



MD 298 Y 2010.11.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) 298⁽¹³⁾ Y

(51) Int. Cl.: G08B 13/00 (2006.01)
G08B 13/02 (2006.01)
G08B 13/18 (2006.01)
G08B 13/186 (2006.01)
G08B 13/187 (2006.01)

(12) **BREVET DE INVENȚIE
DE SCURTĂ DURATĂ**

În termen de 6 luni de la data publicării mențiunii privind hotărârea de acordare a brevetului de invenție de scurtă durată, orice persoană poate face opoziție la acordarea brevetului

(21) Nr. depozit: s 2010 0037
(22) Data depozit: 2010.03.03

(45) Data publicării hotărârii de
acordare a brevetului:
2010.11.30, BOPI nr. 11/2010

(71) Solicitant: INSTITUTUL DE FIZICĂ APLICATĂ AL ACADEMIEI DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI, MD

(72) Inventatori: CULEAC Ion, MD; NISTOR Iurie, MD; IOVU Mihai, MD; ANDRIEȘ Andrei, MD;
BUZDUGAN Artur, MD; CIORNEA Viorel, MD; PREPELIȚA Anatol, MD

(73) Titular: INSTITUTUL DE FIZICĂ APLICATĂ AL ACADEMIEI DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI, MD

(74) Reprezentant: ANISIMOVA Liudmila

(54) Sistem cu fibră optică a semnalizării de pază

(57) Rezumat:

Invenția se referă la optoelectronică, și anume la senzori și sisteme de pază cu fibră optică și poate fi utilizată pentru paza clădirilor și teritoriilor, depozitelor de substanțe chimice și deșeurilor radioactive, precum și a obiectelor militare, industriale etc.

Sistemul cu fibră optică a semnalizării de pază conține o sursă de lumină coerentă (1), unită cu un segment de fibră optică multimod (2), un fotoreceptor (3) și un formator de semnal de alarmă (5), în calitate de formator fiind utilizat un computer, care conține un diferențiator numeric (9) al matricelor a două imagini speckle consecutive, un sumator (10) al semnalelor-diferență respective ale fiecăror două imagini speckle consecutive și un comparator (11), conectat în paralel la un bloc de setare a nivelului de declanșare a sistemului de alarmă (12). Comparatorul (11) formează semnalul de alarmă când suma semnalelor-diferență a două imagini speckle consecutive depășește nivelul setat

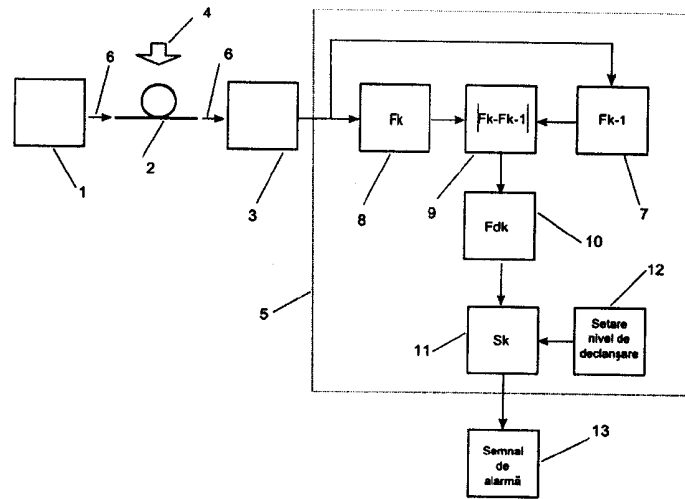
de declanșare a sistemului de alarmă. Fotoreceptorul (3) este amplasat în câmpul îndepărtat al fibrei optice (2) coaxial cu ea și este executat în formă de CCD (Charge-Coupled Device) pentru înregistrarea imaginilor speckle în câmpul îndepărtat al fibrei optice (2) cu viteza de F cadre pe secundă. Pentru asigurarea unei valori maxime a raportului semnal/zgomot viteza de înregistrare a cadrelor imaginilor speckle F este selectată conform condiției: $1 \leq F \leq 5$ cadre pe secundă.

