un amplificator (19) și un amplificator lock-in (20).
3. Metodă și aparat pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante, **caracterizată prin aceea că** folosește un element pentru măsurarea temperaturii (17) în vederea monitorizării temperaturii capsulei unui detector de IR (16) a cărui responsivitate spectrală urmează a fi determinată, element pentru măsurarea temperaturii (17) și detector de IR (16) montate la un port de ieșire (13) al unei sfere integratoare (11), astfel încât să se realizeze un transfer termic între ele, dar să fie izolate termic față de sfera integratoare (11).
4. Metodă și aparat pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante, **caracterizată prin aceea că** folosește o fereastră optică (15) din același material ca și fereastra detectorului de IR (16), fereastră care a fost iradiată în aceleași condiții ca și un detector de IR (16) și care este montată într-un port de ieșire (12) al unei sfere integratoare (11), în fața unui detector de IR etalon (14), astfel încât radiația optică de IR monocromatică împrăștiată uniform de o sferă integratoare (11) să ajungă la detectorul de IR etalon (14) după ce trece prin fereastra optică de IR iradiată (15).
5. Metodă și aparat pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante, **caracterizată prin aceea că** utilizează un sistem de măsurare a atenuării atmosferice a radiației IR (22) format dintr-un laser cu semiconductoare (26) operând în IR în una din benzile de absorbție a vaporilor de apă din atmosferă, care emite un fascicul laser (27) care străbate un spațiu (28) în care se găsește o cantitate necunoscută de vaporii de apă, fasciculul laser (27) care este detectat de un detector de IR (29).
6. Aparat pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că**, este alcătuit dintr-un monocromator (1) la intrarea căruia poate fi cuplată o radiație optică de IR (3) emisă de niște surse spectrale de bandă largă (4) și (5), radiație care este incidentă pe un element dispersiv (7) formând o radiație optică monocromatică care trece printr-un chopper (8) și se propagă apoi ca o radiație optică de IR, monocromatică, pulsată (9) în interiorul unei sfere integratoare de IR (11) care are două porturi de ieșire (12) și (13) la care sunt cuplate un detector de IR etalon (14) și un detector de IR (16) a cărei responsivitate spectrală urmează a fi determinată, funcționarea aparatului fiind asigurată de un sistem de calcul (21) care controlează elementul dispersiv (7), chopper-ul (8) și care primește simultan semnale de la detectoarele de IR (14) și (16) prin intermediul unor amplificatoare (19) și a unor amplificatoare lock-in (20) și calculează responsivitatea spectrală a detectorului de IR (16).
7. Aparat pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante conform revendicărilor 3 și 6, **caracterizat prin aceea că**, un sistem de

08-06-2015

calcul (21) care intră în alcătuirea sa corectează responsivitatea spectrală măsurată pentru un detector de IR (16) în funcție de temperatura de operare a detectorului de IR (16).

8. Aparat pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante conform revendicărilor 4 și 6, **caracterizat prin aceea că**, un sistem de calcul (21) care intră în alcătuirea sa corectează responsivitatea spectrală măsurată pentru un detector de IR (16) în funcție de atenuarea spectrală optică produsă de radiația ionizantă într-o fereastră optică (15) din același material ca și fereastra unui detector de IR (16), fereastră care a fost iradiată în aceleași condiții ca și detectorul de IR (16) și care este montată în fața unui detector de IR etalon (14).
9. Aparat pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante conform revendicărilor 5 și 6, **caracterizat prin aceea că**, un sistem de calcul (21) care intră în alcătuirea sa corectează responsivitatea spectrală măsurată pentru un detector de IR (16) în funcție de atenuarea atmosferică a radiației IR, atenuare produsă de vaporii de apă existenți în încăperea unde se realizează măsurarea detectoului de IR (16), folosind un sistem de măsurare a atenuării atmosferice a radiației IR (22).

