



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2015 00380**

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

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/04/2021** BOPI nr. **4/2021**

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

(73) Titular:
• **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**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**G. P. EPPELDAUER & CO., "RADIOMETER
STANDARD FOR ABSOLUTE
RESPOSIVITY CALIBRATIONS FROM 950
nm TO 1650 nm WITH 0,05% (k = 2)
UNCERTAINTY", VOL. 46, 2009;
CN 101839767 A**

(54) **METODĂ ȘI APARAT PENTRU MĂSURAREA
RESPONSIVITĂȚII SPECTRALE A DETECTOARELOR
OPTICE DE IR SUPUSE IRADIERII CU RADIAȚII IONIZANTE**



RO 131657 B1

- 1 Inventția de referă la o metodă și un aparat pentru măsurarea responsivității spectrale
a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante.
- 3 Metoda și aparatul pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice
de IR, conform invenției, trebuie să îndeplinească simultan condițiile:
- 5 - să permită măsurarea responsivității spectrale pentru un domeniu spectral larg
(300 nm la 15 μ m) de lungimi de undă.
- 7 - să permită corecția responsivității spectrale a detectorului optic de IR, în funcție de
temperatura de funcționare a detectorului.
- 9 - să permită corecția responsivității spectrale a detectorului optic de IR în funcție de
umiditatea atmosferică din încăperea în care se face determinarea.
- 11 - 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
13 ionizantă a acestuia.
- Sunt cunoscute mai multe echipamente și montaje folosite în măsurarea responsivității
15 spectrale a detectoarelor optice de IR. În continuare vor fi prezentate câteva astfel de soluții.
- Într-o astfel de realizare, măsurarea responsivității spectrale a unui detector optic este
17 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
19 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
21 optic de etalonat modificând în ambele cazuri lungimea de undă a laserului acordabil, în
domeniul spectral menționat.
- 23 Această realizare are următoarele inconveniente:
- nu permite determinarea responsivității spectrale pentru detectoarele optice operând
25 în domeniul IR;
- nu permite corecția cu temperatura ambiantă a responsivității spectrale determinate
27 pentru detectorul de etalonat;
- există posibilitatea apariției unor erori în ceea ce privește reproductibilitatea selectării
29 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
31 etalon, în situația substituirii celor două detectoare în sistemul de măsură;
- nu permite corecția responsivității spectrale a detectorului de etalonat în cazul în care
33 acesta a fost expus la radiații ionizante care au afectat transmisia spectrală a ferestrei
detectorului.
- 35 O altă implementare propune realizarea unui montaj pentru etalonarea spectrală a
unui detector optic în domeniul 950 nm și 1650 nm, folosind o sferă integratoare și laseri
37 emițând la diferite lungimi de undă [2]. Autorii lucrării menționează influența vaporilor de apă
din atmosferă asupra măsurărilor realizate în banda de 1400 nm.
- 39 Un astfel de montaj are următoarele dezavantaje:
- folosește ca sursă de radiație optică laseri având lungimi de undă discrete, cu
41 limitare numai la domeniul spectral 950 nm - 1650 nm;
- montajul nu este prevăzut cu nici o posibilitate de a realiza corecția rezultatelor în
43 funcție de cantitatea de vapori de apă din atmosferă;
- există posibilitatea apariției unor erori datorate reproductibilității puterii laser cu care
45 se realizează măsurarea în cazul detectorului etalon și a celui de etalonat;
- nu prezintă posibilitatea de a corecta responsivitatea spectrală a detectorului de
47 etalonat cu modificarea transmisiei optice a ferestrei acestuia, în cazul în care acest detector
a fost iradiat cu radiație ionizantă.

