

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00522

(22) Data de depozit: 29/08/2019

(41) Data publicării cererii:
26/02/2021 BOPi nr. 2/2021

(71) Solicitant:
• PRO OPTICA S.A.,
STR. GHEORGHE PETRAȘCU NR. 67,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• SOROHAN GEORGETA, BD. LACUL TEI
NR. 109, BL. 13A, SC. A, AP. 32,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;
• GEORGESCU MUGUREL,
STR. SABINELOR NR. 65, AP. 1, SECTOR 5,
BUCUREȘTI, B, RO;
• MARIA BOGDAN, CALEA VICTORIEI 142,
SC. D, AP. 21, BUCUREȘTI, B, RO;
• MARIN CONSTANTIN, STR. IALOMIȚEI,
NR. 9, BL. B35, SC. A, AP. 9, ET. 4,
SLOBOZIA, IL, RO;

• URSU VASILE DĂNUȚ,
ALEEA BARAJUL SADULUI NR. 3-5,
BL. N12-N13, SC. B, ET. 6, AP. 124,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• MÎRZU-DĂNILĂ MARINICĂ,
B-DUL BUREBISTA NR. 3, BL. D16, SC. A,
ET. 5, AP. 20, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B,
RO;
• KUSKO CRISTIAN, INTRAREA BĂRSEI
NR. 4, BL. G8, SC. B, ET. 5, AP. 81,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• REBIGAN ROXANA ILEANA,
STR. TOAMNEI NR. 8, ET. 2, AP. 11,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;
• KUSKO MIHAI, STR. DR. IACOB FELIX
NR. 59, ET. 7, AP. 32, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;
• TUDOR REBECA, BD. UVERTURII NR. 85,
BL. O14, SC. C, ET. 8, AP. 94, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) SISTEM OPTIC TERMAL BIFOCAL CU ELEMENT DIFRACTIV
PENTRU DOMENIUL SPECTRAL LWIR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem optic termal bifocal cu element difractiv pentru domeniul spectral LWIR. Sistemul optic termal bifocal, conform invenției, cu numere de apertură mici 1.1, respectiv, 1.6, este constituit din trei lentile, o primă lentilă (1), cu ambele suprafețe sferice, o a doua lentilă (2), cu o suprafață asferică și structurată pentru obținerea unui efect difractiv și o a treia lentilă (3), având prima suprafață asferică, celelalte suprafețe ale lentilelor (2 și 3) sunt sferice, a doua lentilă (2) fiind mobilă, prima și a treia lentilă (1 și 3) având poziții fixe, iar a doua lentilă (2), deplăsându-se între cele două poziții corespunzătoare distanțelor focale minime de 45 mm și respectiv maxime, de 135 mm, imaginea formându-se pentru ambele poziții ale celei de-a doua lentile (2) pe suprafața unui detector (4), situat la 48 mm de suprafața celei de-a treia lentile (3), sistemul asigurând astfel o corecție superioară și deci o calitate a imaginii superioară datorită prezenței elementului difractiv.

Revendicări: 1
Figuri: 2

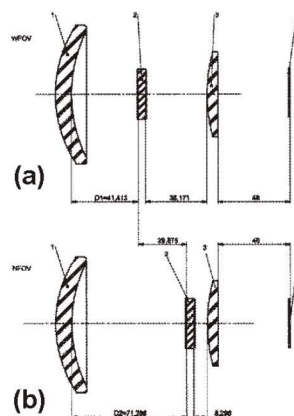


Fig. 1

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).



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2019 00522
Data depozit 29-08-2019

Sistem optic termal bifocal cu element difractiv pentru domeniul spectral LWIR

Această invenție reprezintă o îmbunătățire a sistemului optic cu două distanțe focale, destinat formării imaginii în camerele de termoviziune care lucrează în domeniul spectral LWIR (Long Wave Infra Red) descris în cererea de brevet nr. [1], prin realizarea corecției aberațiilor cromatice superioare folosind o lentila care are pe suprafața ei o structură difractivă. Se cunoaște faptul că pe plan mondial s-au realizat obiective cu două distanțe focale pentru camerele de termoviziune, cu diferite nivele de performanță în ceea ce privește cerințele principale ca distanțe de lucru, rezoluție, câmp obiect, etc.

