



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00915**

(22) Data de depozit: **29/11/2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/01/2020** BOPI nr. **1/2020**

(41) Data publicării cererii:
30/05/2014 BOPI nr. **5/2014**

(73) Titular:
• **PRO OPTICA SERVICE & COMPONENTS
S.R.L., STR. GHEORGHE PETRAȘCU
NR. 67, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **SPULBER CĂTĂLIN, DRUMUL TABEREI
NR.39, BL.801, SC.2, AP.81, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **BORCAN OCTAVIA VIOLETA,
STR.G-RAL.AV.ANDREI POPOVICI NR.6 A,
BL.6, SC.B, ET.4, AP.28, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;**

• **BELDICEANU ANCA MARIA,
INTRAREA VĂSLEI NR. 1, BL. PM63, SC. 2,
ET. 9, AP. 81, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,
RO;**
• **VIȘAN VALENTIN, STR. GH. PETRAȘCU
NR. 53, BL. PM53, SC. A, ET. 4, AP. 19,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **ENACHE CĂTĂLIN, ALEEA BUHUȘI
NR. 5, BL. 6, SC. B, ET. 6, AP. 86,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **ȚÂNȚU MAGDALENA, STR.BABA NOVAC
NR.3, BL.S2, SC.A, ET.4, AP.21, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**EP 2104340 A1; WO 2009156362 A1;
US 20110266441 A1; CN 202463669 U**

(54) **CAMERĂ TERMALĂ FĂRĂ RĂCIRE PENTRU CREȘTEREA
EFICIENȚEI DE OBSERVARE**



RO 129497 B1

1 Prezenta invenție se referă la o cameră termală fără răcire de tip polarimetric,
destinată conducerii vehiculelor pe timp de zi sau noapte, sau supravegherii unor perimetre
3 pe baza imaginii afișate pe un display amplasat în fața utilizatorului, și la procedeele de
utilizare aferente acestei camere. Prin modul de amplasare a componentelor sale, camera
5 termală asigură creșterea eficienței de observare a obiectelor reflectante sau aflate în scene
cu reflexie mare, în special în condiții de mediu nefavorabil, când imaginea afișată pe
7 display-ul la care este conectată camera în cauză este puternic influențată de clutter (zone
de imagine aglomerate, de forme dezordonate și contraste variabile în timp).

9 Se cunoaște faptul că, în condiții de vizibilitate foarte scăzută, pe timp de zi sau
noapte, în condiții de mediu nefavorabil (temperaturi scăzute, carosabil umed, ploaie,
11 ninsoare, sau când scena vizată este caracterizată de zone cu reflexie mare), pentru
conducerea vehiculelor în siguranță sau pentru supravegherea perimetrelor de interes sunt
13 necesare camere termale care asigură afișarea pe display a unor imagini calitativ superioare
celor observate cu ochiul liber al observatorului uman (de exemplu, conducătorul vehiculului
15 în mers).

Se mai cunoaște faptul că, în aceleași condiții de mediu, de temperaturi ambientale
17 și de contrast termic scăzut, imaginile obținute pe display sunt puternic perturbate sau
încăcate de zgomot aleatoriu (în special zgomotul de clutter), ceea ce are ca urmare
19 dificultatea detecției și recunoașterii eventualelor evenimente sau elemente periculoase
(obiecte sau persoane) din scena vizată în care sunt amplasate. De asemenea, la variația
21 temperaturii camerei termale, zgomotul în imagine crește, înrăutățind calitatea acesteia.

Pentru eliminarea acestor dezavantaje sunt cunoscute procedee și sisteme cu
23 camere termale, bazate pe tehnici recente și în continuă dezvoltare, de creștere a calității
imaginii achiziționate prin introducerea/implementarea, în modulele electronice sau optice,
25 ale sistemelor în cauză, de:

- 27 - software dedicat;
- circuite și filtre electronice speciale;
- componente optice care reduc zgomotul din imagine prin reducerea rezoluției optice
29 sub limita dimensiunii pixelului (elementului sensibil) matricei de detecție din structura unei
camere termale, de exemplu, filtre optice Low Pass, anti-aliasing;
- 31 - componente optice de polarizare, de exemplu, filtre de polarizare.

Procedeele bazate pe utilizarea filtrelor de polarizare (metode polarimetrice) au la
33 bază faptul că imaginile obținute pe display-ul camerelor termale care vizează ținte artificiale,
de exemplu, obiecte fabricate, într-o scenă dată au un contrast diferit, de regulă mai mare,
35 și un zgomot în imagine atenuat față de contrastul, respectiv, zgomotul imaginilor obținute
la vizarea aceluiași ținte, dar cu camere termale nedotate cu astfel de filtre. Această
37 particularitate se datorează caracteristicilor de polarizare inerente oricăror obiecte
(caracteristici care sunt puternic dependente de textura suprafeței obiectului vizat și de
39 compoziția materialului acestuia). Caracteristicile de polarizare ale obiectelor naturale sunt
diferite față de cele ale țintelor artificiale aflate în aceeași scenă. Spre exemplu, pentru o
41 diferență de temperatură dată, dintre o țintă artificială și fundalul pe care se profilează
aceasta, contrastul imaginii inițiale (obținut pe display-ul camerei termale fără un filtru de
43 polarizare) va crește dacă în fața matricei de detecție (abr. FPA) a camerei în cauză este
amplasat un astfel de filtru, în special în domeniile spectrale infraroșii de unde lungi
45 (abr. LWIR-Long Wave InfraRed), când țintele sunt artificiale (nenaturale, adică fabricate).

În plus, metodele polarimetrice permit discriminarea obiectelor cu contraste slabe de
47 intensitate radiantă, amplasate în special în fundaluri aglomerate (cu clutter). Semnalul
polarimetric este mai puternic în domeniul spectral LWIR, specific camerelor termale fără
49 răcire, de 2...16 x decât în domeniul spectral MWIR, specific camerelor termale cu răcire.

