



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00954

(22) Data de depozit: 02/12/2015

(41) Data publicării cererii:  
30/06/2017 BOPI nr. 6/2017

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000,  
STR.ATOMIȘTILOR NR.409, MĂGURELE,  
IF, RO

(72) Inventatori:  
• LĂNCRĂNȚAN ION IOAN FERDINAND,  
STR. VELEI NR. 2, BL. 2, SC. 2, AP. 57,  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;  
• MICLOȘ SORIN, CALEA GRIVIȚEI  
NR.160, BL.B, SC.A, ET.9, AP.42,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;

• SAVASTRU DAN, STR.IANI BUZOIANI  
NR.3, BL.16, SC.A, AP.2, SECTOR 1,  
BUCUREȘTI, B, RO;  
• TĂUTAN MARINA NICOLETA,  
STR. EMIL RACOVITĂ NR. 6, BL. R1, SC. 2,  
AP. 45, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;  
• CĂLIN MIHAELA ANTONINA,  
ALEEA DOBRINA NR.12, BL. 49D1, SC. 1,  
ET. 9, AP. 115, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B,  
RO;  
• MANEA DRAGOȘ, STR. ISLAZ NR. 62,  
ADUNAȚII COPĂCENI, GR, RO

Această publicație include și modificările descrierii,  
revendicărilor și desenelor, depuse conform art.35,  
alin.(20), din HG nr.547/2008.

(54) SENZOR OPTOELECTRONIC INTERFEROMETRIC CU FIBRĂ  
OPTICĂ PASIVĂ DE TIP SILPG PENTRU DETERMINAREA  
UMIDITĂȚII

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un senzor optoelectronic interferometric cu fibră optică pasivă de tip SILPG pentru determinarea umidității prin măsurarea variațiilor puterii semnalului de ieșire al unui foto-detector, produse de deplasările liniilor spectrale ale structurilor hiperfine create în benzile de absorbție caracteristice LPG izolate prin auto-interferență, între fasciculul ce intră în fibra SILPG și cel reflectat de oglinda de la capătul fibrei SILPG, afectat de modificarea indicelui de refracție al mediului monitorizat prin modificarea umidității acestuia. Senzorul conform invenției este alcătuit dintr-un LED superluminiscent (1), un circulator de fibră optică (2) prin care fasciculul este direcționat dinspre LED (1) spre o fibră optică SILPG (3) introdusă parțial într-un mediu monitorizat (4), apoi fasciculul reflectat dinspre fibră (3) este direcționat spre un fotodetector și amplificatorul său (5), care produce un semnal electric, un convertor analog-digital (6), care transformă semnalul electric produs de fotodetector (5) în semnal digital, o

placă de achiziție date (7), care preia semnalul digital și îl transformă în date de intrare pentru un PC (8) pentru procesarea datelor în vederea calculării umidității.

Revendicări inițiale: 1  
Revendicări amendate: 1  
Figuri: 2

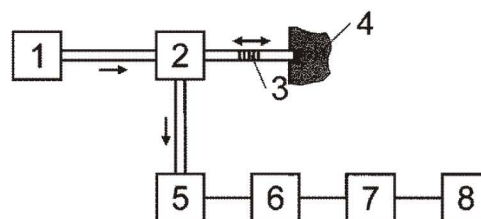


Fig. 2

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).



## SENZOR OPTOELECTRONIC INTERFEROMETRIC CU FIBRĂ OPTICĂ PASIVĂ DE TIP SILPG PENTRU DETERMINAREA UMIDITĂȚII

Invenția se referă la un senzor optoelectronic interferometric cu fibră optică pasivă de tip SILPG (Self Interfering Long Period Grating) pentru determinarea umidității.

Se cunosc metode de determinare a umidității unor structuri mecanice bazate, în diferite variante circuite electronice, pe folosirea modificării rezistenței electrice a unei componente electronice constând dintr-o peliculă de material, de exemplu oxid de cobalt, depusă pe un suport ceramic izolator induse de umiditatea mediului în care este plasată respectiva componentă electronică. În acest sens amintim brevetele S.U.A. nr. US3891958, US3906426 și US20020078733A1 precum și brevetul EP0311939A3.