RO 131657 B1

O altă implementare sugerează utilizarea mai multor linii laser în domeniul spectral 0,8-1,8 μm , într-un montaj bazat pe o sferă integratoare și folosind metoda substituției [3].	1
Dezavantajele acestei abordări sunt:	3
- folosește ca sursă de radiație optică laseri având lungimi de undă discrete, cu limitare numai la domeniul spectral 0,8-1,8 μm ;	5
- montajul nu este prevăzut cu nici o posibilitate de a realiza corecția rezultatelor în funcție de cantitatea de vapori de apă din atmosferă;	7
- 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.	9
O altă abordare a problemei propune realizarea unui montaj pentru etalonarea detectoarelor optice în domeniul spectral 2-5,1 μm folosind o sursă de radiație optică, un dublu monocromator și metoda substituției [4]. Montajul nu utilizează sfera integratoare. Și în acest caz, autorii observă efectul absorbției atmosferice la 2,7 μm și 4,2 μm , datorată prezentei vaporilor de apă.	13
Acest montaj prezintă următoarele limitări:	15
- în lipsa sferei integratoare montajul este foarte sensibil la neuniformitatea spațială a responsivității spectrale a detectoarelor implicate în măsurare;	17
- montajul rezolvă numai parțial problema erorilor introduse de absorbția radiației optice de IR datorate vaporilor de apă din atmosfera, prin purjarea numai a monocromatorului;	19
- 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;	21
- 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;	23
- etalonarea este posibilă numai în intervalul de lungimi de undă 2-5,1 μm .	25
O varianta de montaj pentru evaluarea responsivității spectrale a detectoarelor de IR acoperă domeniul spectral 1-19 μm , 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.	27
O altă soluție propune realizarea unui montaj pentru etalonarea detectoarelor optice de IR până la 14 μm 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].	29
Această soluție are dezavantajele că:	31
- în lipsa sferei integratoare montajul este foarte sensibil la neuniformitatea spațială a responsivității spectrale a detectoarelor implicate în măsurare;	33
- montajul nu rezolvă problema erorilor introduse de absorbția atmosferei [7-9];	35
- 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;	37
- 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.	39

RO 131657 B1

1 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
3 substituției pentru determinarea responsivității spectrale a unui detector de IR prin comparare
cu un detector etalon [10].

5 Această soluție are dezavantajele următoare:

7 - nu permite corectarea responsivității spectrale a detectorului de etalonat în funcție
de temperatura de funcționare a acestuia;

9 - nu permite corectarea responsivității spectrale a detectorului de etalonat în funcție
de absorbția atmosferică a radiației IR folosite;

11 - montajul nu prezintă posibilitatea de a corecta responsivitatea spectrală a detec-
torului de etalonat cu modificarea transmisiei optice a ferestrei acestuia, în cazul în care
acest detector a fost iradiat cu radiație ionizantă;

13 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în corectarea responsivității
spectrale a detectorului de IR în funcție de transmisia spectrală a ferestrei detectorului,
15 absorbția spectrală a vaporilor de apă din atmosferă și a temperaturii sale de funcționare.

17 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
19 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
21 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
23 fereastra detectorului etalon, material care a fost expus la radiația ionizantă în aceleași
condiții ca și fereastra detectorului etalon.

25 Metoda pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR
iradiate cu radiații ionizante, conform invenției, constă în măsurarea temperaturii detectorului
27 IR cu ajutorul unui element de măsurarea temperaturii atașat detectorului IR și în contact
termic cu carcasa acestuia, în măsurarea transmisiei spectrale a unei ferestre similare
29 ferestrei detectorului IR, fereastră iradiată în aceleași condiții ca și detectorul (16) de IR, în
măsurarea atenuării optice în domeniul IR a atmosferei din încăperea în care are loc deter-
31 minarea responsivității spectrale a detectorului IR folosind o radiație IR emisă de un laser
semiconductor detectată cu un detector IR, în măsurarea, pe două canale, simultan, a res-
33 ponsivităților spectrale a unui detector IR etalon, cât și a unui detector IR a cărei respon-
sivitate spectrală urmează să fie determinată, astfel încât toate posibilele perturbații să
35 influențeze identic și simultan cele două canale de măsură, realizându-se astfel rejectia la
mod comun a acestor semnale perturbatoare.