RO 129497 B1

Astfel, în domeniile MWIR și LWIR, obiectele care în domeniul vizibil dau o reflexie difuză nepolarizată, în domeniile spectrale 3...5 μm și 8...12 μm, produc polarizarea prin fenomenul de reflexie regulată, conform relațiilor coeficienților lui Fresnel; radiația reflectată poate fi diminuată, până la extincție, cu un filtru de polarizare. De aceea nu numai luminozitatea imaginii suprafețelor umede, lacustre, marine etc. poate fi redusă, ci și luminozitatea imaginii suprafețelor naturale și aglomerate, gen iarbă, vegetație, frunziș, ceea ce are ca efect creșterea contrastului în imagine față de o țintă luminoasă vizată, prin reflexie. Mai mult, în IR cantitatea de radiație prin reflexie polarizată este mult mai mare decât în VIS.

Exemple de procedee polarimetrice aplicate recent la camerele termale, în scopul de a se crește eficiența de observare a obiectelor reflectante sau aflate în scene cu reflexie mare, sunt cunoscute în stadiul tehnicii. De exemplu, în lucrarea **J. Scott Tyo, Dennis L. Goldstein, David B. Chenault, and Joseph A. Shaw: "Review of passive imaging polarimetry for remote sensing applications in Applied Optics", vol. 45, nr. 22, august: 2006, pp. 5453-5469** se prezintă un sistem în care camera termală propriu zisă are în completare un filtru polarizator și un filtru de întârziere. În lucrările **Daniel A. Lavigne, Georges Fournier, Jean-Francois Charette, Mario Pichette, Melanie; Breton, Vincent Rivet, and Anne-Pier Bernier: "Target discrimination of man-made objects using passive polarimetric signatures acquired in the visible and infrared spectral bands", Proc. SPIE 8160, 816007, 2011; Daniel A. Lavigne, Metanie Breton, Mario Pichette, Vincent Laroche, Jean-Robert Simard: "Evaluation of active and passive polarimetric electro-optic imagery for civilian and military targets discrimination", Proc. of SPIE Vol. 6972 69720X-1** se prezintă un sistem care permite obținerea de informații suplimentare despre forma și temperaturile obiectelor amplasate în scene aglomerate, dificil de discriminat, prin prelucrarea eficientă a amprentelor termice achiziționate polarizat. În lucrarea **Melvin Felton, Kristan P. Gurton, David Ligon, and Adrienne Raglin: "Discrimination of Objects Within Polarimetric Imagery Using Principal Component and Cluster Analysis", Army Research Laboratory, August 2007** se prezintă, în detaliu, modul de construcție pentru o cameră polarimetrică în MWIR, dar care poate fi folosit și în LWIR; camera termală are un filtru de polarizare, dar și o lamă de întârziere (care îmbunătățește foarte mult detecția, introducând un defazaj de polarizare, ceea ce face ca radiația nedorită să poată fi anihilată mai mult decât în cazul utilizării unui singur filtru de polarizare). Conform lucrării **Y. Aron and Y. Gronau: "Polarization in the LWIR: a method to improve target acquisition" (Proc. SPIE 5783, 653 (2005))**, filtrele de polarizare, deși contribuie la scăderea raportului semnal-zgomot (SNR) din scenă, realizează un SCR (raport semnal-clutter) mai mare, care este, de multe ori, factorul de limitare a detecției în procesul de observare real. În plus, pentru a se obține un maximum de eficiență în imaginile polarimetrice achiziționate în LWIR, este necesară o calibrare corespunzătoare. Lucrarea **Edson F. C. Guimaraes: "Investigation of minimum resolvable temperature difference formulation for polarized thermal imaging range prediction" Thesis, 1999, Naval Postgraduate School, Monterey, California, pp. 33-34** arată că, la creșterea gradului de polarizare, are loc o creștere a MRTD (diferența de temperatură minim rezolvabilă); astfel, la observarea unei nave în apă cu o cameră termală, filtrul de polarizare cu care este dotată asigură o creștere a contrastului în imagine dacă radianța primită scade. Se propune corectarea relației de calcul a MRTD prin expresia:

$$MRTD_{polarizare} = \frac{MRTD_{nepolarizare}}{k \cdot \tau_{polarizare}} \quad (1)$$

unde $\tau_{polarizare}$ - transmitanța filtrului de polarizare, iar k - gradul de polarizare ($0,5 < k < 1$).

RO 129497 B1

1 În aceeași lucrare se mai arată că MTF (funcția de transfer a modulației) va fi mai
mică în cazul utilizării unui filtru de polarizare, conform relației:

$$3 \quad MTF_{polarizare} = MTF_{filtru-polarizare} \cdot MTF_{nepolarizare} \quad (2)$$

5 sau încă

$$7 \quad MRTD_{polarizare} = \frac{MRTD}{MTF_{polarizare} \cdot k \cdot \tau_{polarizare}} \quad (3)$$

11 Din analiza altor cercetări se mai constată că timpul de integrare necesar calibrării
camerei termale, în vederea creșterii capacității de detecție, poate fi exprimat sub forma:

$$13 \quad t_i = t_f - K_2 \quad (4)$$

15 unde t_f - timpul de cadre este dat de relația lui Wolfe [**William L. Wolfe "Infrared
17 Design Examples", SPIE Press, 1999, pp. 92-93**]:

$$19 \quad t_f = K_1 \cdot \frac{MRTD^2 \cdot MTF^2}{NETD^2} \quad (5)$$

21 în care K_1 și K_2 sunt constante de sistem, dependente de domeniul spectral de lucru.