Dezavantajul principal al acestei soluții constă în aceea că dispozitivul de măsură, fiind montat în interiorul structurii mecanice de monitorizat și interacționând, în ultimă instanță, chimic cu aceasta, este intruziv, fapt care limitează acuratețea determinărilor, în mod special în domeniul valorilor mici și foarte mici ale umidității. De asemenea, un dezavantaj major al utilizării dispozitivelor de acest tip constă în aceea că sunt afectate de câmpuri electromagnetice parazite, ecranarea totală la aceste câmpuri electromagnetice fiind practic imposibilă, în mod deosebit a peliculei absorbante de umiditate și a conductorilor care o leagă de restul montajului electronic. De asemenea, un alt dezavantaj al folosirii dispozitivelor de acest tip constă în aceea că această soluție se bazează pe o metodă de măsură diferențială afectată de fenomene de histerezis ale peliculei de material absorbant de umiditate. Utilizarea dispozitivelor de acest tip nu permite, date fiind principiul de funcționare și, implicit, modul de construcție, reducerea sub un anumit volum a peliculei absorbante de umiditate fapt ce limitează montarea în interiorul unor structuri ce trebuie monitorizate.

Senzorul optoelectronic interferometric cu fibră optică pasivă de tip SILPG conform invenției înlătură dezavantajele arătate mai înainte prin aceea că determinarea nu este intruzivă (determinarea este optică, neinteracționând electric sau chimic cu mediul analizat), nu este afectat de eventuale câmpuri electromagnetice și are un volum foarte mic, putând fi montat chiar în interiorul unor structuri ce trebuie monitorizate, dacă este nevoie.

Problema tehnică pe care prezenta invenție își propune să o rezolve constă în determinarea umidității prin evaluarea valorii indicelui de refracție al mediului respectiv folosind un senzor optoelectronic interferometric cu fibră optică pasivă de tip SILPG.

Un senzor interferometric de tip SILPG se bazează pe utilizarea unei rețele de difracție de tip LPG de o anumită lungime  $L$  și având perioada  $\Lambda$  creată în miezul unei fibre optice

mono mod. Se cunoaște din literatură faptul că principalul efect al unei LPG pe care este incidentă o radiație electromagnetică având o distribuție spectrală dată, cu o lungime de undă corespunzătoare maximului de intensitate și o anumită lărgime spectrală, constă în apariția unor benzi de absorbție în această distribuție spectrală. Lărgimile acestor benzi de absorbție sunt de ordinul zecilor de nm. Maximele acestor benzi de absorbție  $\lambda^i$  sunt definite prin ecuația:

$$\lambda^i = (n_{eff} - n_{clad}^i) \cdot \Lambda \quad (1)$$

unde  $n_{eff}$  este indicele de refracție efectiv la lungimea de undă a radiației ce se propagă prin miezul fibrei optice,  $n_{clad}^i$  este valoarea indicelui de refracție efectiv de propagare prin învelișul fibrei optice corespunzător modului  $i$  iar  $\Lambda$  este perioada LPG. Fenomenul fizic ce se produce se poate analiza ca și cuplajul, ca rezultat al împrăștierii pe rețeaua de difracție, modului de propagare prin miezul fibrei optice cu modurile posibile de propagare prin învelișul fibrei optice. Energia electromagnetică a modului ce se propagă prin miezul fibrei optice este transferată modurilor posibile de propagare prin învelișul fibrei optice pentru care coeficientul tangențial de cuplaj  $\kappa_t^{clad-core}$  este maxim.  $\kappa_t^{clad-core}$  este definit prin relația:

$$\kappa_t^{clad-core} = \omega \cdot \iint dx \cdot dy \cdot \Delta \epsilon \cdot E_{t-core} \cdot E_{t-clad}^* \quad (2)$$