Rezultatul invenției constă în majorarea eficienței de lucru, reducerea probabilității semnalelor false și influenței zgomotelor electromagnetice.

Revendicări: 2

Figuri: 4

MD 298 Y 2010.11.30



Descriere:

Invenția se referă la optoelectronică, și anume la senzori și sisteme de pază cu fibră optică și poate fi utilizată pentru paza clădirilor și teritoriilor, depozitelor de substanțe chimice și deșeuri radioactive, precum și a obiectelor militare, industriale etc.

Este cunoscut un sistem de pază care conține o serie de fire coaxiale întinse pe perimetrul obiectului. În momentul când are loc o perturbație exterioară, se produce deformarea cablului coaxial și, ca rezultat, are loc variația semnalului electric transmis prin cablul coaxial. Variația semnalului electric, la rândul său, declanșează semnalul de alarmă [1].

Dezavantajul unui astfel de sistem este sensibilitatea înaltă la interferența câmpurilor electromagnetice.

Cea mai apropiată soluție este un sistem de semnalizare cu fibră optică, care conține o fibră optică multimod, un dispozitiv în formă de diafragmă pentru formarea fascicolului de lumină, un fotodetector și un modul de formare a semnalului de alarmă, care, la rândul său, include un condensator electric, un comparator, un dispozitiv de formare a impulsului și un dispozitiv de afișare digitală [2].

Dezavantajul unui astfel de sistem de pază constă în valoarea mică a raportului semnal/zgomot. Acest fapt este determinat, pe de o parte, de configurația amplasării fotoreceptorului față de capătul de ieșire al fibrei optice, și, pe de altă parte, de modulul de formare a semnalului de alarmă.

Problema pe care o rezolvă invenția constă în majorarea raportului semnal/zgomot și sporirea în felul acesta a imunității față de zgomotul mediului înconjurător.

Sistemul, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate mai sus prin aceea că conține o sursă de lumină coerentă (1), unită cu un segment de fibră optică multimod (2), un fotoreceptor (3) și un formator de semnal de alarmă (5), în calitate de formator fiind utilizat un computer, care conține un diferențiator numeric (9) al matricelor a două imagini speckle consecutive, un sumator (10) al semnalelor-diferență respective ale fiecăror două imagini speckle consecutive și un comparator (11), conectat în paralel la un bloc de setare a nivelului de declanșare a sistemului de alarmă (12). Comparatorul (11) formează semnalul de alarmă când suma semnalelor-diferență a două imagini speckle consecutive depășește nivelul setat de declanșare a sistemului de alarmă. Fotoreceptorul (3) este amplasat în câmpul îndepărtat al fibrei optice (2) coaxial cu ea și este executat în formă de CCD (Charge-Coupled Device) pentru înregistrarea imaginilor speckle în câmpul îndepărtat al fibrei optice (2) cu viteza de F cadre pe secundă. Pentru asigurarea unei valori maxime a raportului semnal/zgomot viteza de înregistrare a cadrelor imaginilor speckle F este selectată conform condiției: $1 \leq F \leq 5$ cadre pe secundă.