37 Aparatul pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR
iradiate cu radiații ionizante, conform invenției, este alcătuit dintr-un monocromator prevăzut
39 cu o apertură prin care pătrunde o radiație optică emisă în domeniul IR de niște surse optice
de IR, radiație care este transformată de un element dispersiv și de un chopper într-o radiație
41 IR monocromatică, pulsată, care pătrunde într-o sferă integratoare, prevăzută cu două porturi
de ieșire, la care sunt cuplate un detector IR etalon și respectiv un detector IR a cărei
43 responsivitate spectrală urmează să fie măsurată, temperatura de funcționare a detectorului
fiind monitorizată cu ajutorul unui element de măsurare a temperaturii aflat în contact termic
45 cu detectorul, iar între portul de ieșire și detectorul IR etalon fiind interpusă o fereastră
optică, realizată din același material ca o altă fereastră optică a detectorului de IR, atenuarea
47 în atmosferă a radiației optice de IR fiind măsurată cu ajutorul unui sistem de măsurare a

RO 131657 B1

atenuării atmosferice a radiației de IR, iar datele provenind de la elementul pentru măsurarea temperaturii, fereastra optică de IR și sistemul de măsurarea a atenuării fiind furnizate unui sistem de calcul, care corectează responsivitatea spectrală măsurată a detectorului de IR în funcție de aceste perturbații.

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 excitare 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 temperatură.

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

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

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

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

În fig. 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).

Fig. 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).

Fig. 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).

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

RO 131657 B1

1 Fig. 10, ilustrează sistemul pentru determinarea atenuării radiației optice de IR
introdusă de vaporii din atmosfera în care se găsește aparatul pentru măsurarea responsi-
3 vității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante (desenul nu este la
scară).

5 Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției.

În fig. 1 este prezentată, ca un exemplu, modificarea transmisiei optice în domeniul
7 IR a unei ferestre de CaF_2 folosită în construcția detectoarelor de IR, după iradierea cu
radiație gamma. Fig. 2 ilustrează scăderea transmisiei spectrale a unei ferestre de CaF_2
9 după expunerea la radiație alfa. Fig. 3-5 prezintă variația spectrală a responsivității unor
detectoare de IR, fotoconductoare sau fotovoltaice. Analiza comparativă a caracteristicilor
11 spectrale prezentate în fig. 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
13 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 intro-
15 ducerii unor corecții referitoare la modificările induse de radiația ionizantă asupra transmisiei
ferestrei detectorului. Metoda și aparatul pentru măsurarea responsivității spectrale a
17 detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante rezolvă această problemă așa cum
se va arăta în exemplul de realizare al invenției, prezentat în continuare.

19 Metoda pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor de IR iradiate cu
radiații ionizante descrisă de prezenta invenție presupune:

21 - măsurarea temperaturii la care funcționează detectorul de IR a cărui reponsivitate
spectrală este determinată;

23 - măsurarea transmisiei spectrale a unei ferestre similare ferestrei detectorului de IR
a cărui responsivitate spectrală este determinată, fereastra iradiată în aceleași condiții ca și
25 detectorul de IR;

27 - 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
29 determinați (temperatura detectorului, atenuarea atmosferei, atenuarea indusă de expunerea
la radiația ionizantă a ferestrei detectorului de IR).

31 Măsurarea temperaturii detectorului de IR a cărui responsivitate spectrală se deter-
mină se realizează, prin metode în sine cunoscute, cu un element de măsurare a tempera-
33 turii (de exemplu, termocuplu, termorezistență, termistor) atașat detectorului de IR și în con-
tact termic cu carcasa acestuia. Măsurarea atenuării atmosferei în domeniul IR, atmosfera
35 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, inter-
37 band 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.
39 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
41 folosit pentru determinarea responsivității spectrale a detectorului de IR a unei ferestre din
același material ca și fereastra detectorului a cărui responsivitate spectrală se determină,
43 fereastra iradiată în aceleași condiții ca și detectorul a cărui responsivitate spectrală se
determină. Prin metoda propusă sunt măsurate, pe două canale simultan responsivitățile
45 spectrale atât a detectorului etalon, cât și a detectorului a cărui responsivitate spectrală
urmează a fi determinată, astfel încât toate posibilele perturbații (variații ale temperaturii
47 ambiante, ale intensității sursei de radiație optică de IR folosite, a atenuării radiației optice
în atmosfera încăperii în care se realizează măsurarea să influenteze identic și simultan cele
49 două canale de măsură, realizându-se astfel rejectia la mod comun a acestor semnale
perturbatoare.