unde  $\omega$  este frecvența optică a radiației electromagnetice,  $\Delta \epsilon$  este variația constantei dielectrice a miezului fibrei optice corespunzătoare variației indicelui de refracție în LPG,  $x$  și  $y$  sunt variabile de integrare transversale față de axa fibrei optice iar  $E_{t-core}$  este intensitatea câmpului electric al radiației electromagnetice care se propagă prin miez. Utilizarea ca senzor a unui LPG se bazează pe splitarea și/sau shiftarea acestor benzi de absorbție. Datorită lărgimilor lor spectrale, rezoluția unor senzori folosind LPG unice are o valoare care poate să fie mult îmbunătățită. Această îmbunătățire a rezoluției senzorilor folosind LPG se poate face prin cuplarea, prin înserierea, pe aceeași fibră optică mono mod, a două sau chiar trei LPG. Astfel, între două LPG inscripționate una după alta în miezul aceleiași fibre optice se formează un interferometru cu o anumită lungime a cavității,  $L_{CAV}$ . O parte din radiația ce se propagată prin miezul fibrei optice este cuplată în învelișul acesteia la incidența pe primul LPG, propagându-se spre a doua LPG, prin învelișul fibrei ca whispering modes, partea rămasă continuându-și propagarea prin miez, de asemenea, spre a doua LPG. Aceeași fracțiune din puterea optică este recuplată la modul fundamental ce se propagă prin miez. Această recuplare va cauza interferența dintre radiația care s-a propagat prin înveliș cu aceea a modului fundamental care s-a propagat neperturbată prin miez. Datorită acestei interferențe o

serie de franje spectrale fine se formează în banda de largă de absorbție caracteristică LPG izolate.

Senzorul optoelectronic interferometric de tip SILPG conform invenției, în legătură cu Fig. 1, permite realizarea unui montaj interferometric cu o anumită lungime a cavității,  $L_{CAV}$ , în interiorul unei fibre optice monomod folosind o LPG izolată impunând prin reflexie pe o oglindă de pe suprafața capătului liber al fibrei optice aflat la o distanță  $L_{CAV}/2$  de LPG recuplarea la modul fundamental ce se propagă prin miezul fibrei optice a fracțiunii din puterea optică ce se propagă prin învelișul fibrei optice după incidența pe LPG.

Senzorul optoelectronic interferometric cu fibră optică pasivă de tip SILPG pentru determinarea umidității este alcătuit, în legătură cu Fig. 2, dintr-un LED superluminiscent (1), cu o putere de 5-20 mW și o lărgime spectrală de 100 – 250 nm, cu maximum de emisie în domeniul 1300-1600 nm, un circulator de fibră optică (2), fibra optică SILPG (3) care este introdusă parțial în mediul monitorizat (4), un fotodetector și amplificatorul său (5), un convertor analog-digital (6), o placă achiziție date (7) și un PC (8) pentru procesarea datelor.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- Permite o determinare neintruzivă a umidității.
- Determinarea nu este afectată de eventuale câmpuri electromagnetice din mediul monitorizat.
- Are un volum foarte mic, putând fi plasat oriunde sau chiar înglobat într-un material a cărei umiditate dorim să o monitorizăm.

În Fig. 1 este prezentată schematic, funcționarea senzorului de tip SILPG. În Fig. 1 a) este prezentată propagarea fasciculului emis de un LED superluminiscent în miezul (1) al fibrei optice, împrăștierea unei părți din fasciculul emis de LED pe rețeaua de difracție LPG de lungime  $L$  și propagarea acestei părți din radiație în învelișul (2) al fibrei optice, prin volumul cilindric adiacent miezului, ca whispering mode, reflectarea ambelor fascicule ( $T_{CO}$  – cel prin miez și  $T_{CL}$  – cel prin înveliș) de către oglinda de argint (3) de pe capătul liber al fibrei, aflată la distanța  $L_{CAV}/2$  de rețeaua LPG, unde  $L_{CAV}$  este lungimea cavității. În Fig. 1 b) este prezentat drumul înapoi al fasciculelor reflectate de oglinda (3) până la ieșirea din fibră. În Fig. 2 este prezentat schematic senzorul optoelectronic interferometric cu fibră optică pasivă de tip SILPG pentru determinarea umidității.