23 În ceea ce privește brevetele conexe problematicei susmenționate, acestea sunt
menționate în referințele următoare:

25 Documentul **US 2008252882 A1**, 16.10.2008, prezintă o cameră video de achiziție
a imaginii în VIS cu un sistem de trei filtre ce pot fi deplasate independent în fața obiectivului
camerei în cauză; primele două filtre sunt filtre de polarizare, unul dintre ele putând fi rotit
27 între 0...360°, iar al treilea filtru este un filtru IR în domeniul spectral NIR (Near InfraRed:
0,7...2,3 μm).

29 Documentul **US 6952312 B2**, 04.10.2005, prezintă modul de achiziționare de imagini
în VIS, dar evidențiază rolul înclinării unui filtru amplasat în fața obiectivului camerei, pentru
31 a reduce nivelul de polarizare.

33 Documentul **US 6028303 A**, 22.02.2000, prezintă o cameră video de achiziție a
imaginii în VIS, dotată cu un mecanism care controlează unghiul de rotație al filtrului de
polarizare cu care este dotată camera video, cu scopul de a reduce la minimum efectele
35 luminii reflectate de obiectul vizat. Rotirea filtrului este asigurată de un motor electric al cărui
sistem de comandă compară un semnal de referință cu semnalul electric dat de imaginea
37 obiectului vizat (după o conversie prealabilă). La diferența minimă se comandă oprirea rotirii
filtrului.

39 Documentul **US 5805106 A**, 08.09.1998, se referă la un sistem de reducere a clutter-
ului (compus din două camere dotate cu câte un filtru de polarizare fiecare) în cazul achiziției
41 de imagini ale obiectelor amplasate pe suprafața oceanului; primul filtru de polarizare este
utilizat pentru generarea unei imagini polarizate vertical a unei zone din suprafața oceanului
43 (care oferă un set distinct de date radiometrice), cel de-al doilea filtru de polarizare este
utilizat pentru a se genera o imagine polarizată orizontal a zonei din suprafața oceanului
45 (care oferă un alt set distinct de date radiometrice). Sistemul are la bază un algoritm și un
procesor de calcul al reducerii clutterului.

RO 129497 B1

Documentul US 2010157082 A1 , 24.06.2010, se referă la un sistem în VIS în care camera are filtrul de polarizare amplasat între obiectiv și FPA, iar un procesor comandă rotirea filtrului de polarizare până la obținerea contrastului optim.	1 3
Documentul EP 2301243 A1 , 30.03.2011, arată că este important ca răspunsul spectral al filtrului de polarizare să fie în concordanță cu răspunsul spectral al FPA, pentru a se putea obține un contrast maxim.	5
Prin complexitatea construcției (filtru de polarizare, lamă de întârziere, circuit de fuzionare, circuit specific de prelucrare a imaginilor), sistemele menționate mai sus asigură o imagine de calitate superioară celei ale unei camere termale tipice, în condițiile de observare a obiectelor reflectante sau aflate în scene cu reflexie mare, în special în condiții de mediu nefavorabil sau când imaginea afișată pe display-ul la care este conectată camera în cauză este puternic influențată de clutter.	7 9 11
Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui tip de cameră termală care permite luarea unei decizii rapide, oportune și adecvate de către utilizatorul acestei camere în timpul supravegherii perimetrelor, precum și în timpul conducerii vehiculelor pe carosabil umed, la observarea obiectelor reflectante sau aflate în scene cu reflexie mare, când imaginea afișată pe display-ul la care este conectată camera în cauză este puternic influențată de clutter (zone de imagine aglomerate, de forme dezordonate și contraste variabile în timp). Astfel, scopul invenției constă în:	13 15 17 19
- evaluarea rapidă a unui potențial pericol prin utilizarea selectivă a două tipuri de imagine (cu și fără filtru de polarizare), urmărite rapid și succesiv de observator;	21
- asigurarea unei flexibilități de montaj ridicate, prin simplitatea arhitecturii;	23
- selectarea directă, de către observatorul uman care evaluează evenimentul, ținta sau zona de interes dintr-o scenă;	25
- îmbunătățirea contrastului prin fuziune/suprapunere, a două imagini cu contraste și forme distincte;	27
- creșterea calității imaginii scenei vizate, prin mixarea/fuzionarea semnalelor obținute de la imaginile achiziționate separat (cu și fără filtrul de polarizare);	29
- creșterea calității imaginii scenei vizate, prin mixarea/fuzionarea semnalelor obținute de la imaginile achiziționate separat, în două domenii spectrale distincte;	31
- configurarea camerei termale în funcție de misiune, datorită construcției modularizate și flexibile a subsistemelor componente, cu funcții independente;	33
- extinderea potențialului de observare sau monitorizare în condiții de zi și noapte a zonelor de interes, prin utilizarea unui divizor de fascicul de două domenii spectrale distincte;	35
- uniformizarea și menținerea constantă a temperaturii la nivelul obiectivului și matricei de detecție, prin utilizarea unei carcase de protecție.	37
Camera termală conform invenției elimină dezavantajele camerelor termale utilizate în prezent, pentru conducerea vehiculelor sau supravegherea perimetrelor, prin aceea că, pentru creșterea eficienței de observare la conducerea vehiculelor pe timp de zi sau noapte, sau la supravegherea unor perimetre pe baza imaginii afișate pe un display amplasat în fața utilizatorului, permite evidențierea obiectelor reflectante sau aflate în scene cu reflexie mare sau/și cu obiecte reflectante, în special în condiții de mediu nefavorabil, când imaginea afișată pe display-ul la care este conectată camera în cauză este puternic influențată de clutter, prin intermediul unui sistem cu filtre de polarizare cu transmisie spectrală în 3...12 μm, basculante și mobile pe două direcții reciproc perpendiculare, cu rol de diminuare sau eliminare a reflexiilor nedorite, și de verificare a existenței unei ținte; un obiectiv IR cu transmisie spectrală în 8...12 μm, cu rol de a colecta radiația IR de la obiectul de interes din scena vizată; o matrice de detecție cu transmisie spectrală în 8...12 μm și electronica de	39 41 43 45 47

