

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2022 00286

(22) Data de depozit: 25/05/2022

(41) Data publicării cererii:
29/11/2023 BOPI nr. 11/2023

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

(72) Inventatori:
• URSU VASILE DĂNUȚ,
ALEEA BARAJUL SADULUI NR.3-5,
BL.N12-N13, SC.B, ET.6, AP.124,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• SOROHAN GEORGETA, BD. LACUL TEI
NR. 109, BL. 13A, SC. A, AP. 32,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;
• GEORGESCU MUGUREL,
STR. MITROPOLIT VARLAAM, NR.50,
AP.13, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;
• MARIA IONUȚ BOGDAN,
CALEA VICTORIEI NR. 142, SC. D, ET. 4,
AP. 21, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;

• MARIN CONSTANTIN, STR.COL.IOSIF
ALBU, NR.88, BL.B, SC.1, ET.6, AP.52,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• BORCAN OCTAVIA, STR.AVRAM ANDREI
POPOVICI, NR.6A, BL.6, SC.B, AP.28,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;
• CHIRICĂ IONELA, STR.FOIȘORULUI,
NR.5, BL.F4C, SC.1, PARTER, AP.04,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• KUSKO MIHAI, STR.DR.IACOB FELIX
NR.59, ET.7, AP. 32, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;
• KUSKO CRISTIAN, STR.PLUTAȘILOR,
NR.85, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;
• REBIGAN ROXANA ILEANA,
STR.TOAMNEI NR.8, ET.2, AP.11,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;
• CRISTEA MIHAELA DANA, STR.TUNARI
NR. 62, BL. 24D, SC. A, AP. 29, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) SISTEM OPTIC CU ZOOM CONTINUU PENTRU DOMENIUL
SPECTRAL MWIR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem optic cu distanță focală variabilă, având un raport de zoom de 20x și o apertură de maxim 3,8 și care poate fi folosit ca sistem optic pentru formarea unei imagini în mod continuu, într-o cameră de termoviziune cu răcire care lucrează în domeniul spectral MWIR, adică de la 3μm la 5μm. Sistemul optic, conform invenției, este realizat din cinci grupuri distincte de lentile (G1, G2, G3, G4, G5) având distanțele focale în raport cu focala minimă a sistemului de zoom în imita de ± 5%. Variația distanței focale se realizează prin deplasarea corelată a grupurilor de lentile G2, G3 și G4 față de grupurile fixe G1 și G5, iar prin modificarea distanțelor d1, d2, d3 și d4, în timp ce poziția planului imagine se menține fixă pe planul de detecție, este asigurată o structură specifică camerelor de termoviziune cu răcire care cuprinde o fereastră de intrare, o diafragmă de apertură și detectorul propriu-zis.

Revendicări: 4
Figuri: 3

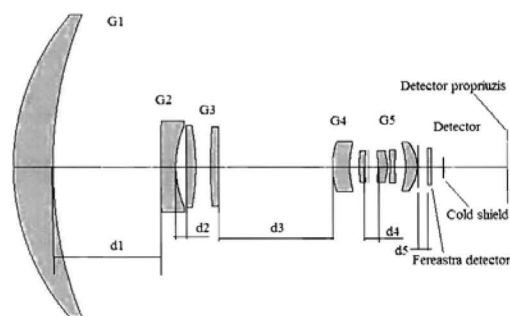


Fig. 3

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, 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. *02022 00286*
Data depozit *25-05-2022*

RO 137794 A2

16

Sistem optic cu zoom continuu pentru domeniul spectral MWIR

Invenția se referă la un sistem optic cu distanță focală variabilă controlat în mod continuu (zoom) cu rolul de a fi folosit ca sistem optic pentru formarea imaginii în camerele de termoviziune care lucrează în domeniul spectral MWIR (Medium Wave Infrared Range) adică de la $3\mu\text{m}$ la $5\mu\text{m}$. În general, rolul acestui tip de sisteme este acela de a permite formarea imaginilor folosind diferite distanțe focale, deci grad de detaliere și implicit câmp diferit.