Dezavantajele sistemelor de acest tip cunoscute constau în

- fie un număr mai mic de componente și lentile dar performanțe optice mai scăzute;
- fie un număr similar de componente dar construcții mult mai complexe cu un număr mai mare de lentile;

În acest sens, sistemul propus poate fi considerat optimal.

Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție constă în realizarea unui sistem optic termal cu două distanțe focale și cu numere de apertură mici dar superior față de sistemul descris în cererea de brevet [1] din punct de vedere al corecției aberației cromatice.

Sistemul optic termal bifocal, conform invenției, numit în continuare obiectiv, este format din trei lentile dintre care prima și a treia lentilă au poziții fixe, iar a doua lentilă este mobilă deplasându-se între două poziții corespunzătoare distanțelor focale minime de 45 mm și respectiv maxime, de 135 mm, imaginea formându-se pentru ambele poziții ale celei de-a doua lentile pe suprafața detectorului.

Corespunzător celor două distanțe focale, obiectivul are numerele de apertură $\#F = 1.1$ și respectiv $\#F = 1.6$

Sistemul este caracterizat de o distribuție de puteri ale celor trei componente dată de următoarele rapoarte între puterea componentei "i", unde $i=1,2,3$ și puterea sistemului (în radiația de 10 micrometri) în cazul focalei mai mici (puterea maximă):



- 1) $P1/P_{max} = 0.472$
- 2) $P2/P_{max} = -2.538$
- 3) $P3/P_{max} = 1.636$

Pentru cazul focalei mai mari (puterea minimă) aceste rapoarte se multiplică cu 3.

- 1) $P1/P_{min} = 1.416$
- 2) $P2/P_{min} = -7.614$
- 3) $P3/P_{min} = 4.908$

Aceste distribuții de puteri sunt identice cu cele descrise în [1] cu singura deosebire că lentila 2 are pe prima sa suprafață o structură difractivă.

Folosind relația de aproximație liniară (5.8) din [2] pentru indicii de refracție pe domeniul de lungimi de undă de lucru [9 μm : 12 μm] obținem pentru constanta de dispersie D

$$n(\lambda) = n_0 - D(\lambda - \lambda_0)$$

$$D = -0.0009593 [\mu\text{m}^{-1}]$$

Relația care leagă distanța focală a elementului difractiv corector, F_{d0} , de distanța focală a elementului refractiv F_{r0} a cărei aberație cromatică trebuie corectată

$$F_{d0} = \frac{n_0 - 1}{D\lambda_0} F_{r0}$$

Folosind exprimarea în puteri optice obținem că

$$P_{d0} = \frac{D\lambda_0}{n_0 - 1} P_{r0}$$

$$\text{unde } P_{d0} = \frac{1}{F_{d0}} \text{ și } P_{r0} = \frac{1}{F_{r0}}$$

Trebuie subliniat că aberația cromatică se face simțită în special în cazul distanței focale mari unde, la limita diametrul spotului ajunge de 0.08mm pentru focala de 135mm la $F\# = 1.6$ spre deosebire de 0.04mm pentru focala de 45mm cu $F\# = 1.1$.

Valoarea obținută pentru puterea elementului difractiv compensator este 0.0033 din puterea elementului refractiv, respectiv P_{min} , deci practic nesemnificativ pentru distribuția de puteri a sistemului.