Rezultatul invenției se datorează, în primul rând, faptului că fotoreceptorul 3, executat în formă de CCD, este poziționat în câmpul îndepărtat al fibrei optice 2. Acest moment este esențial și permite realizarea unei sensibilități maxime și, respectiv, a unui raport semnal/zgomot maxim la recepționarea imaginilor speckle în câmpul îndepărtat. În al doilea rând, CCD este conectat la un computer, care îndeplinește funcția formatorului semnalului de alarmă 5 prin procesarea pixel-cu-pixel a imaginilor speckle de CCD. Rezultatul invenției se datorează, de asemenea, faptului că viteza de captură a cadrelor F înregistrate de CCD este setată conform relației empirice $1 \leq F \leq 5$ cadre pe secundă. Computerul procesează pixel-cu-pixel, conform programului elaborat, imaginile speckle și compară fiecare cadru curent al imaginii captate de CCD cu cadrul precedent al imaginii speckle, calculând pixel-cu-pixel diferența acestor două imagini. În cazul în care diferența a două imagini depășește nivelul setat, este declanșat semnalul de alarmă. Softul cu care operează computerul este prevăzut cu posibilitatea de setare a nivelului de jos de declanșare a sistemului de alarmă, excluzând astfel semnalele false, care pot fi provocate de condițiile mediului, acțiunea unor factori naturali, condițiile meteo etc.

Invenția se explică prin desenele din fig. 1 – 4, care reprezintă:

- fig. 1, reprezentarea schematică a sistemului de pază: 1 – sursă de lumină coerentă; 2 – fibră optică multimod; 3 – receptor CCD; 4 – perturbația mecanică exterioară; 5 – computerul; 6 – fascicol de lumină;

- fig. 2, imaginea de interferență a modurilor în câmpul îndepărtat al fibrei optice;

- fig. 3, ilustrarea algoritmului de procesare a imaginii speckle și formare a semnalului de alarmă: 1 – sursă de lumină coerentă; 2 – fibră optică multimod; 3 – receptor CCD; 4 – perturbația mecanică exterioară; 5 – formatorul de semnal de alarmă – computerul; 6 – fascicol de lumină; 7 – captură imagine curentă F_k ; 8 – captură imagine precedentă F_{k-1} ; 9 – scădere matrice F_{k-1} și F_k ; 10 – sumare a elementelor matricei F_{dk} ; 12 – setare nivel de declanșare a sistemului de alarmă; 13 – vizualizare semnal de alarmă;

- fig. 4, ilustrare a semnalului de alarmă format de computer.

Sistemul de pază cu fibră optică (fig. 1) conține o sursă de lumină coerentă 1, unită cu un segment de fibră optică multimod 2. La capătul de ieșire al fibrei optice 2, în câmpul îndepărtat, coaxial cu ea este amplasat un fotoreceptor CCD 3, care înregistrează distribuția spațială a fascicolului de lumină coerentă 6 în câmpul îndepărtat după propagarea prin fibra optică 2. Fotoreceptorul 3 este conectat la un computer 5, care formează semnalul de alarmă când perturbarea exterioară 4 acționează asupra suprafeței laterale a fibrei optice 2 și semnalul înregistrat de CCD depășește nivelul setat de declanșare a sistemului de alarmă setat în computer.

Sistemul de pază cu fibră optică funcționează în felul următor.

Perturbarea exterioară 4 acționează asupra suprafeței laterale a fibrei optice 2. Fascicolul de lumină 6 de la sursa laser 1, care este injectat în capătul de intrare a fibrei optice 2, se propagă prin fibra optică 2 și formează în câmpul îndepărtat al fibrei imaginea de interferență a modurilor de propagare - imaginea speckle (fig. 2). Distribuția spațială a imaginii speckle în câmpul îndepărtat este dependentă de acțiunea perturbațiilor mecanice 4, care acționează pe suprafața laterală a fibrei optice 2. Distribuția modurilor, care se propagă în fibra optică multimod 2, este determinată de indicii de refracție al fibrei optice 2, diametrul miezului și de susceptibilitatea acestor parametri la perturbațiile, care produc deformații mecanice ale fibrei 2. Distribuția intensității luminii de probă în câmpul îndepărtat al fibrei optice 2 conține informație despre perturbațiile, care acționează asupra fibrei optice 2. Perturbațiile mecanice 4, care acționează asupra fibrei 2, produc schimbări ale distanței optice parcurse de modurile de propagare în fibra optică 2. Ca rezultat, are loc variația fazei modurilor de propagare și respectiv variația distribuției intensității imaginii de interferență în câmpul îndepărtat. Fotoreceptorul 3, plasat în câmpul îndepărtat, înregistrează distribuția spațială a imaginii speckle în raport cu perturbațiile mecanice 4, care acționează asupra fibrei optice. În felul acesta este pus în corelație directă semnalul de ieșire al receptorului 3 cu perturbațiile mecanice 4, care acționează asupra fibrei optice 2.