## REVENDICĂRI

1. Senzor optoelectronic interferometric cu fibră optică pasivă de tip SILPG pentru determinarea umidității, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit dintr-un LED superluminiscent (1), cu o putere de 5-20 mW și o lărgime spectrală de 100 – 250 nm, cu maximul de emisie în domeniul 1300-1600 nm, un circulator de fibră optică (2), fibra optică SILPG (3), care este introdusă parțial în mediul monitorizat (4), un fotodetector și amplificatorul său (5), un convertor analog-digital (6), o placă achiziție date (7) și un PC (8) pentru procesarea datelor.

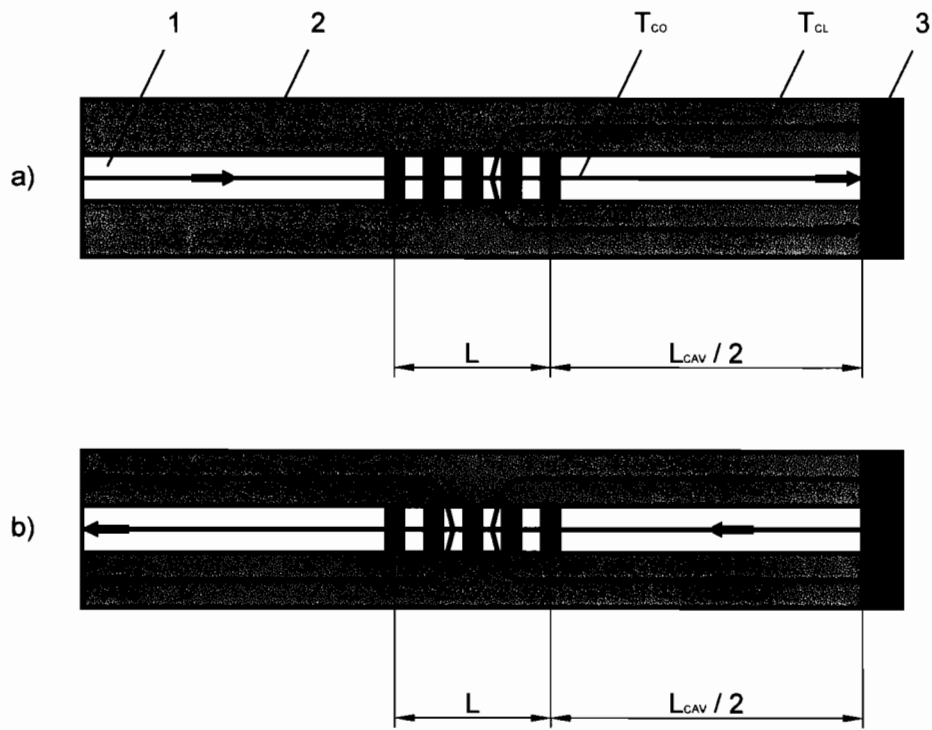


Fig. 1

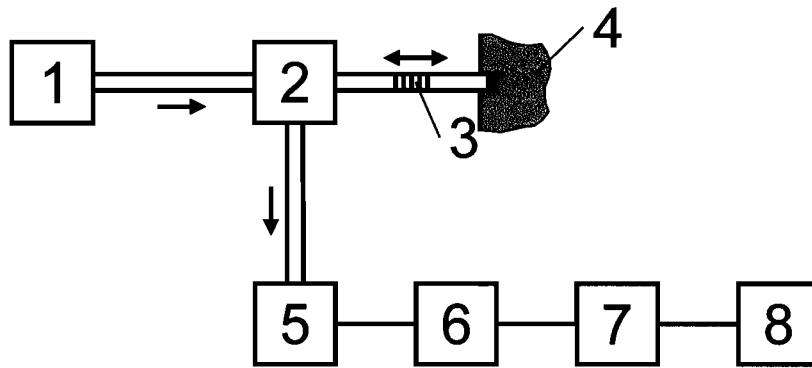


Fig. 2

## **SENZOR OPTOELECTRONIC INTERFEROMETRIC CU FIBRĂ OPTICĂ PASIVĂ DE TIP SILPG PENTRU DETERMINAREA UMIDITĂȚII**

Invenția se referă la un senzor optoelectronic interferometric cu fibră optică pasivă de tip SILPG (Self Interferring Long Period Grating) pentru determinarea umidității.