Acest fapt a fost confirmat prin modelarea sistemului cu structura difractivă folosind aceleași lentile ca în [1]

Invenția asigură următoarele avantaje:



- greutate redusă datorită utilizării unui număr minim de lentile;
- număr de apertură mic;
- o îmbunătățire semnificativă a MTF, ceea ce conduce la o foarte bună calitate a imaginii formate de obiectiv pe suprafața detectorului;
- Invenția este utilă în echiparea camerelor termale fără răcire pentru domeniul 8-14 microni.

În cele ce urmează este prezentat un exemplu de realizare a invenției în legătură și cu figurile 1a, 1b și 2a, 2b care reprezintă :

Fig.1a - Schema optică a obiectivului cu lentila 2 în poziția corespunzătoare distanței focale minime ;

Fig.1b - Schema optică a obiectivului cu lentila 2 în poziția corespunzătoare distanței focale minime maxime;

Sistemul optic termal bifocal, conform invenției, numit în continuare obiectiv cu elemente difractive, este format din trei lentile, lentila 1, lentila 2 și lentila 3, realizate din Germaniu , dintre care lentila 1 și lentila 3 au poziții fixe, iar lentila 2 cu structura difractivă este mobilă, deplasându-se între două poziții corespunzătoare distanțelor focale minime de 45 mm și respectiv maxime, de 135 mm. imaginea formându-se pentru ambele poziții ale lentilei 2 pe suprafața detectorului 4.

O posibilă realizare a obiectivului cu elemente difractive, este aceea pentru domeniul LWIR (Long Wave Infra Red), în care imaginea se formează pentru ambele poziții ale lentilei 2, pe suprafața detectorului 4 al camerei termale, la 48mm față de suprafața ultimei lentile. Conform fig.1a și 1b, schema optică a obiectivului cu elemente difractive, este alcătuită din lentila 1 cu ambele suprafețe sferice, lentila 2 cu prima suprafața asferică și cu o structură difractivă iar lentila 3 cu prima suprafața asferică. Celelalte suprafețe ale lentilelor sunt sferice.

Conform schemei optice prezentate în figurile 1a, 1b, lentilele 1 și 3 au poziții fixe, iar lentila 2 este mobilă, deplasându-se automat între două poziții corespunzătoare distanțelor focale minime de 45 mm și respectiv maxime, de 135 mm, imaginea formându-se pentru ambele poziții ale lentilei 2 pe suprafața detectorului 4.

Cele două distanțe focale se obțin prin deplasarea lentilei 2 din sistem între cele două poziții de lucru WFOV (Wide Field Of View) și NFOV (Narrow Field Of View).



În tabelul 1a este descrisă aceasta realizare a sistemului în starea în care, aceasta are distanța focală de 45mm.

Tabelul 1a

	Raza	Distanțe	Material	Coeficientii suprafeței asferice pentru puterile pare (2,4,6,8,și 10) ale înălțimii				
				α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
Lentila 1	79.760	10.00	GERMANIU					
	90.250	42.17						
Lentila 2	-133.710	4.45	GERMANIU	4.0583887E-04	-1.7192440E-07	-2.3830541E-09	2.1415850E-11	-5.1047206E-14
	165.100	38.30						
Lentila 3	100.570	7.00	GERMANIU	1.89451E-04	-5.2352E-07	9.46738E-11	-1.57525E-13	1.09618E-16
	-1795.32	47.08						

În tabelul 1b este descrisă starea sistemului după deplasarea lentilei 2 corespunzătoare distanței focale de 135mm.

Tabelul 1b

	Raza	Distanțe	Material	Coeficientii suprafeței asferice pentru puterile pare (2,4,6,8,și 10) ale înălțimii				
				α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
Lentila 1	79.7600	10.00	GERMANIU					
	90.250	71.09						
Lentila 2	-133.71	4.45	GERMANIU	4.05839E-04	-1.71925E-07	-2.38305E-09	2.14159E-11	-5.1047E-14
	165.100	0.38						
Lentila 3	100.570	7.00	GERMANIU	1.89451E-04	-5.2352E-07	9.46737E-11	-1.57525E-13	1.09618E-16
	-1795.320	47.08						

Deplasarea lentilei 2 se face pe o distanță de 29.875mm pentru a trece de la distanța focală de 45mm, la distanța focală de 135mm.