În calitate de fotoreceptor 3 este folosit un senzor CCD. În calitate de formator de semnal de alarmă 5 este utilizat un computer, dotat cu soft pentru procesarea imaginilor speckle din câmpul îndepărtat și formarea semnalului de alarmă în funcție de amplitudinea perturbațiilor mecanice 4, care acționează asupra suprafeței laterale a fibrei optice. Astfel, imaginea de interferență din câmpul îndepărtat, pentru fiecare moment de timp t_k , este pusă în corelație directă cu o matrice de date F_k . Fiecare element $\langle x_i y_j \rangle$ al acestei matrice, numite în continuare matricea curentă F_k , reprezintă intensitatea la momentul de timp t_k într-un anumit pixel al receptorului CCD având coordonatele $x_i y_j$. Semnalul de ieșire al receptorului CCD este format prin sumarea valorilor absolute ale tuturor elementelor matricei F_{dk} care, la rândul ei, reprezintă diferența dintre matricea curentă F_k și matricea precedentă F_{k-1} (fig. 3).

Algoritmul pentru procesarea imaginii speckle este bazat pe principiul comparării imaginii curente, captate de CCD în momentul de timp $t = t_k$, cu imaginea precedentă, captată în momentul de timp t_{k-1} . Receptorul CCD captează imaginea speckle în momentul de timp t_{k-1} și această imagine este stocată în memoria bufer. Aici și în continuare, când vorbim de stocarea și procesarea imaginilor, subînțelegem stocarea și procesarea matricelor imaginilor respective. Următorul cadru al imaginii speckle este captat în momentul de timp t_k . Fiecare imagine curentă I_k este scăzută pixel-cu-pixel din imaginea precedentă I_{k-1} conform relației:

$$I_k^d(x_i, y_j) = |I_{k-1}(x_i, y_j) - I_k(x_i, y_j)|,$$

$$i=1, 2, 3, \dots, r_1, \quad j=1, 2, 3, \dots, r_2,$$

unde I_k^d reprezintă valoarea absolută a diferenței semnalului pentru pixelul n cu coordonatele (x, y) corespunzător momentului de timp t_k . Următorul pas al operației de procesare este sumarea tuturor semnalelor I_k^d de la M pixeli ale matricei CCD ($M = r_1 \times r_2$) și determinarea valorii absolute a semnalului de ieșire S_k pentru momentul de timp t_k :

$$S_k = \sum_{i=1}^{r_1} \sum_{j=1}^{r_2} I_k^d(x_i, y_j),$$

unde r_1 și r_2 reprezintă rezoluția receptorului CCD pe axa X și Y respectiv. Valoarea numerică a sumei S_k este afișată pe monitor în formă grafică în calitate de semnal de ieșire pentru fiecare moment de timp t_k . Algoritmul de procesare a imaginii speckle și formarea semnalului de alarmă sunt ilustrate în fig. 3 și fig. 4.

- 5 La acțiunea unor perturbații mecanice pe fibra optică semnalul de ieșire crește rapid de la valoarea curentă sub nivelul setat al zgomotului până la valoarea determinată de amplitudinea perturbațiilor mecanice care acționează asupra fibrei optice (fig. 4).