Se cunosc metode de determinare a umidității unor structuri mecanice bazate, în diferite variante circuite electronice, pe folosirea modificării rezistenței electrice a unei componente electronice constând dintr-o peliculă de material, de exemplu oxid de cobalt, depusă pe un suport ceramic izolator induse de umiditatea mediului în care este plasată respectiva componentă electronică. În acest sens amintim brevetele S.U.A. nr. US3891958, US3906426 și US20020078733A1 precum și brevetul EP0311939A3.

Dezavantajul principal al acestei soluții constă în aceea că dispozitivul de măsură, fiind montat în interiorul structurii mecanice de monitorizat și interacționând, în ultimă instanță, chimic cu aceasta, este intruziv, fapt care limitează acuratețea determinărilor, în mod special în domeniul valorilor mici și foarte mici ale umidității. De asemenea, un dezavantaj major al utilizării dispozitivelor de acest tip constă în aceea că sunt afectate de câmpuri electromagnetice parazite, ecranarea totală la aceste câmpuri electromagnetice fiind practic imposibilă, în mod deosebit a peliculei absorbante de umiditate și a conductorilor care o leagă de restul montajului electronic. De asemenea, un alt dezavantaj al folosirii dispozitivelor de acest tip constă în aceea că această soluție se bazează pe o metodă de măsură diferențială afectată de fenomene de histerezis ale peliculei de material absorbant de umiditate. Utilizarea dispozitivelor de acest tip nu permite, date fiind principiul de funcționare și, implicit, modul de construcție, reducerea sub un anumit volum a peliculei absorbante de umiditate fapt ce limitează montarea în interiorul unor structuri ce trebuie monitorizate.

Senzorul optoelectronic interferometric cu fibră optică pasivă de tip SILPG conform invenției înlătură dezavantajele arătate mai înainte prin aceea că determinarea nu este intruzivă (determinarea este optică, folosind un montaj interferometric cu fibră optică pasivă, prin urmare, neinteracționând electric sau chimic cu mediul analizat), nu este afectat de eventuale câmpuri electromagnetice și are un volum foarte mic, putând fi montat chiar în interiorul unor structuri ce trebuie monitorizate, dacă este nevoie.

Problema tehnică pe care prezenta invenție își propune să o rezolve constă în determinarea umidității prin evaluarea valorii indicelui de refracție al mediului respectiv folosind un senzor optoelectronic interferometric cu fibră optică pasivă de tip SILPG.





Un senzor interferometric de tip SILPG se bazează pe utilizarea unei rețele de difracție de tip LPG (Long Period Grating) de o anumită lungime  $L$  în lungul fibrei optice și având o modulație spațială periodică a caracteristicilor de transmisie a luminii cu perioada  $\Lambda$  creată într-o fibră optică monomod. Se cunoaște din literatură faptul că principalul efect al unei LPG pe care este incidentă o radiație electromagnetică având o distribuție spectrală dată, cu o lungime de undă corespunzătoare maximului de intensitate și o anumită lărgime spectrală, care se propagă ca mod fundamental prin miezul fibrei optice monomod, constă în apariția unor benzi de absorbție în această distribuție spectrală datorită transferului energiei radiației incidente pe unele dintre modurile posibile de propagare ale învelișului fibrei optice prin împrăștiere pe LPG. Lărgimile acestor benzi de absorbție sunt de ordinul zecilor de nm. Maximele acestor benzi de absorbție  $\lambda^i$  sunt definite prin ecuația:

$$\lambda^i = (n_{eff} - n_{clad}^i) \cdot \Lambda \quad (1)$$

unde  $n_{eff}$  este indicele de refracție efectiv al modului fundamental de propagare a radiației prin miezul fibrei optice,  $n_{clad}^i$  este valoarea indicelui de refracție efectiv de propagare prin învelișul fibrei optice corespunzător modului  $i$  iar  $\Lambda$  este perioada LPG. Fenomenul fizic ce se produce se poate analiza ca și cuplajul, ca rezultat al împrăstierii pe rețeaua de difracție, modului de propagare prin miezul fibrei optice cu modurile posibile de propagare prin învelișul fibrei optice. Energia electromagnetică a modului ce se propagă prin miezul fibrei optice este transferată modurilor posibile de propagare prin învelișul fibrei optice pentru care coeficientul tangențial de cuplaj  $\kappa_t^{clad-core}$  este maxim.  $\kappa_t^{clad-core}$  este definit prin relația:

$$\kappa_t^{clad-core} = \omega \cdot \iint dx \cdot dy \cdot \Delta \epsilon \cdot E_{t-core} \cdot E_{t-clad}^* \quad (2)$$

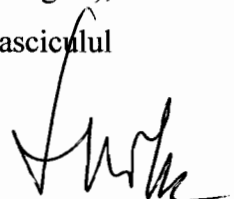
unde  $\omega$  este frecvența optică a radiației electromagnetice,  $\Delta \epsilon$  este variația constantei dielectrice a miezului fibrei optice corespunzătoare variației indicelui de refracție în LPG,  $x$  și  $y$  sunt variabile de integrare transversale față de axa fibrei optice iar  $E_{t-core}$  este intensitatea câmpului electric al radiației electromagnetice care se propagă prin miez. Utilizarea ca senzor a unui LPG se bazează pe splitarea și/sau shiftarea acestor benzi de absorbție precum și pe mărirea lărgimilor lor spectrale. Datorită lărgimilor lor spectrale, rezoluția unor senzori folosind LPG unice are o valoare care poate să fie mult îmbunătățită. Această îmbunătățire a rezoluției senzorilor folosind LPG se poate face prin cuplarea, prin inserierea, pe aceeași fibră optică mono mod, a două sau chiar trei LPG. Astfel, între două LPG inscripționate una după alta în miezul aceleiași fibre optice se formează un interferometru cu o anumită lungime a cavității, LCAV. O parte din radiația ce se propagată prin miezul fibrei optice este cuplată în



învelișul acesteia la incidența pe primul LPG, propagându-se spre a doua LPG, prin învelișul fibrei ca whispering modes, partea rămasă continuându-și propagarea prin miez, de asemenea, spre a doua LPG. Aceeași fracțiune din puterea optică este recuplată la modul fundamental ce se propagă prin miez. Această recuplare va cauza interferența dintre radiația care s-a propagat prin înveliș cu aceea a modului fundamental care s-a propagat neperturbată prin miez. Datorită acestei interferențe o serie de franje spectrale fine se formează în banda de largă absorbție caracteristică LPG izolate. Definirea cantitativă a utilizării ca senzor a unui LPG se bazează pe calcularea  $n_{eff}$  și a  $n'_{clad}$  ca funcții de geometria fibrei optice și de valorile indicilor de refracție ai miezului și învelișului acesteia precum și de valoarea indicelui de refracție al mediului în care se află aceasta.

Senzorul optoelectronic interferometric de tip SILPG conform invenției, în legătură cu Fig. 1, permite realizarea unui montaj interferometric cu o anumită lungime a cavității,  $L_{CAV}$ , în interiorul unei fibre optice monomod folosind o LPG izolată impunând prin reflexie pe o oglindă de pe suprafața capătului liber al fibrei optice aflat la o distanță  $L_{CAV}/2$  de LPG recuplarea la modul fundamental ce se propagă prin miezul fibrei optice a fracțiunii din puterea optică ce se propagă prin învelișul fibrei optice după incidența pe LPG prin auto-interferență ceea ce creează structuri hiper-fine de linii spectrale în benzile de absorbție caracteristice LPG izolate ale căror lungimi de undă variază funcție de modificările indicelui de refracție al mediului în care este montat senzorul optoelectronic interferometric de tip SILPG.