RO 131657 B1

Un exemplu de realizare a invenției este prezentat în continuare în legătură cu fig. 1
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
frecvența constantă. Radiația optică de IR, pulsată **9** este cuplată de la ieșirea monocroma-
torului (**1**) la intrarea unei sfere integratoare **11** prin intermediul unei aperturi **10**. Sfera inte-
gratoare **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 cărui res-
ponsivitate 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 cărui
responsivitate spectrală urmează a fi determinată. În fața detectorului etalon de IR (**14**) poate
fi montată o fereastră optică de IR **15** din același material ca și fereastra detectorului de IR
16. În aceeași montură cu cea a detectorului de IR poate fi montat un element de măsurare
a temperaturii **17**.

Semnalul optic de IR pulsată **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 cărui responsivitate spectrală urmează a fi determinată **16**.

Semnalele de la detectoarele de IR **14** și **16** sunt prelucrate simultan de două ampli-
ficatoare de semnal **19** și de două amplificatoare tip lock-in **20**, fiind apoi cuplate la un sis-
tem de calcul **21**. Sistemul de calcul primește semnal de la chopper-ul **8** astfel încât să sin-
cronizeze 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 intra-
rea 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 detectourului de IR **16** în funcție
de temperatura la care funcționează acesta, temperatura 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 monocro-
matorului **1** radiația optică de IR emisă de sursa spectrală **4** sau **5**. Poziționarea sursei spec-
trale selectate **4** sau **5** se face prin intermediul sistemului de poziționare pentru o deplasare
lineară **6** controlat de sistemul de calcul **21**.

RO 131657 B1

1 Un sistem de măsurare a atenuării atmosferice a radiației IR **22** face posibilă deter-
minarea modificărilor produse de variația cantității de vapori de apă din încăperea în care are
3 loc măsurarea. Sistemul de calcul **21** corectează, prin metode în sine cunoscute, res-
ponsivitatea spectrală a detectorului de IR **16** în funcție de atenuarea atmosferică a radiației
5 IR la care funcționează acesta, atenuare determinată cu ajutorul sistemului de măsurare a
atenuării atmosferice a radiației IR **22**.

7 Detalii privind modul de montare a elementului pentru măsurarea temperaturii **18** sunt
prezentate în legătură cu fig. 7 și 8 (desenele nu sunt la scară). În fig. 7 este prezentă a o
9 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
11 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
13 acest fel, cele două componente, detectorul de IR **16** și elementul pentru măsurarea tempe-
raturii **17** au aceeași temperatură. Piesa metalică **23** este montată în apertura **13** a sferei
15 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
17 termic față de sfera integratoare **11**. În fig. 8 este prezentată o secțiune prin piesele de mon-
tare a detectorului de IR **16**, vedere dinspre interiorul sferei integratoare **11**. Se observă cum
19 carcasa detectorului de IR **16** ca și elementul pentru măsurarea temperaturii sunt în contact
termic numai cu piesa metalică **23** care este montată în peretele sferei integratoare **11** numai
21 prin intermediul inelului din material termo izolator **24**. În acest fel, caldura nu se transmite
de la detectorul de IR **16** la sfera integratoare **11**.

23 Detalii privind modul de montare în sfera integratoare **11** a detectorului de IR etalon
și a ferestrei optice de IR **15** la apertura **12** a sferei integratoare **11** sunt prezentate în legătură
25 cu fig. 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, astfel încât
27 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**.
29 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
31 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
33 de IR **16** se realizează automat corecția acestei responsivități cu atenuarea provocată de
radiația ionizantă în fereastra detectorului de IR **16**.