Exemplu de realizare

- Un laser HeNe de tip JIГ-113 injectează în capătul de intrare al fibrei optice multimod 2 un fascicul de lumină coerentă 6, iar în câmpul îndepărtat al fibrei optice 2 coaxial cu ea este poziționat un fotoreceptor CCD 3 (fig. 1). Receptorul CCD reprezintă un senzor tip HDCS-1020 CMOS cu dimensiunile unui pixel $7,4 \times 7,4 \mu\text{m}$ și dimensiunile imaginii VGA 640×480 . Formatorul de semnal de alarmă 5 este reprezentat de un computer, care formează semnalul de ieșire funcțional și univoc determinat de amplitudinea perturbațiilor mecanice 4, care acționează pe suprafața laterală a fibrei optice 2. Lungimea fibrei optice 2 cu profilul indicelui de refracție parabolic este de 1 m, iar diametrul de $125/50 \mu\text{m}$. Pentru formarea semnalului de ieșire imaginea speckle din câmpul îndepărtat pentru fiecare moment de timp t_k se pune în corelație directă cu o matrice de date curente F_k (10). Fiecare din elementele $(x_i y_i)$ ale matricei de date curente F_k reprezintă valoarea intensității înregistrate de pixelul cu coordonatele $x_i y_i$ al senzorului CCD. Semnalul de ieșire este format prin sumarea valorilor absolute ale tuturor elementelor matricei F_{dk} (12), iar matricea F_{dk} , la randul ei, reprezintă diferența (11) dintre matricea curentă F_k (10) și matricea precedentă F_{k-1} (9) captată în momentul de timp t_{k-1} .

- Algoritmul pentru procesarea imaginii speckle din câmpul îndepărtat este bazat pe compararea imaginii curente captate de CCD în momentul de timp $t = t_k$ cu imaginea precedentă captată în momentul de timp t_{k-1} . Senzorul CCD captează imaginea de interferență în momentul de timp t_k și această imagine este stocată în memoria bufer. Următorul cadru al imaginii de interferență este captat în momentul de timp t_{k-1} . Fiecare imagine curentă I_k este scăzută pixel-cu-pixel din imaginea precedentă I_{k-1} conform relației:

$$I_k^d(x_i, y_j) = |I_{k-1}(x_i, y_j) - I_k(x_i, y_j)|,$$

$$i=1, 2, 3, \dots, r_1, \quad j=1, 2, 3, \dots, r_2,$$

- 30 unde I_k^d reprezintă valoarea absolută a diferenței semnalelor pentru pixelul n cu coordonatele (x, y) corespunzătoare la două imagini, luate în momentul de timp t_k și în momentul de timp t_{k-1} . Următorul pas al operației de procesare este sumarea tuturor semnalelor I_k^d pentru M-pixeli și determinarea valorii absolute S_k corespunzătoare momentului de timp t_k :

$$S_k = \sum_{i=1}^{r_1} \sum_{j=1}^{r_2} I_k^d(x_i, y_j),$$

- 35 unde r_1 și r_2 reprezintă rezoluția senzorului CCD pe axele X și Y respectiv.

Valoarea numerică a sumei S_k este comparată cu valoarea semnalului de referință – nivelul setat de declanșare a sistemului de alarmă. În cazul când valoarea S_k depășește semnalul de referință, are loc declanșarea semnalului de alarmă (fig. 4).

MD 298 Y 2010.11.30

7

(57) Revendicări:

- 5 1. Sistem cu fibră optică a semnalizării de pază care conține o fibră optică multimod (2), un capăt al căreia este unit cu o sursă de lumină coerentă (1), alt capăt fiind unit cu un fotoreceptor (3), unit cu un formator de semnal de alarmă (5), **caracterizat prin aceea că** în calitate de formator de semnal de alarmă (5) este utilizat un computer, care conține un diferențiator numeric (9) al matricelor imaginilor speckle, unit cu un sumator (10) al semnalelor-diferență a două imagini speckle înregistrate consecutiv, care este unit cu un comparator (11), conectat în paralel la un bloc de setare a nivelului de declanșare a sistemului de alarmă (12), totodată fotoreceptorul (3) este
10 amplasat în câmpul îndepărtat al fibrei optice (2) coaxial cu ea și este executat în formă de CCD (Charge-Coupled Device) pentru înregistrarea imaginilor speckle în câmpul îndepărtat al fibrei optice (2) cu viteza de F cadre pe secundă.
- 15 2. Sistem cu fibră optică a semnalizării de pază, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** viteza de înregistrare F a cadrelor imaginilor speckle este setată conform relației: $1 \leq F \leq 5$ cadre pe secundă.