RO 129497 B1

1 citire/redare pe display aferentă; o carcasă de protecție a obiectivului și matricei de detecție
2 pentru uniformizarea și menținerea constantă a temperaturii; un sistem de fixare/ poziționare
3 a sistemului cu filtre de polarizare pe axa optică a obiectivului IR și un software de calibrare.
4 În plus, camera termală conform invenției poate fi realizată cu ușurință din orice cameră
5 termală fără răcire, fără demontarea acesteia; permite extinderea ariei de utilizare și la
6 conducerea vehiculelor pe carosabil umed pe timp de zi sau noapte; asigură creșterea
7 eficienței de observare a obiectelor reflectante sau aflate în scene cu reflexie mare, în
8 special în condiții de mediu nefavorabil, când imaginea afișată pe display-ul la care este
9 conectată camera în cauză este puternic influențată de clutter; asigură diminuarea rapidă a
10 ambiguității observării; asigură discernerea alarmei false prin aprecierea directă a
11 observatorului (și nu pe bază de software de analiză a imaginii întregii scene), a unei zone
12 de risc potențial; asigură diminuarea reflexiilor parazite prin înclinarea filtrului de polarizare;
13 asigură o calibrare corespunzătoare pe baza timpului de integrare definit de MRTD și MTF
14 determinate *a priori* în laborator.

15 Camera termală fără răcire asigură următoarele avantaje:

16 - creșterea rapidă a cantității de informație despre obiecte reflectante sau aflate în
17 scene cu reflexie mare, în special în condiții de mediu nefavorabil, când imaginea afișată pe
18 display-ul la care este conectată camera în cauză este puternic influențată de clutter, printr-o
19 construcție simplă și ușor de utilizat;

20 - mobilitatea crescută prin precizia de autocentrare asigurată de inelul de orientare
21 din montura obiectivului;

22 - uniformizarea și menținerea temperaturii constante a camerei termale la variații
23 bruște de temperatură ambientală;

24 - posibilitatea de a selecta și evalua rapid o zonă de interes din scena vizată, prin
25 amplasarea filtrului de polarizare peste obiectivul camerei termale;

26 - posibilitatea de a vizualiza direct scena de interes prin camera termală, fără filtrul
27 de polarizare;

28 - autocentrarea rapidă a filtrului de polarizare pe montura obiectivului;

29 - posibilitatea de rotire a filtrului până se confirmă sau infirmă evaluarea inițială a
scenei vizate (pe calea directă);

30 - posibilitatea de înclinare a filtrului de polarizare manual de către utilizator, până la
31 stingerea reflexiilor parazite (cu rol similar lamei de întârziere);

32 - posibilitatea de acționare a filtrului de polarizare cu un sistem care să poată fi blocat
33 manual când se constată diferențe între cele două căi de vizare;

34 - simplitatea și rapiditatea adaptării montajului camerei termale;

35 - creșterea contrastului imaginii achiziționate, prin configurarea înclinării în plan
36 vertical și orizontal a filtrului de polarizare pe baza MRTD determinat *a priori* în laborator.

37 Semnificația figurilor prezentate în descrierea invenției este următoarea:

38 - fig. 1, schema bloc a camerei termale fără răcire, în varianta constructivă de bază;

39 - fig. 2, camera termală fără răcire, conform primului exemplu de realizare;

40 - fig. 3, camera termală fără răcire, conform celui de-al doilea exemplu de realizare;

41 - fig. 4, schema bloc a camerei termale fără răcire, conform celui de-al treilea
42 exemplu de realizare;

43 - fig. 5, camera termală fără răcire, conform celui de-al patrulea exemplu de realizare;

44 - fig. 6, camera termală fără răcire, conform celui de-al cincilea exemplu de realizare
45 (de imagine fuzionată);

RO 129497 B1

- fig. 7, exemplu de imagine achiziționată cu camera termală fără răcire, caracterizată de clutter ridicat dat de frunziș, achiziționată în două situații, și anume:	1
a) fără filtru de polarizare, în care se observă o zonă albă, lucioasă (care este parbrizul unui autovehicul);	3
b) cu un filtru de polarizare, în care se constată menținerea zonei albe (ceea ce semnifică existența în scenă a unui obiect reflectant);	5
- fig. 8, variația MTF a camerei termale fără răcire, în funcție de rezoluția spațială exprimată în lp/mm, cu filtrul de polarizare amplasat în două poziții distincte:	7
a) cu filtrul de polarizare perpendicular pe axa optică,	9
b) cu filtrul de polarizare înclinat față de axa optică;	
- fig. 9, variația MRTD a camerei termale fără răcire, în funcție de rezoluția spațială exprimată în lp/mrad în două situații distincte:	11
a) cu filtru de polarizare și	13
b) fără filtru de polarizare;	
- fig. 10, transmisia spectrală a filtrului de polarizare (a) și a obiectivului IR împreună cu matricea de detecție (b) din componența camerei termale fără răcire.	15
Din punct de vedere constructiv, diferențierea este dată de modul de deplasare a filtrelor de polarizare, de caracteristicile spectrale ale acestora, de specificul de calibrare a camerei termale și de tehnica de fuzionare a imaginilor achiziționate.	17
Achiziția radiației termice din scenă se poate realiza în mai multe variante constructive, după cum urmează:	19
a) variantă constructivă cu elemente optice de deviere a radiației optice (oglinzi), care permite vizualizarea simultană a obiectului investigat atât prin intermediul filtrului de polarizare (sau a unui complex de alte tipuri de filtre), cât și direct, fără utilizarea vreunui filtru optic;	21
b) variantă constructivă directă, care permite vizualizarea alternativă a obiectului investigat, fie prin intermediul filtrului de polarizare și a altor alte tipuri de filtre (cu sau fără elemente optice de deviere a radiației optice), fie direct, fără utilizarea vreunui filtru optic.	23
În cele ce urmează se prezintă cinci exemple de realizare a echipamentului conform invenției.	25
Într-un prim exemplu de realizare, camera termală conține următoarele componente de bază (fig. 2):	27
- un obiectiv IR 2 cu distanța focală de 25 mm, deschidere relativă 1,4;	29
- un ansamblu detector (de care este fixat și aliniat obiectivul IR) de 640 x 480 pixeli, cu dimensiune pixel de 17 μm;	31
- o carcasă de protecție 7 din aliaj de Al;	33
- un filtru de polarizare 3 din seleniură de zinc, tip rețea (grid), fixat într-o montură 1 rabatabilă și rotativă la 360°. Filtrul 3 operează în domeniul spectral 8...12 μm și are rolul de a scoate în evidență, în cazul unei radiații termice slabe și înecate de clutter, potențiale pericole ce nu sunt sesizate fără el. Camera termală operează cu sau fără acest filtru, după necesități;	35
- un sistem de fixare/poziționare a filtrului pe axa optică a obiectivului IR;	37
- o matrice de detecție (FPA) 4 , module electronice 5 , o piuliță montură 6 pentru filtrul de polarizare, un capac 8 pentru carcasa camerei termale, un șurub 9 , un element de basculare/blocare 10 a filtrului de polarizare, o siguranță 11 , un braț 12 al filtrului de polarizare.	39
	41
	43
	45