35 Principiul de operare al sistemului de măsurare a atenuării atmosferice a radiației IR
22 este descris în legătură cu fig. 10. Un laser cu semiconductoare **26** operând în IR în una
37 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
39 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
41 optic detectat de detectorul de IR **29** este prelucrat de o întrefață **32** și transmis sistemului
de calcul **21** prin intermediul unor comenzi **33**. Sistemul de măsurare a atenuării atmosferice
43 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
45 laserul cu semiconductoare **26** și detectorul de IR **29**. Sistemul de calcul **21** calculează

RO 131657 B1

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. 1
3

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. 5
7
9

Bibliografie

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. 11
13

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. 15
17

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. 19
21

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. 23

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. 25
27

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. 29
31

<http://www.photonics.com/EDU/Handbook.aspx?AID=25132>. 33

<http://www.astronomy.ohio-state.edu/~pogge/Ast161/Unit5/atmos.html>.

http://en.wikipedia.org/wiki/Infrared_window. 35

Gooch & Housego, OL Series 750 Automated spectroradiometric measurement system (OL 750 Windows© Application Software), Manual No: M000215, Revision: F, November 2011. 37

RO 131657 B1

Revendicări

1
3 1. Metodă pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante, **caracterizată prin aceea că**, constă în:

5 - măsurarea temperaturii detectorului (16) IR cu ajutorul unui element (17) de măsurarea temperaturii atașat detectorului (16) IR și în contact termic cu carcasa acestuia;

7 - măsurarea transmisiei spectrale a unei ferestre (15) similare ferestrei detectorului (16) IR, fereastră (15) iradiată în aceleași condiții ca și detectorul (16) de IR;

9 - măsurarea atenuării optice în domeniul IR a atmosferei din încăperea în care are loc determinarea responsivității spectrale a detectorului (16) IR folosind o radiație IR emisă de un laser (26) semiconductor detectată cu un detector (29) IR;

11 - măsurarea, pe două canale, simultan, a responsivităților spectrale a unui detector (14) IR etalon, cât și a unui detector (16) IR a cărei 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.

17 2. Aparat pentru măsurarea responsivității spectrale a detectoarelor optice de IR iradiate cu radiații ionizante, **caracterizat prin aceea că**, 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 (14) IR etalon și respectiv un detector (16) IR 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 (14) IR etalon fiind interpusă o fereastră (15) optică, realizată din același material ca o altă fereastră optică a detectorului (16) de IR, 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, fereastră (15) optică de IR și sistemul (22) de măsurare a atenuării fiind furnizate unui sistem (21) de calcul, care corectează responsivitatea spectrală măsurată a detectorului de IR (16) în funcție de aceste perturbații.

33 3. Aparat conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că**, sistemul (21) de calcul corectează responsivitatea spectrală măsurată pentru detectorul (16) IR în funcție de temperatura de operare a detectorului (16) IR.

37 4. Aparat conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** sistemul (21) de calcul corectează responsivitatea spectrală măsurată pentru detectorul (16) IR în funcție de atenuarea spectrală optică produsă de radiația ionizantă în fereastră (15) optică din același material ca și fereastră detectorului (16) IR, fereastră (15) care a fost iradiată în aceleași condiții ca și detectorul (16) IR și care este montată în fața detectorului (14) IR etalon.

41 5. Aparat conform revendicării 2, **caracterizat prin aceea că** sistemul (21) de calcul corectează responsivitatea spectrală măsurată pentru detectorul (16) IR în funcție de atenuarea atmosferică a radiației IR, atenuare produsă de vaporii de apă existenți în încăperea unde se realizează măsurarea detectorului (16) IR, folosind un sistem (22) de măsurare a atenuării atmosferice a radiației IR.

(51) Int.Cl.

G01N 21/25 (2006.01);

G01J 3/28 (2006.01);

G01M 11/02 (2006.01)