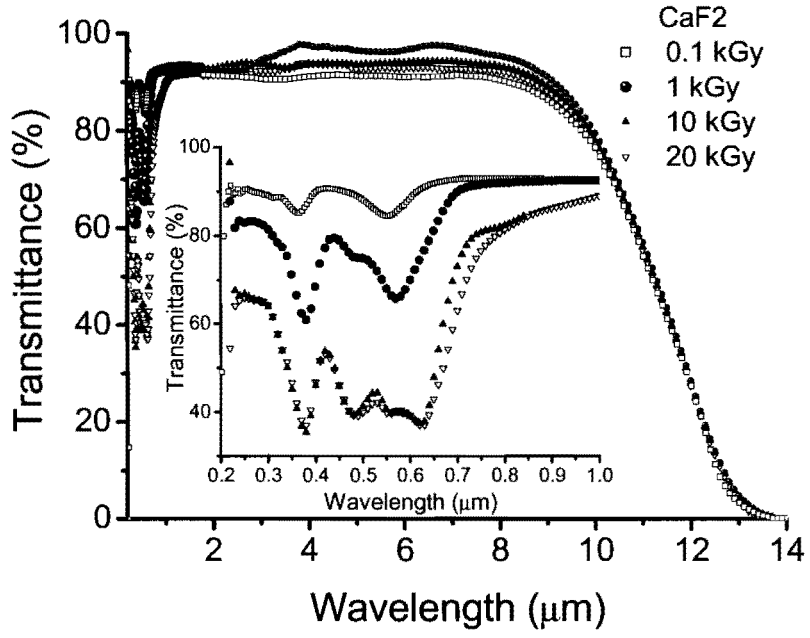


Figura 1

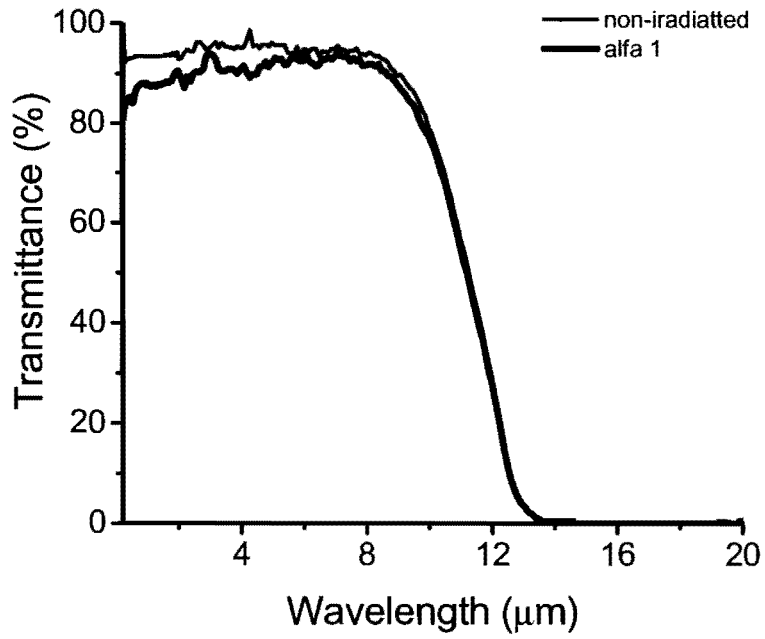


Figura 2

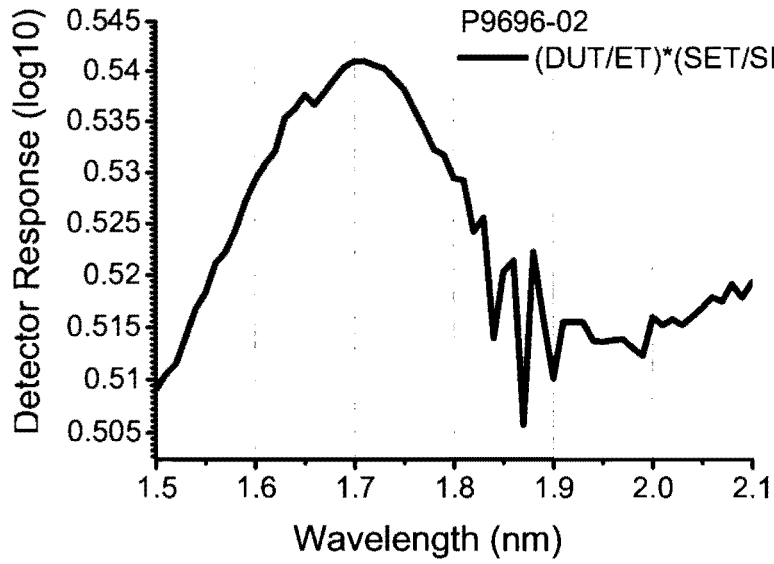


Figura 3