Este cunoscut faptul că pe plan mondial s-au realizat sisteme optice similare pentru camerele de termoviziune MWIR, cu diferite nivele de performanță în ceea ce privește cerințele principale ca, de exemplu,

- domeniul de distanțe focale, este dat de raportul $F'_{\text{max}}/ F'_{\text{min}}$ (raportul de zoom)
- câmpul în planul imagine (dimensiunea detectorului)
- rezoluția detectorului
- numărul de deschidere (raportul dintre distanța focală și pupila de intrare), $F\#$
- numărul de grupuri semnificative
- numărul de componente
- complexitatea ecuațiilor de deplasare

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui sistem optic de tip zoom cu caracteristici bine definite de parametri de performanță ai sistemului optic și se referă la domeniul de variație a distanțelor focale și la numărul de deschidere:

- | | |
|---|------------------|
| - raportul de zoom (raportul $F'_{\text{max}}/ F'_{\text{min}}$) | $Z=20x$ |
| - câmpul în planul imagine (dimensiunea detectorului) | 15 mm |
| - rezoluția detectorului | 10 μm |
| - numărul de deschidere, | $F\# =3.8$ |
| - numărul de grupuri semnificative | 5 grupuri |
| - numărul de componente | 9 componente |

Acest sistem este destinat să lucreze cu o cameră cu răcire ceea ce impune o structură aparte . Este cunoscut că în camerele cu răcirea detectorului diafragma de apertură este parte integrantă a detectorului și este așa numita componentă "cold shield". În aceste sisteme detectorul are următoarea structură

- fereastra de intrare a detectorului;
- diafragma de apertură ("cold shield".);
- detectorul propriuzis;

Aceasta este o componentă care este situată în fața detectorului propriu zis și este răcită și ea, pentru a elimina radiația parazită.

Apertura ansamblului sistem optic – detector este determinată de detector. Dacă apertura sistemului optic este semnificativ mai mare, $F\#$ mai mic, decât a detectorului atunci sistemul optic este numai parțial folosit. Dacă apertura sistemului optic este mai mică decât a detectorului, $F\#$ mai mare, atunci imaginea este formată cu contribuția



unor radiații parazite ceea ce conduce la o calitate mai scăzută a contrastului în imagine.

Invenția prezintă un sistem optic care are avantajul unui număr de deschidere, $F\#$, puțin mai mic ($F\# = 3.8$) în comparație cu apertura detectorului pentru care este destinat să lucreze ($F\# = 4$), fiind optimal din acest punct de vedere.

Sistemul este caracterizat de existența a 5 grupuri distincte de lentile (G1, G2, G3, G4 și G5) având parametrii definatorii dați de distanța focală minimă a sistemului zoom.

Sistemul este caracterizat de o anumită distribuție de puteri optice (inversul distanțelor focale) între grupurile de lentile componente. Distanțele focale ale celor patru grupuri sunt date de coeficienții din tabelul 1 multiplicați cu focala minimă a sistemului zoom.

Tabel 1 Rapoartele dintre distanțele focale ale grupurilor componente și focala minimă a sistemului zoom. Aceste rapoarte se păstrează prin scalarea sistemului.

Grup	Coeficient focala grup calculat ca raport dintre focala grupului și focala minima a asistemului zoom
G1	3.43
G2	-0.64
G3	1.38
G4	1.85
G5	0.45

Grupul de lentile G5 este destinat realizării condiției ca diafragma de apertură să fie situată după ultima lentilă a obiectivului, imediat înaintea planului de formare a imaginii și este caracterizat de un raport de mărire $\beta = -2.9$.

În reprezentarea paraxială distanțele care asigură realizarea domeniului de distanțe focale se modifică în conformitate cu tabelul 2 și figura1, coloana a 2-a.

Tabel 2 Rapoartele distanțelor dintre grupurile componente cu focala minimă a sistemului zoom pentru diferite rapoarte de zoom

	Z=20	Z=13.3	Z =8.3	Z=4.	Z=2.4	Z=1.3	Z=1
D1_pax	2.533	2.478	2.361	2.075	1.663	1.183	0.954
D2_pax	0.270	0.685	1.136	1.572	2.195	2.873	3.236
D3_pax	2.114	1.626	1.212	1.013	0.831	0.684	0.532
D4_pax	0.650	0.773	0.871	0.910	0.873	0.842	0.859