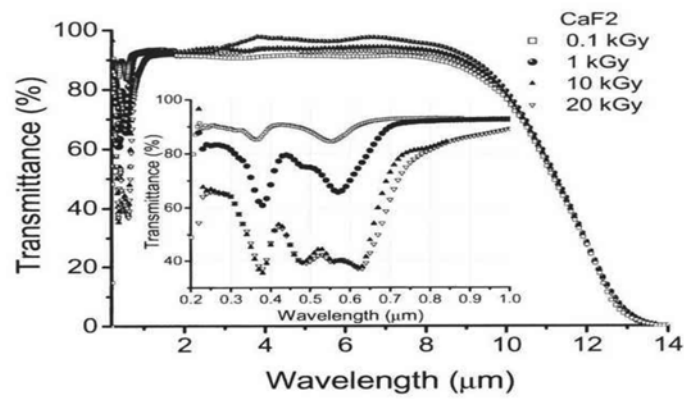


Fig. 1

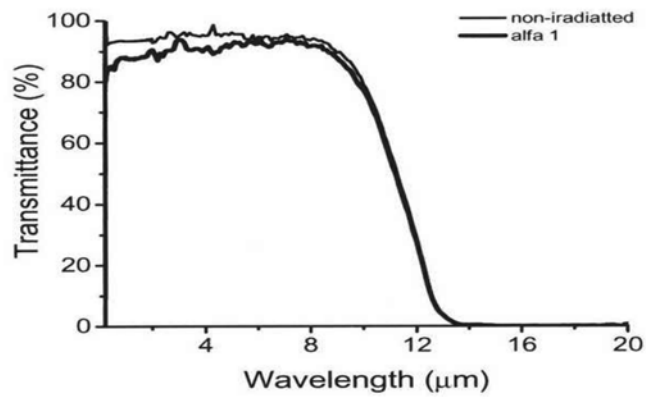


Fig. 2

RO 131657 B1

(51) Int.Cl.
G01N 21/25 (2006.01);
G01J 3/28 (2006.01);
G01M 11/02 (2006.01)

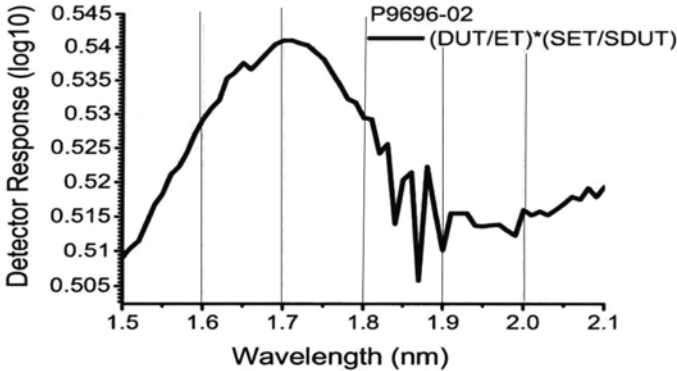


Fig. 3

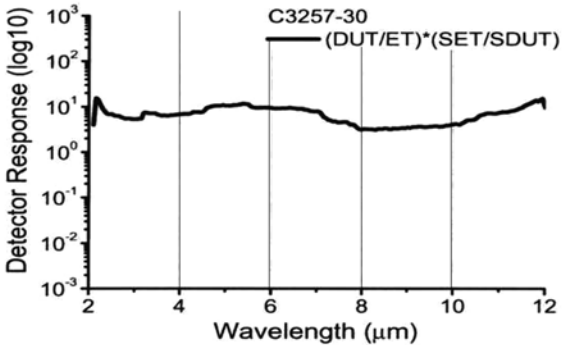


Fig. 4

(51) Int.Cl.

G01N 21/25 (2006.01);

G01J 3/28 (2006.01);

G01M 11/02 (2006.01)