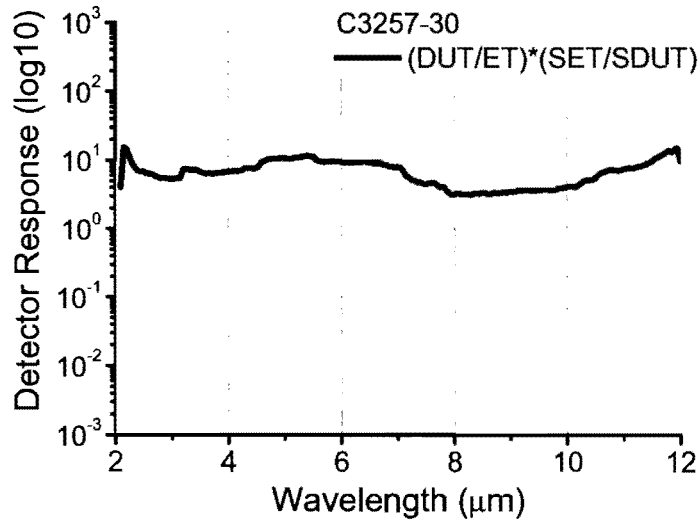


Figura 4

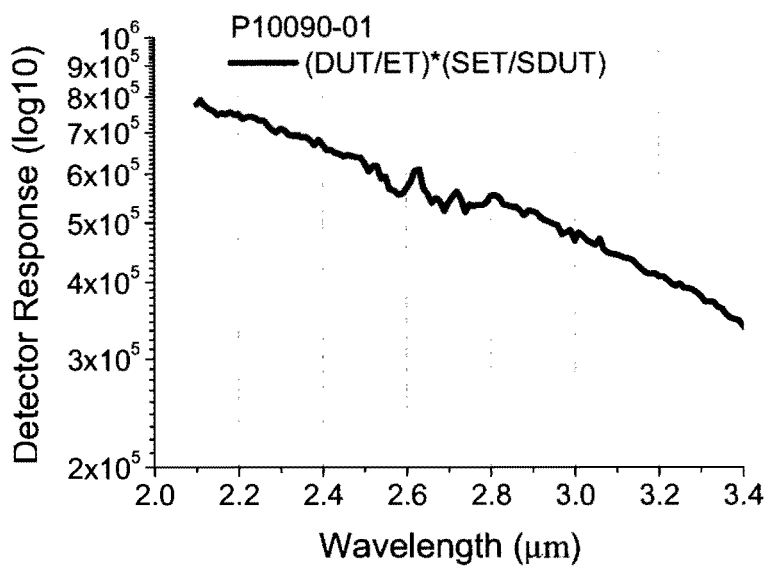


Figura 5

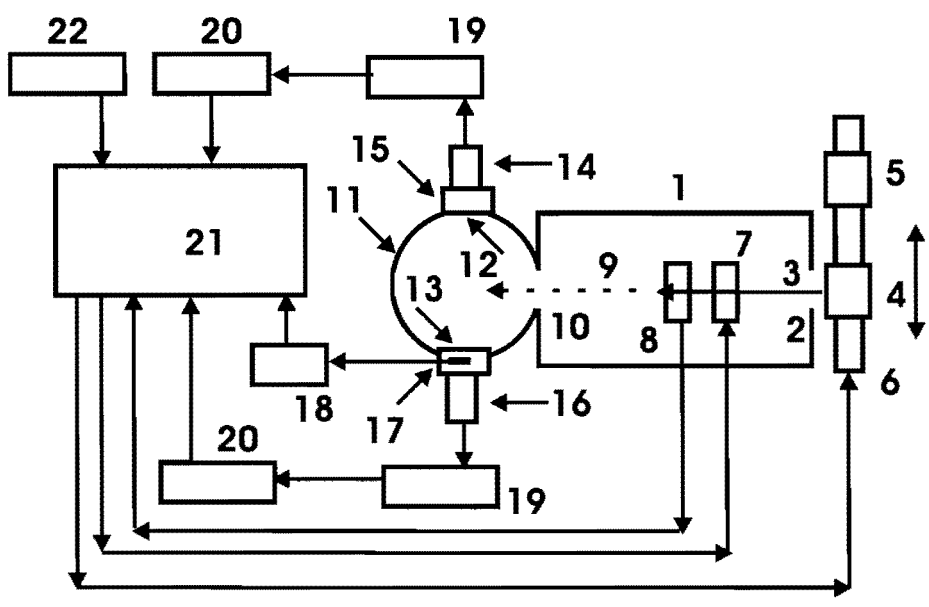


Figura 6

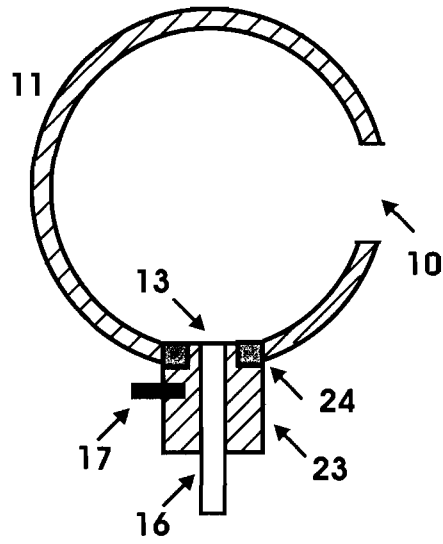