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

Fig.1 – In a doua coloana schemele optice ale obiectivului in care grupurile de lentile G1, G2, G3,G4 și G5 sunt prezentate ca lentile subțiri în configurații pentru diferite rapoarte de zoom



În a treia coloană sunt reprezentate schemele optice ale obiectivului în care lentilele sunt prezentate ca lentile cu grosime finită, în configurații pentru diferite rapoarte de zoom

Fig.2 – Mod de realizare a sistemului optic zoom de această dată cu lentile groase în configurația de zoom maxim

Un exemplu de realizare a obiectivului pentru domeniul MWIR, cu o focală minimă de 16.5mm respectiv o focală maximă de 330mm, cu un raport de zoom de 20x, cu un număr de apertură, #F, de maxim 3.8, în legătură cu figurile. 1, 2 și 3 și cu tabelele 1, 2, 3 și 4 este aceea, caracterizat prin aceea ca este realizat din 5 grupuri de lentile având distanțele focale în rapoartele cu focala minimă a sistemului zoom indicate în Tabelul 1, cu schema optică alcătuită din 9 componente structurate în 5 grupuri de lentile G1, G2, G3, G4 și G5, având parametrii definitorii dați de distanța focală minimă a sistemului zoom, calitatea de obiectiv zoom, adică variația distanței focale, fiind realizată prin deplasarea corelată a grupurilor de lentile G2, G3 și G4 față de grupurile fixe G1 și G5, prin modificarea distanțelor d_1 , d_2 , d_3 și d_4 , în timp ce poziția planului imagine se menține fixă, în planul detectorului D, G1 fiind un grup fix format dintr-o lentilă din siliciu cu putere optică pozitivă, conform tabelului 1, cu prima suprafață sferică și a doua asferică, G2 un grup mobil format dintr-o lentilă din germaniu cu putere negativă având o suprafață asferică, difractivă, G3 un grup mobil format din două lentile cu puteri pozitive din siliciu care alcătuiesc un dublet cu putere optică pozitivă, fiecare dintre aceste lentile având o suprafață asferică, G4 un grup mobil format dintr-o lentilă pozitivă din siliciu cu o suprafață asferică și un menisc din germanium, acest grup având o mișcare pe un domeniu de maxim e20% din F_{min} unde F_{min} este focala minimă și G5, un grup fix de trei lentile, prima fiind un menisc din germanium cu o suprafață difractivă, următoarea o lentilă negativă din siliciu și a treia un menisc cu o suprafață asferică, cu partea convexă către planul imagine, sistemul optic conform invenției având domeniul de variație a distanțelor focale în intervalul 16.5 –330mm, destinat realizării condiției ca diafragma de apertură să fie situată după ultima lentilă a obiectivului, imediat înaintea planului de formare a imaginii, caracterizat de un raport de mărire $\beta = -2.9.$, reprezentarea structurilor grupurilor de lentile G1, G2, G3 G4 și G5, fiind în acest caz conformă cu figura 2 și Tabelul 3, pentru realizarea diferitelor configurații ale sistemului, distanțele variabile având valorile în conformitate cu Tabelul 4.

Tabel 3 Structura sstemului optic zoom prezentata ca materializare a brevetului

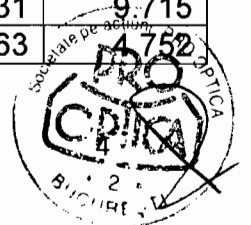
Dioptru Nr	Raza	Grosime la centru	Material	Conicitate	Grup	Tip suprafata
1	73.000	12.45	SILICON		G1	
2	-970.151	d_1 variabil		1.77E+01	G1	Asferica de tip par
3	34739.863	4.70	GERMANIUM	-9.97E+39	G2	Asferica de tip par si difractiva



4	32.000	d2 variabil			G2	
5	2011.400	3.20	SILICON	1.57E+04	G3	
6	-69.150	4.68			G3	
7	169.000	2.42	SILICON		G3	
8	286.830	d3 variabil		1.63E+01	G3	Asferica de tip par
9	14.522	5.40	SILICON	-2.30E-01	G4	Asferica de tip par
10	26.500	2.99			G4	
11	32.800	1.75	GERMANIUM		G4	
12	31.300	d4 variabil			G4	
13		2.97				
14	-18.900	2.87	GERMANIUM		G5	
15	347.360	0.89		-9.91E+39	G5	Asferica de tip par si difractiva
16	-77.100	1.50	SILICON		G5	
17	34.521	3.37		1.98E+01	G5	Asferica de tip par
18	-25.000	3.66	SILICON		G5	
19	-11.956	0.33		1.94E-01	G5	Asferica de tip par
20		3.00				
21		1.00	SILICON		Det	
22		3.70			Det	
23		0.30	GERMANIUM	Det		
24		20.45		Det		