Invenția este caracterizată de conceperea unui sistem optic termal bifocal cu numere de apertură mici (1.1 și respectiv 1.6), prin utilizarea unui număr minim de



5

lentile , trei, cu ultimele două având câte o suprafață asferică, lentila a 2-a fiind și structurată pentru obținerea unor caracteristici difractive. Suprafata asferica și difractivă este caracterizată de ecuațiile folosite in aplicația Zemax [3]

$$z_{Asph} = \frac{cr^2}{\sqrt{1 - (1+k)c^2r^2}} + \alpha_1 r^2 + \alpha_2 r^4 + \alpha_3 r^6 + \alpha_4 r^8 + \alpha_5 r^{10} + \alpha_6 r^{12} + \alpha_7 r^{14} + \alpha_8 r^{16}$$

$$z_p = \beta_1 r^2 + \beta_2 r^4 + \beta_3 r^6 + \beta_4 r^8 + \beta_5 r^{10} + \beta_6 r^{12} + \beta_7 r^{14} + \beta_8 r^{16}$$

$$z_{Diff} = (z_p - \text{Sign}(z_p) * \text{Floor}(\text{Abs}(z_p)))P$$

$$z_{Total} = z_{Asph} + z_{Diff}$$

Valorile acestor coeficienți sunt prezentate mai jos. Coeficienții de ordin superior care nu sunt menționați sunt nuli.

$$c = -0.00747887218607433;$$

$$k = 0;$$

$$\alpha(1) = 3.6586182e-004$$

$$\alpha(2) = -1.9378350e-007$$

$$\alpha(3) = -1.9838581e-009$$

$$\alpha(4) = 1.9424802e-011$$

$$\alpha(5) = -4.7769797e-014$$

Diffractive coefficients

$$P = -0.0034958$$

$$\beta(1) = -1.2090588e-002$$

$$\beta(2) = 0.0000000e+000$$

$$\beta(3) = 0.0000000e+000$$

$$\beta(4) = 0.0000000e+000$$

$$\beta(5) = 0.0000000e+000$$

BIBLIOGRAFIE

[1] Cerere de brevet A/00848/17.11.2015

[2] G.J. Swanson ; "Binary Optics Technology: The theory and design of multi-level diffractive optical elements" , Massachusetts Institute of Technology , 14 August 1989; Technical Report 854