(56) Referințe bibliografice:

1. «Умные» датчики для интеллектуальных систем безопасности, http://www.gsm-guard.net/press4_1.html, regăsită în Internet la data de 2010.09.21
2. RU 207988 C1 1997.05.20

Șef Secție:

SĂU Tatiana

Examinator:

CERNEI Tatiana

Redactor:

CANȚER Svetlana

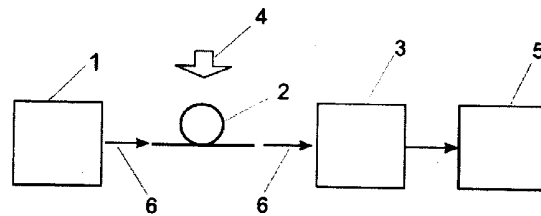


Fig. 1

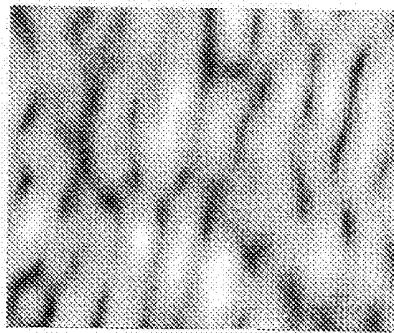


Fig. 2

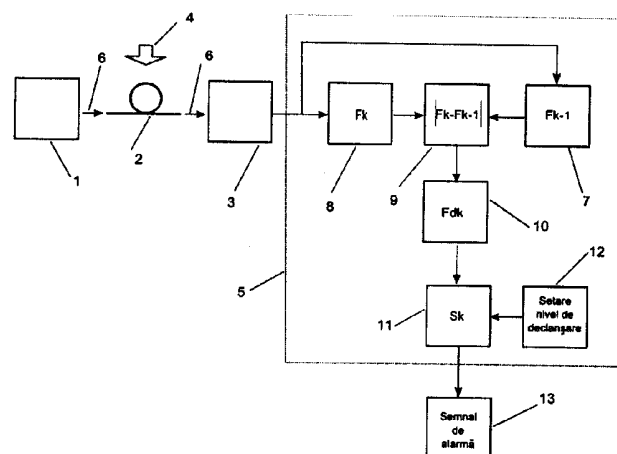


Fig. 3

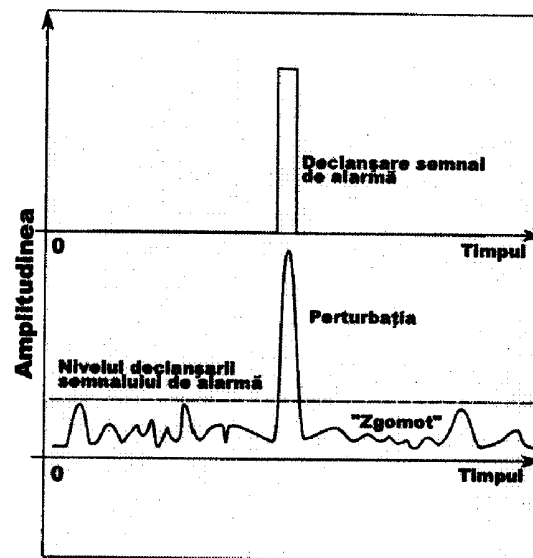


Fig. 4

AGENTIA DE STAT PENTRU PROPRIETATEA INTELECTUALA A REPUBLICII MOLDOVA

RAPORT DE DOCUMENTARE

I. Datele de identificare a cererii	
(21) Nr. depozit: s 2010 0037 (22) Data depozit: 2010.03.03 (54) Titlul: Sistemă de pază cu fibră optică (71) Solicitant: INSTITUTUL DE FIZICĂ APLICATĂ AL ACADEMIEI DE ȘTIINȚE A MOLDOVEI, MD (51) (Int.Cl): Int. Cl.: G08B 13/00 (2006.01) G08B 13/02 (2006.01) G08B 13/18 (2006.01) G08B 13/186 (2006.01) G08B 13/187 (2006.01)	
II. Condiții de unitate a invenției:	X satisface ☐ nu satisface
Note:	
III.Revendicări: claritatea, susținerea de descriere	
Note:	X satisface ☐ nu satisface
IV. Colecții și Baze de date de brevete cercetate (denumirea, termeni caracteristici, ecuații de căutare)	
MD (Documentare Invenții (inclusiv cereri nepublicate)) – G08B*, laser, lumina, coerent*, speckle, interfer*, “fibră optică”, fotoreceptor, CCD, pază; "Worldwide" (Espacenet) – G08B*, speckle, “speckle pattern”, laser, “light guides”, “multimode fibre”, CCD, deformable, deformation, security; EA, CIS (Eapatis) – G08B*, спекл*, спекл-структура, интерферометрия, интерфер*, охранная система, система охраны, волок*, опти*, лазер, фотодетектор; SU (nonpublic) – G08B*, спекл*, спекл-структура, интерферометрия, интерфер*, охранная система, система охраны, волок*, опти*, лазер, фотодетектор;	
V. Baze de date și colecții de literatură nonbrevet cercetate	
Google.com, nigma.ru	

VI. Documente considerate a fi relevante		