Figura 7

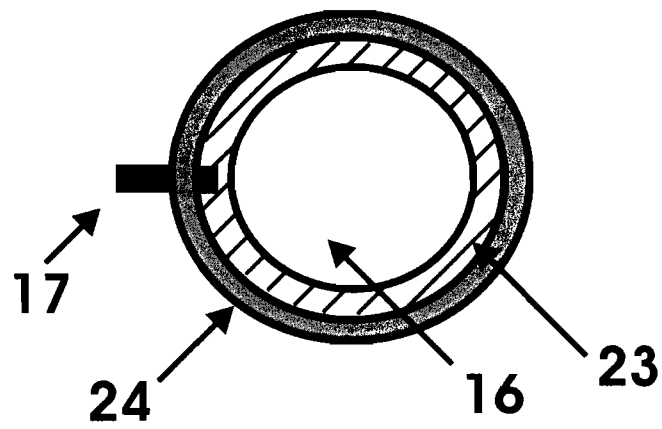


Figura 8

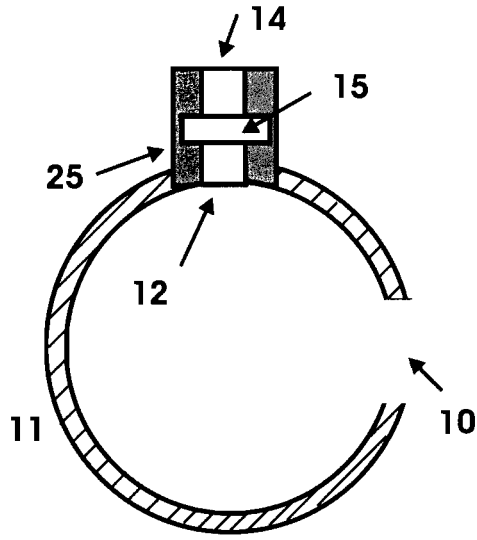


Figura 9

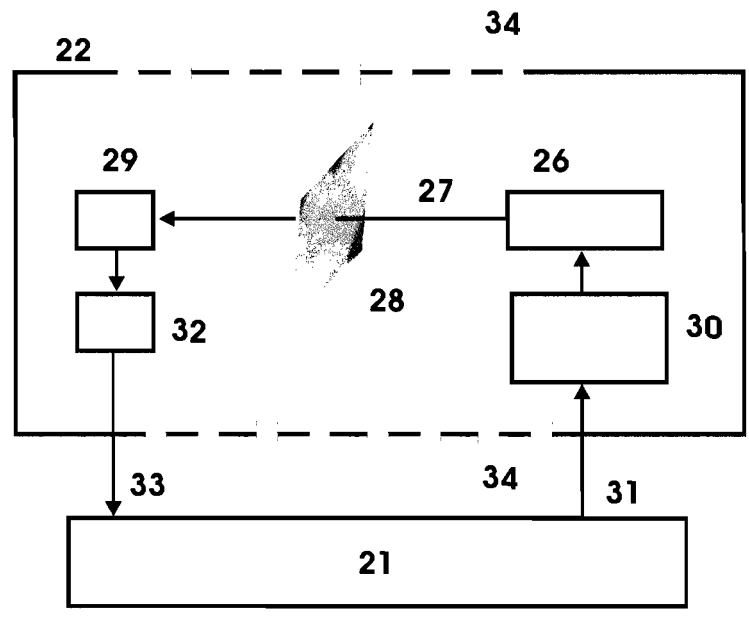


Figura 10