RO 129497 B1

1 Obiectivul **2** (fig. 2) este focalizat pe infinit, are distanța focală în gama 16...25 mm
și are rolul de a colecta radiația IR de la obiectul de interes din scena vizată. Chopper-ul (ce
3 are temperatura uniformă și rol de sursă permanentă de calibrare) este amplasat între
matricea **4** FPA și obiectiv și, la intervale regulate, se deplasează în fața matricei **4** FPA. În
5 acest fel, orice neuniformitate detectată de modulul electronic este preluată de acesta și
eliminată prin utilizarea unui semnal de offset. Chopper-ul, care este comandat de un driver,
7 are rolul de a activa corecția neuniformității pixelilor (NUC) din imaginea termală
achiziționată. Aceasta este necesară din cauză că fiecare element de detecție din ansamblul
9 detector are responsivități diferite. Mai mult, elementele de detecție au răspunsuri neliniare
cu temperatura, care variază cu temperatura matricei **4** FPA, ceea ce ar avea ca rezultat o
11 imagine cu erori în responsivitate ce pot crește în timp.

 Ansamblul detector (fig. 2) este un modul integrat care conține matricea cu detectori
13 microbolometrici (matricea FPA) și interfața matricei FPA cu restul modulelor electronice
(modulul analogic frontal, modulul de procesare imagine și interfața de conectare externă)
15 și software-ul de corecție.

 Modulul analogic frontal este compus din trei submodule: sursă de alimentare (PS),
17 convertor analog/digital (ADC), răcitor termoelectric (TE). Modulul procesare imagine conține
patru submodule și asigură procesarea de imagine și comunicația cu matricea FPA: memorie
19 digitală RAM (DRAM), memorie flash (FLASH), procesor de semnale digitale (DSP), circuit
digital integrat configurabil de utilizator (FPGA). Interfața de conectare externă conectează
21 modulele sus prezentate cu sistemul de afișare imagine/date (de exemplu, display-ul) din
exterior. Aceasta primește tensiunea de alimentare electrică și livrează semnale video
23 (analogice NTSC/PAL sau/și digitale) și de date. Software-ul de corecție al ansamblului
detector se referă, în principal, la: eliminarea zgomotului intern de amplificare, reducerea
25 influenței variațiilor de temperatură din exterior, corecția neuniformității pixelilor din matricea
FPA, înlocuirea pixelilor defecti, comprimarea și conversia rezoluției digitale în 256 niveluri
27 de gri; protecția la expunerea îndelungată la surse termice externe; calibrarea internă (NUC).

 Carcasa de protecție **7** (fig. 2) are rolul de a asigura coaxialitatea axei optice a
29 obiectivului, FPA și filtrului de polarizare, și de a asigura constanța temperaturii obiectivului
și a matricei de detecție.

31 Filtrul de polarizare **3** (fig. 2) este amplasat în fața obiectivului, și recepționează
radiațiile termale emise de țintă, sau pe cele reflectate de aceasta sau de alte zone din
33 scenă, la diferite unghiuri. Prin rotirea filtrului în jurul axei sale optice se obține o modificare
a intensității radiației recepționate, astfel încât se pot atenua acele radiații care denaturează
35 imaginea. Dacă direcția de polarizare maximă este perpendiculară pe direcția radiației reflec-
tate perturbatoare, se obține stingerea reflexiei nedorite. La alte unghiuri, efectul polarizator
37 va fi mai puțin pronunțat, în funcție de unghiul de rotire. Filtrul de polarizare este foarte
eficient pentru diminuarea sau eliminarea reflexiilor nedorite. De asemenea, el permite, prin
39 rotire la un unghi convenabil, verificarea existenței sau neexistenței unei ținte, astfel:

 - fie prin reducerea contrastului în imagine, reducând reflexiile nedorite, ceea ce este
41 benefic în situațiile în care scenele vizate au o gamă dinamică ridicată (spre exemplu, scene
în care coexistă fundaluri foarte puțin reflectante în IR cu zone puternic reflectante (lacuri,
43 fluvii etc.));

 - fie prin creșterea contrastului, spre exemplu, prin filtrarea radiației reflectate de
45 ceață sau vapori de apă ce plutesc deasupra lacurilor, mării etc. Obiectele artificiale
(fabricate), precum clădirile, șoselele, vehiculele, emit radiații cu un grad de polarizare mai
47 mare decât obiectele naturale (frunziș, vegetație, sol etc.). Prin alegerea adecvată a
unghiului de rotire a filtrului pot fi scoase mai bine în evidență obiectele cele mai polarizate,