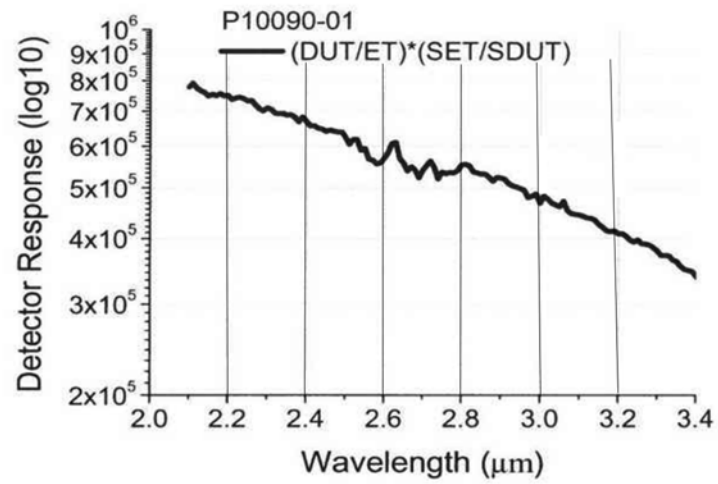


Fig. 5

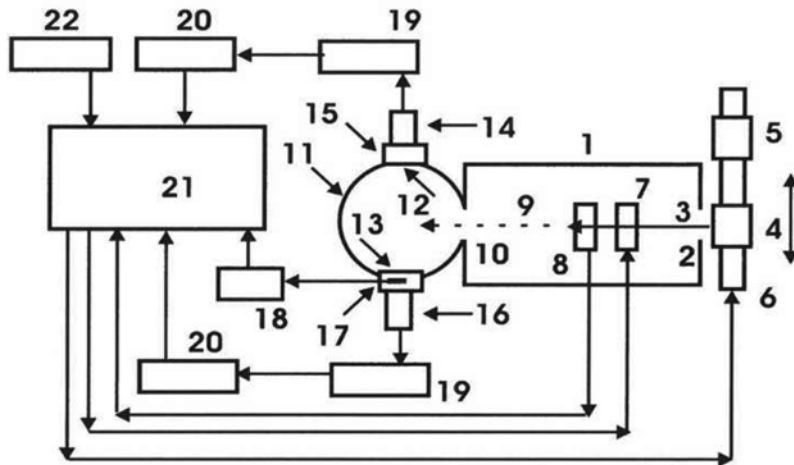


Fig. 6

(51) Int.Cl.

G01N 21/25 (2006.01);

G01J 3/28 (2006.01);

G01M 11/02 (2006.01)

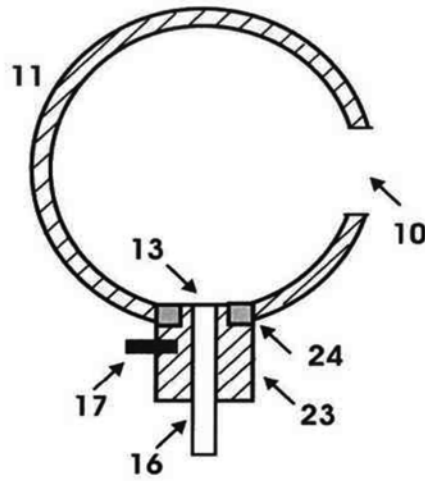


Fig. 7

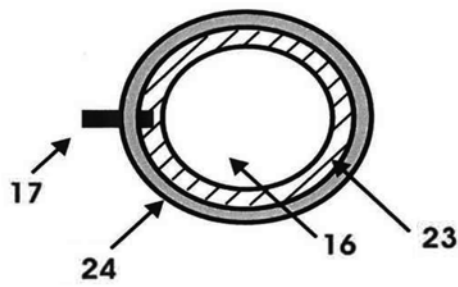


Fig. 8

(51) Int.Cl.

G01N 21/25 (2006.01);

G01J 3/28 (2006.01);

G01M 11/02 (2006.01)

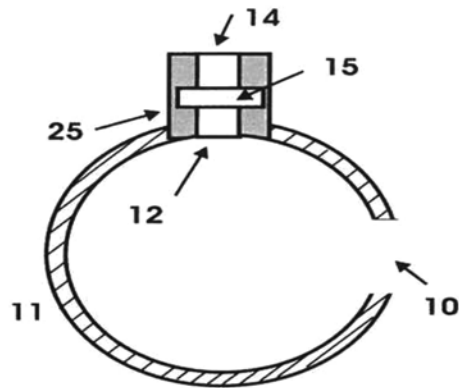


Fig. 9

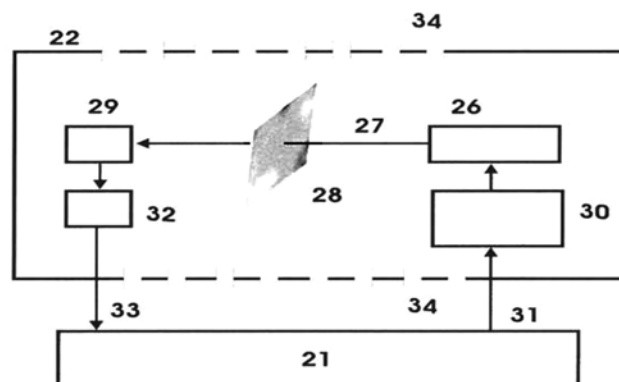


Fig. 10