Categoria*	Date de identificare ale documentelor citate si, unde este cazul, indicarea pasajelor pertinente	Numărul revendicării vizate
D, A	RU 2079888 C1 1997.05.20	1
A	Введенский. Б. С. Системы охраны периметров с волоконно-оптическими сенсорами. “Специальная техника” № 4, 2004, regăsit pe http://st.ess.ru/publications/4_2004/vvedensky/vvedensky.htm	1
A	MD 172 Y 2010.03.31	1
A	EA200000751 A1 2000.12.25	1
A	WO 0120253 A1 2001.03.22	1
A	CN 200958940 Y 2007.10.10	1
A	KR 20040025808 A 2004.03.26	1
A	RU 82359 U1 2009.04.20	1
A	RU 2363019 C2 2009.07.27	1
A	GB 2416835 B 2008.08.27	1
A	RU 2008106053 A 2009.08.27	1
A	RU 2008123705 A 2009.12.20	1
A	SU 1810748 A1 1993.04.23	1
A	RU 2071179 C1 1996.12.27	1
* categoriile speciale ale documentelor citate:		
A – document care definește stadiul anterior general		T – document publicat după data depozitului sau a priorității invocate, care nu aparține stadiului pertinent al tehnicii, dar care este citat pentru a pune în evidență principiul sau teoria pe care se bazează invenția
X – document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată nouă sau implicând activitate inventivă când documentul este luat în considerație de unul singur		E – document anterior dar publicat la data depozit național reglementar sau după aceasta dată
Y – document de relevanță deosebită: invenția revendicată nu poate fi considerată ca implicând activitate inventivă când documentul este asociat cu unul sau mai multe documente de aceeași categorie		D – document menționat în descrierea cererii de brevet
O - document referitor la o divulgare orală, un act de folosire, la o expoziție sau la orice alte mijloace de divulgare		C – document considerat ca cea mai apropiată soluție
		& – document, care face parte din aceeași familie de brevete
P - document publicat înainte de data de depozit, dar după data priorității invocate		L – document citat cu alte scopuri
Data finalizării documentării 2010.09.22		
Examinator CERNEI Tatiana		