Senzorul optoelectronic interferometric cu fibră optică pasivă de tip SILPG pentru determinarea umidității este alcătuit, în legătură cu Fig. 2, dintr-un LED superluminiscent (1), cu o putere de 5-20 mW și o lărgime spectrală de 100 – 250 nm, cu maximul de emisie în domeniul 1300-1600 nm, un circulator de fibră optică (2), fibra optică SILPG (3) care este introdusă parțial în mediul monitorizat (4), un fotodetector și amplificatorul său (5), un convertor analog-digital (6), o placă achiziție date (7) și un PC (8) pentru procesarea datelor. Fasciculul emis de LED (1) este direcționat de circulatorul (2) în SILPG (3). Aici fasciculul se reflectă de oglinda depusă pe capătul liber al fibrei optice SILPG (3) iar propagarea sa înapoi este afectată de modificarea indicelui de refracție al mediului de monitorizat, în care este introdusă parțial fibra SILPG, din cauza modificării umidității acestui mediu. Ca urmare, se produc deplasări ale liniilor spectrale ale structurilor hiper-fine create în benzile de absorbție caracteristice LPG izolate prin auto-interferență (conform mecanismului ilustrat de Fig. 1), între fasciculul ce intră în SILPG și cel reflectat de oglinda de la capătul SILPG. Fasciculul



astfel modificat este direcționat de circulator (2) către un fotodetector cu amplificator (5) care transformă variațiile puterii optice a fasciculului incident, cauzate de deplasările liniilor spectrale, într-un semnal electric analogic, semnal analogic ce este transformat în semnal digital de un convertor analog-digital (6) ce este preluat de o placă de achiziție de date (7), datele fiind astfel preluate de un PC (8) și prelucrate în vederea obținerii valorii umidității.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- Permite o determinare neintruzivă a umidității.
- Determinarea nu este afectată de eventuale câmpuri electromagnetice din mediul monitorizat.
- Are un volum foarte mic, putând fi plasat oriunde sau chiar înglobat într-un material a cărei umiditate dorim să o monitorizăm.

În Fig. 1 este prezentată schematic, funcționarea senzorului de tip SILPG. În Fig. 1 a) este prezentată propagarea fasciculului emis de un LED superluminiscent în miezul (1) al fibrei optice, împrăștierea unei părți din fasciculul emis de LED pe rețeaua de difracție LPG de lungime  $L$  și propagarea acestei părți din radiație în învelișul (2) al fibrei optice, prin volumul cilindric adiacent miezului, ca whispering mode, reflectarea ambelor fascicule (TCO – cel prin miez și TCL – cel prin înveliș) de către oglinda de argint (3) de pe capătul liber al fibrei, aflată la distanța  $LCAV/2$  de rețeaua LPG, unde  $LCAV$  este lungimea cavității. În Fig. 1 b) este prezentat drumul înapoi al fasciculelor reflectate de oglinda (3) până la ieșirea din fibră. În Fig. 2 este prezentat schematic senzorul optoelectronic interferometric cu fibră optică pasivă de tip SILPG pentru determinarea umidității.



## REVENDICĂRI

1. Senzor optoelectronic interferometric cu fibră optică pasivă de tip SILPG pentru determinarea umidității prin măsurarea variațiilor puterii semnalului de ieșire a unui fotodetector produse de deplasările liniilor spectrale ale structurilor hiper-fine create în benzile de absorbție caracteristice LPG izolate prin auto-interferență, între fasciculul ce intră în SILPG și cel reflectat de oglinda de la capătul SILPG, afectat de modificarea indicelui de refracție al mediului monitorizat prin modificarea umidității acestuia, **caracterizat prin aceea că** este alcătuit dintr-un LED superluminiscent (1), care emite un fascicul cu maximul de emisie în domeniul 1300-1600 nm și o lărgime spectrală de 100 – 250 nm, având o putere de 5-20 mW, un circulator de fibră optică (2) prin care fasciculul este direcționat dinspre LED-ul (1) spre fibra optică SILPG (3) și apoi fasciculul reflectat dinspre fibra optică SILPG (3) spre fotodetectorul (5), o fibră optică SILPG (3), care este introdusă parțial în mediul monitorizat (4), un fotodetector și amplificatorul său (5), care produce un semnal electric, un convertor analog-digital (6), care transformă semnalul electric produs de fotodetector în semnal digital, o placă achiziție date (7), care preia semnalul digital și le transformă în date de intrare pentru un PC și un PC (8) pentru procesarea datelor în vederea calculării umidității.