Tabel 4

Distanta	Config 1	Config 2	Config 3	Config 4	Config 5	Config 6	Config 7
d1	33.806	32.896	30.961	26.251	19.449	11.521	7.743
d2	3.081	9.934	17.377	24.560	34.844	46.022	52.027
d3	35.827	27.773	20.952	17.661	14.652	12.231	9.715
d4	1.309	3.326	4.947	5.593	4.984	4.463	4.752



REVEDICĂRI

1. Sistem optic zoom pentru domeniul MWIR, cu o focală minimă de 16.5mm respectiv o focală maximă de 330mm, cu un raport de zoom de 20 x și un număr de apertură, #F, de maxim 3.8, **caracterizat prin aceea că** este realizat din 5 grupuri de lentile având distanțele focale în rapoartele cu focala minimă a sistemului zoom indicate în Tabelul 1, cu schema optică alcătuită din 9 componente structurate în 5 grupuri de lentile G1, G2, G3 G4 și G5, având parametrii definatorii dați de distanța focală minimă a sistemului zoom, calitatea de obiectiv zoom, adică variația distanței focale, fiind realizată prin deplasarea corelată a grupurilor de lentile G2, G3 și G4 față de grupurile fixe G1 și G5, prin modificarea distanțelor d_1 , d_2 , d_3 și d_4 , în timp ce poziția planului imagine se menține fixă, în planul detectorului propriuzis (figura 2).
2. Sistem optic zoom conform revendicării 1 **caracterizat prin aceea că** grupurile G1, G2, G3, G4 și G5 au următoarele structuri: G1 – un grup fix format dintr-o lentilă din siliciu cu putere optică pozitivă (vezi tabelul 1) cu prima suprafață sferică și a doua asferică, G2 un grup mobil format dintr-o lentilă din germaniu cu putere negativă având o suprafață asferică, difractivă, G3 grup mobil format din două lentile cu puteri pozitive din siliciu care alcătuiesc un dublet cu putere optică pozitivă, fiecare dintre aceste lentile având o suprafață asferică, G4 grup mobil format dintr-o lentilă pozitivă din siliciu cu o suprafață asferică și un menisc din germanium, acest grup având o mișcare pe un domeniu de maxim $0.2F_{min}$ unde F_{min} este focala minimă, G5 un grup fix de trei lentile, prima un menisc din germanium cu o suprafață difractivă, următoarea o lentilă negativă din siliciu și ultima un menisc cu o suprafață asferică cu partea convexă către panul imagine, destinat realizării condiției ca diafragma de apertură să fie situată după ultima lentilă a obiectivului, imediat înaintea planului de formare a imaginii, caracterizat de un raport de mărire $\beta = -2.9$.
3. Sistem optic zoom conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** distanțele dintre grupurile G1, G2, G3 și G4, sunt în rapoarte cu distanța focală minimă F_{min} a sistemului zoom date de **Tabel 1 și Tabel 2** în limita a $\pm 5\%$.
4. Sistem optic zoom conform revendicării 1,2, și 3 **caracterizat prin aceea că** poate fi materializat în conformitate cu datele din **Tabelul 3 și Tabelul 4**



	Schema în paraxial	Schema reală
Config 2 Z= 13.3x		
Config 3 Z= 8.3x		
Config 4 Z= 4.7x		
Config 5 Z= 2.4x		
Config 6 Z = 1.3		
Config 7 Z= 1x		

Fig 1 Mod de realizarea a invenției sub forma unui sistem zoom pentru domeniul spectral MWIR - Coloana 1 reprezintă configurația, coloana 2-a arată schema paraxială corespunzătoare configurației, iar coloana a treia indică scheme cu lentile cu grosimi finite, pentru diferitele configurații