RO 129497 B1

și eliminate cele slab polarizate, ceea ce are ca efect creșterea contrastului din zonele de interes ale scenei vizate. Prin deplasarea (rotirea limitată) filtrului de polarizare **3** în planul axei optice a obiectivului **2** IR se obține o diminuare a reflexiilor parazite din scena de observat. 1
3

Sistemul de fixare/poziționare/deplasare a filtrului pe axa optică a obiectivului **2** IR și pe carcasa **7** de protecție este asigurat de un inel tronconic (montat în prelungirea monturii obiectivului, și concentric cu axa optică a acestuia) și de un sistem cu suprafață sferică, montat în carcasa de protecție. 5
7

În al doilea exemplu de realizare a camerei termale (fig. 3), imaginea termală polarizată este asigurată de două filtre optice de polarizare **3a** și **3b** cu caracteristici distincte, de exemplu, filtrul **3a** având ca suport un cristal de seleniură de zinc, fiind un filtru optic de bandă spectrală 8...10 μm , iar filtrul **3b** fiind un filtru de polarizare cu banda spectrală 10...12 μm , având ca suport un cristal mixt de bromură și iodură de thaliu (abr. KRS-5). 9
11
13

În al treilea exemplu de realizare a camerei termale (fig. 4), imaginea termală achiziționată este o fuziune prin suprapunerea pe matricea **4** FPA a unei radiații termice **14** din scena vizată, achiziționate simultan pe calea de polarizare, prin filtrul **3** de polarizare, și deviată total de filtrele **13a** și **13b**, și pe calea directă, prin intermediul filtrului **13b**. Filtrele **13a** și **13b** sunt oglinzi cu reflexie în domeniul 8...12 μm , filtrul **13a** fiind o oglindă cu reflexie totală, iar filtrul **13b** fiind o oglindă cu reflexie și transmisie parțiale. 15
17
19

În al patrulea exemplu de realizare a camerei termale (fig. 5), imaginea termală achiziționată este obținută alternativ pe un display **16** prin utilizarea separată a două filtre **15** și **15'**, de 8...10 μm , respectiv, 10...12 μm . 21

În al cincelea exemplu de realizare a camerei termale (fig. 6), imaginea termală achiziționată este obținută direct pe display-ul **16**, prin utilizarea simultană a două ansambluri obiectiv/matrice de detecție identice **4**, a imaginilor preluate de la o oglindă semitransparentă **17** în domeniul 8...10 μm și de la o oglindă **18** în domeniul 10...12 μm , și fuzionarea imaginilor prin mixare cu ajutorul unui sistem de mixare **20** electronic, ce preia semnalele video de ieșire de la ansamblurile obiectiv/matrice de detecție **4** prin intermediul a două cabluri **19a** și **19b**, și le transportă pe display-ul **16** prin intermediul unor cabluri video **19c**. 23
25
27
29

Parametrii tehnici ai camerei termale sunt următorii:

- câmp vizual: 25°(H) x 20°(V); 31
- domeniu spectral de lucru: 7,5...13,5 μm ;
- rezoluție geometrică: 640 x 480 pixeli; 33
- dimensiune pixel: 17 μm ;
- frecvența de cadre: 30 Hz (NTSC), 25 Hz(PAL); 35
- NETD (fără filtru de polarizare) < 50 mK la f/1,1;
- tensiune alimentare: 4,4...6 Vcc; 37
- putere consumată: aproximativ 1 W;
- timp de intrare în operare: aproximativ 3 s; 39
- ieșire video analogică;
- control la distanță: serial RS 232. 41

Parametrii tehnici ai obiectivului sunt următorii:

- câmp vizual: 25°(H) x 20°(V); 43
- domeniu spectral de lucru: 7...15 μm ;
- deschidere relativă: f/1,4; 45
- distanță focală: 25 mm.

RO 129497 B1

- 1 Parametrii tehnici ai matricei de detecție sunt următorii:
- domeniu spectral de lucru: 7,5...13,5 μm ;
- 3
- rezoluție geometrică: 640 x 480 pixeli (NTSC);
 - dimensiune pixel: 17 μm ;
- 5
- NETD (fără filtru de polarizare) < 50 mK la f/1.
- Parametrii tehnici ai filtrului de polarizare sunt următorii:
- 7
- material substrat: ZnSe;
 - domeniu spectral de lucru: 1...15 μm ;
- 9
- transmisie (K1): 74% la 2,5 μm ; 81% la 5 μm ; 72% la 10 μm ;
 - transmisie nedorită (K2): 52% la 2,5 μm ; 20% la 5 μm ; 12% la 10 μm ;
- 11
- gradul de polarizare $(K1 - K2)/(K1 + K2)$: 142:1 la 2,5 μm ; 402:1 la 5 μm ;
- 600:1 la 10 μm ;
- 13
- extincție (K1/K2): 99,6% la 2,5 μm ; 99,5% la 5 μm ; 99,6% la 10 μm .