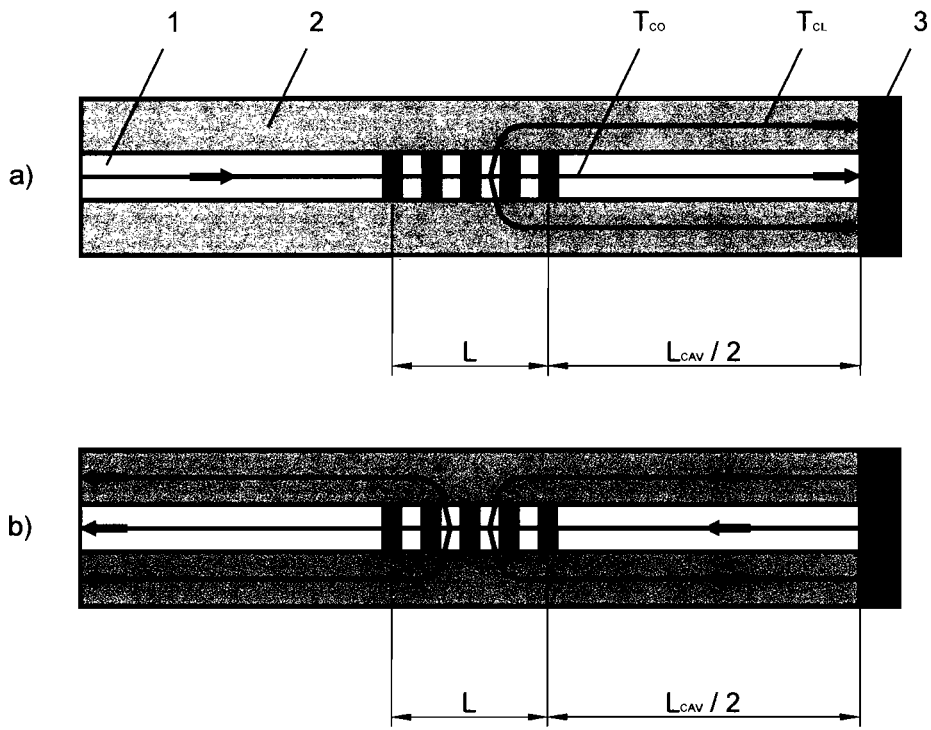


Fig. 1

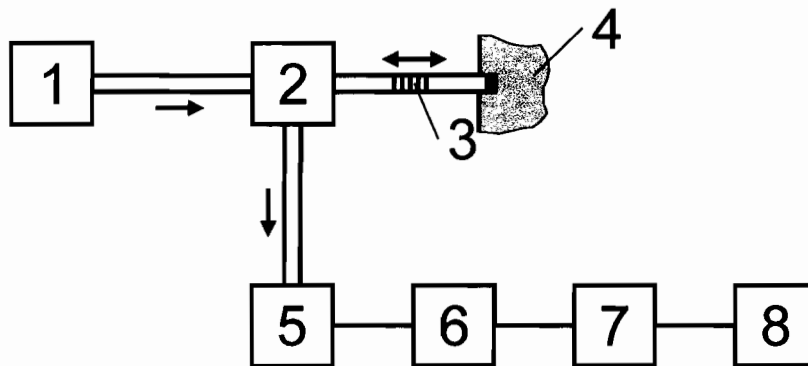


Fig. 2