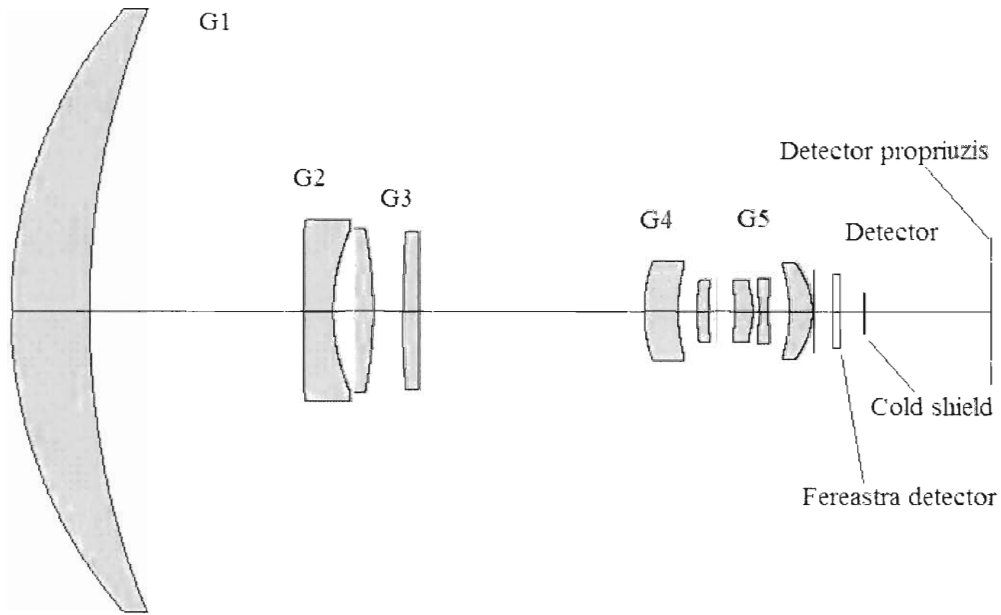


Fig 2 Mod de realizarea a invenției sub forma unui sistem zoom pentru domeniul spectral MWIR – Configurația cu zoom maxim $Z = 20$

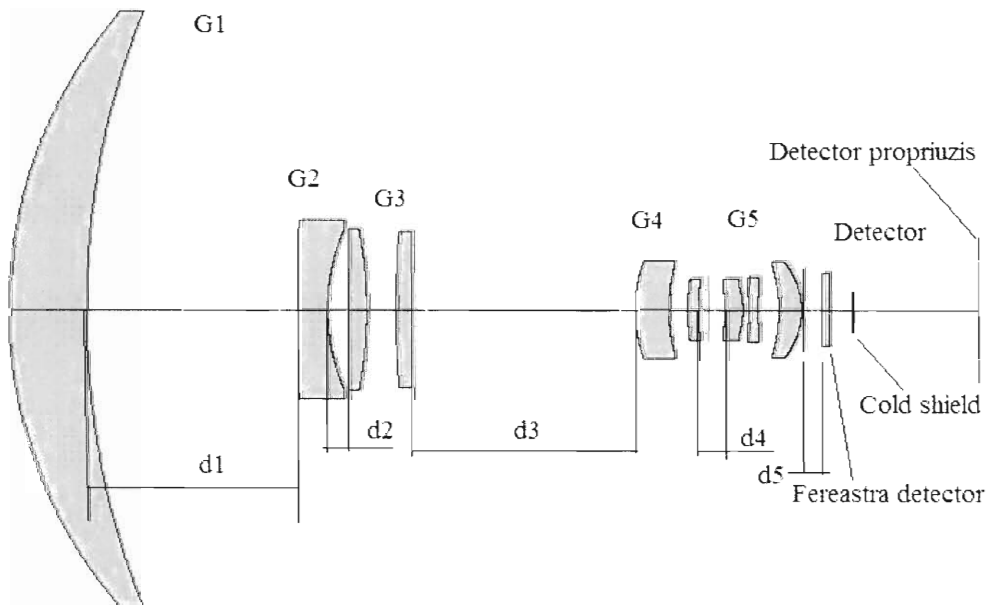


Fig. 3 Aceeași reprezentare ca în figura 2, cu indicarea distanțelor variabile