RO 129497 B1

Revendicări

1. Cameră termală fără răcire de tip polarimetric, pentru creșterea eficienței de observare la conducerea vehiculelor pe timp de zi sau noapte, sau la supravegherea unor perimetre pe baza imaginii afișate pe un display amplasat în fața utilizatorului, prin evidențierea obiectelor reflectante sau aflate în scene cu reflexie mare sau/și cu obiecte reflectante, în special în condiții de mediu nefavorabil, când imaginea afișată pe display-ul la care este conectată camera în cauză este puternic influențată de clutter, **caracterizată prin aceea că** este realizată dintr-un sistem cu filtre de polarizare cu transmisie spectrală în 3...12 μm , basculante și mobile pe două direcții reciproc perpendiculare, cu rol de diminuare sau eliminare a reflexiilor nedorite, și de verificare a existenței unei ținte; un obiectiv IR cu transmisie spectrală în 8...12 μm , cu rol de a colecta radiația IR de la obiectul de interes din scena vizată; o matrice de detecție cu transmisie spectrală în 8...12 μm și electronică de citire/redare pe display aferentă; o carcasă de protecție a obiectivului și matricei de detecție pentru uniformizarea și menținerea constantă a temperaturii; un sistem de fixare/poziționare a sistemului cu filtre de polarizare pe axa optică a obiectivului IR, și un software de calibrare. 17
2. Cameră termală fără răcire de tip polarimetric, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** software-ul de calibrare este corelat cu timpul de integrare și răspunsul spectral al filtrului de polarizare, pe baza MRTD și MTF determinate *a priori* în laborator. 21
3. Cameră termală fără răcire de tip polarimetric, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** înclinarea filtrului de polarizare este asigurată manual de utilizator. 23
4. Cameră termală fără răcire de tip polarimetric, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** rotirea filtrului de polarizare este asigurată manual de utilizator. 25
5. Cameră termală fără răcire de tip polarimetric, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, prin amplasarea filtrului de polarizare în afara câmpului vizual al obiectivului IR, se asigură o imagine fuzionată, una dintre imagini fiind preluată direct de obiectiv, cealaltă prin devierea imaginii preluată prin filtru, și deviată spre obiectiv cu două oglinzi. 31

RO 129497 B1

(51) Int.Cl.

H04N 5/33 (2006.01);

G02B 5/30 (2006.01);

G02B 27/28 (2006.01)

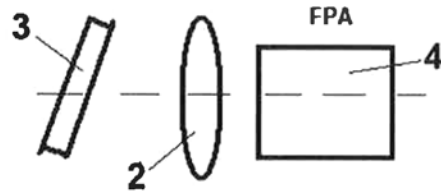
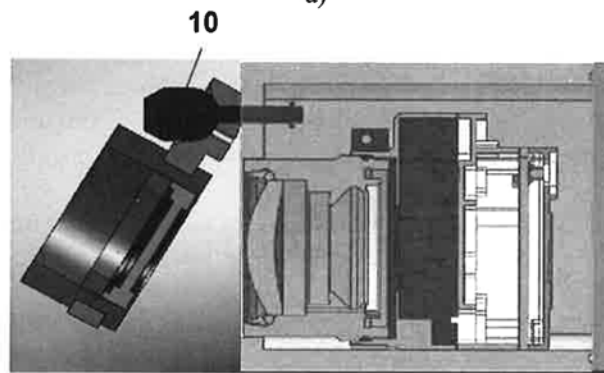
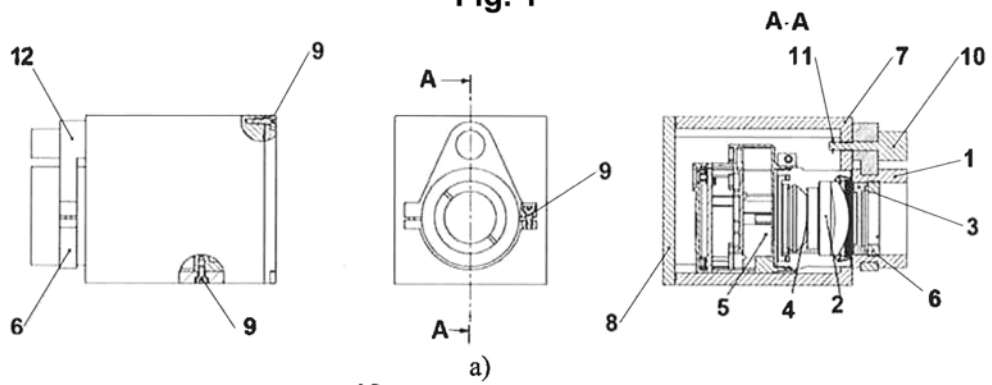


Fig. 1



b)
Fig. 2

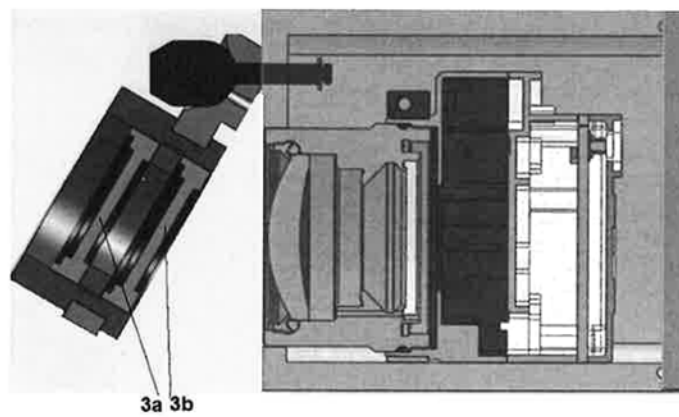


Fig. 3

(51) Int.Cl.
H04N 5/33 (2006.01);
G02B 5/30 (2006.01);
G02B 27/28 (2006.01)