[3] Zemax . Optical Design Program, User's Manual , July 8,2011



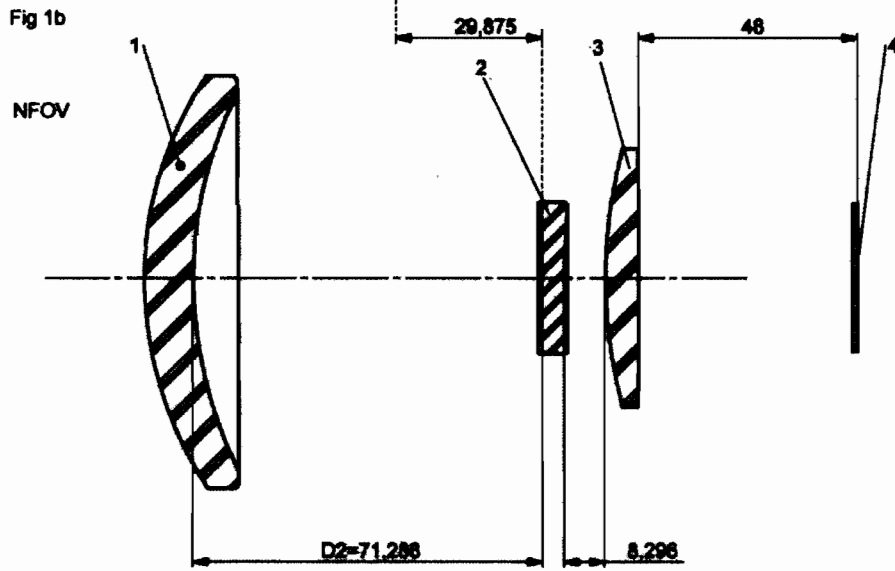
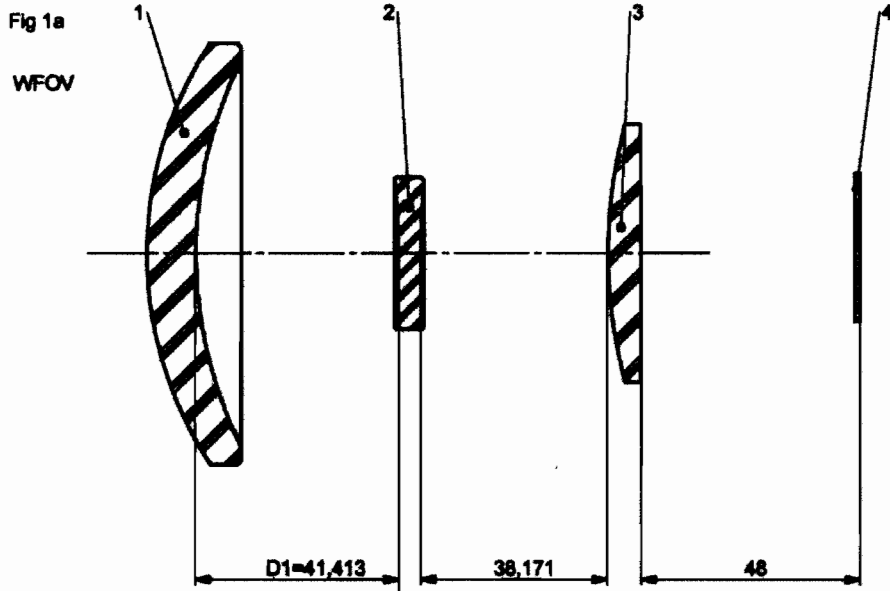


REVENDICĂRI

1. Sistem optic termal bifocal cu distanțe focale de 45 mm și respectiv 135 mm, cu schema optică alcătuită din trei lentile de Germaniu, **caracterizat prin aceea că una dintre cele 3 lentile, lentila (2) are o suprafață asferică și este structurată pentru efect difractiv, conform descrierii și fig. 2, ceea ce conduce la o corecție superioară a cromatismului, prima lentilă (1) având ambele suprafețe sferice și a treia lentilă (3) având prima suprafață asferică, celelalte suprafețe ale lentilelor (2,3) fiind sferice, a doua lentilă (2) fiind mobilă, prima și a treia lentilă (1) și (3) având poziții fixe, iar a doua lentilă (2), deplasându-se automat între cele două poziții corespunzătoare distanțelor focale minime de 45 mm și respectiv maxime, de 135 mm, imaginea formându-se pentru ambele poziții ale celei de-a doua lentile (2) pe suprafața detectorului (4), situat la 48 mm de suprafața celei de-a treia lentile (3).**



DESENE



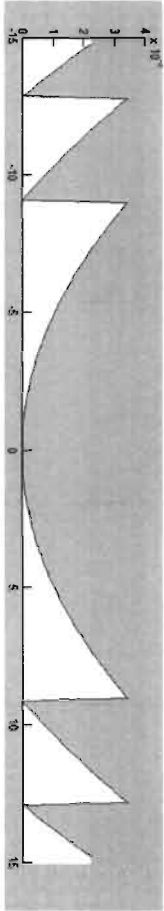


Fig 2 Profilul suprafeței elementului difractiv