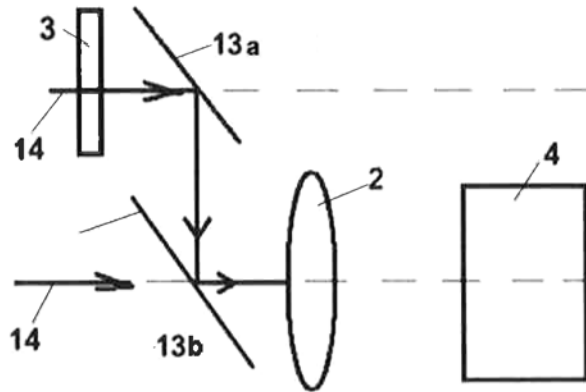


Fig. 4

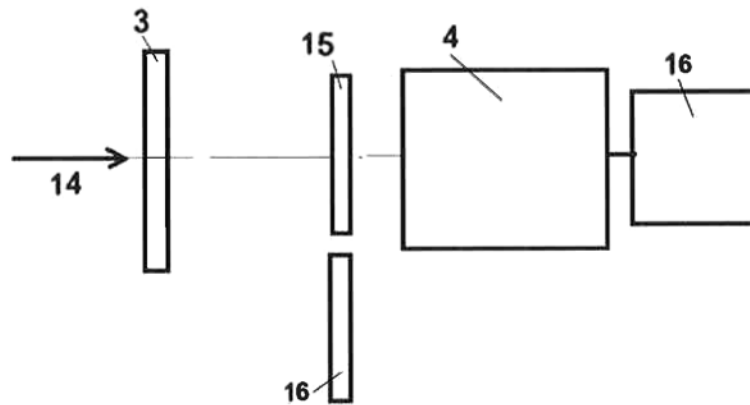


Fig. 5

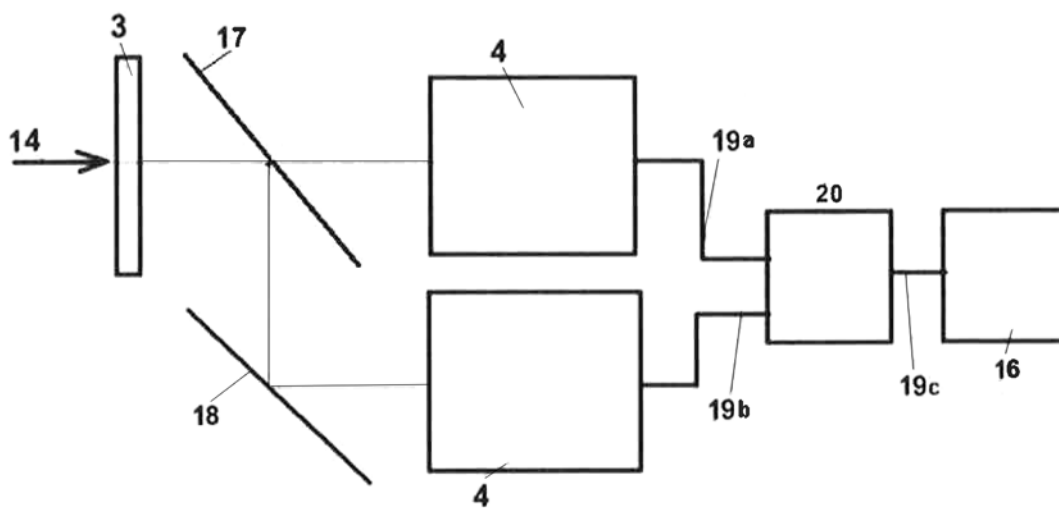


Fig. 6

(51) Int.Cl.
H04N 5/33 (2006.01);
G02B 5/30 (2006.01);
G02B 27/28 (2006.01)

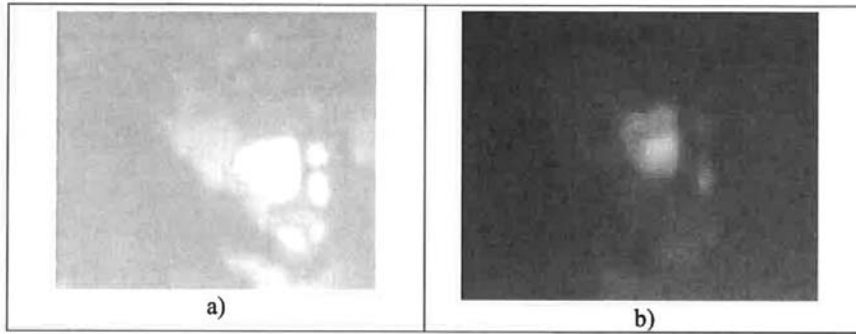


Fig. 7

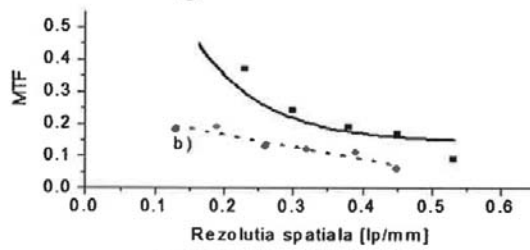


Fig. 8

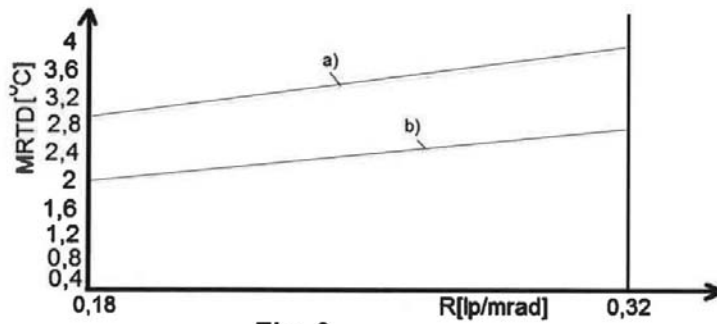


Fig. 9

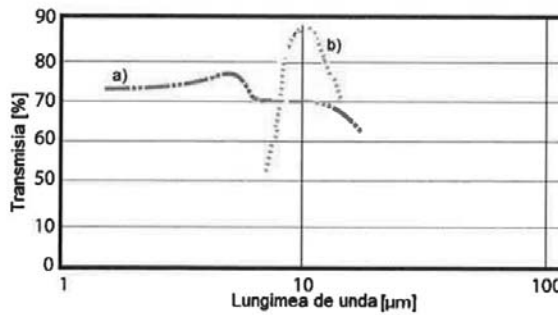


Fig. 10



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 7/2020