



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 01080

(22) Data de depozit: 10/12/2018

(41) Data publicării cererii:
30/07/2020 BOPI nr. 7/2020

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL DE OPTOELECTRONICĂ
S.A., STR. GHEORGHE PETRASCU 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;
• MARIN CONSTANTIN, STR. IALOMIȚEI,
NR. 9, BL. B35, SC. A, AP. 9, ET. 4,
SLOBOZIA, IL, RO

(54) SISTEM OPTIC CU FOCALA VARIABILĂ (ZOOM)
PENTRU DOMENIUL SPECTRAL SWIR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem optic cu distanță focală variabilă, care poate fi folosit împreună cu un sistem detector pentru domeniul spectral al radiațiilor infraroșii cu lungime de undă scurtă, SWIR. Sistemul optic, conform invenției, este alcătuit din patru grupuri de lentile (G1, G2, G3 și G4), astfel: primul grup de lentile (G1) format dintr-un dublet și o lentilă singulară, având raportul dintre distanța focală a grupului și distanța focală minimă a sistemului de 6, 17, al doilea grup de lentile (G2) format dintr-o lentilă singulară și un dublet, având raportul dintre distanța focală a grupului și distanța focală minimă a sistemului de -1,84, al treilea grup de lentile (G3) format dintr-un dublet, având raportul dintre distanța focală a grupului și distanța focală minimă a sistemului de 2,95, și al patrulea grup de lentile (G4) format dintr-un dublet și o lentilă singulară, având raportul dintre distanța focală a grupului și distanța focală minimă a sistemului de 3, 61, în care variația distanței focale se realizează prin deplasarea corelată a celui de-al doilea și celui de-al treilea grup de lentile (G2 și G3), în timp ce distanța de la al patrulea grup de lentile (G4) până la planul imagine se menține fixă.

Revendicări: 4
Figuri: 2

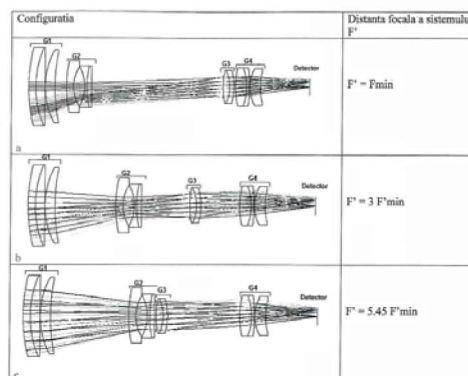


Fig. 2



Sistem optic cu focala variabila pentru domeniul spectral SWIR

Invenția se referă la un sistem optic cu focala variabilă (zoom) care poate fi folosit împreună cu un sistem detector pentru domeniul spectral SWIR (Short Wave Infrared) adică de la $0.9\mu\text{m}$ la $1.7\mu\text{m}$. Observarea cu un astfel de sistem optic în acest domeniu spectral prezintă avantaje legate de calitate a imaginii în cazul observării în condiții de atmosferă încărcată cu umiditate (ceată, nori).

Pe plan mondial există tendința de utilizare a acestui tip de sisteme optice cu distanța focală, F' , variabilă denumite în continuare sisteme optice de tip zoom în domeniul spectral SWIR cu diferite performanțe legate de următoarele criterii:

- domeniul de distanțe focale, este dat de raportul $F'_{\text{max}}/F'_{\text{min}}$ (raportul de zoom)
- câmpul în planul imagine (dimensiunea detectorului)
- numărul de deschidere (raportul dintre 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 parametrii de performanță ai sistemului optic și se referă la distanțele focale acoperite (domeniul de variație a distanțelor focale) și numărul de deschidere:

- raportul de zoom (raportul $F'_{\text{max}}/F'_{\text{min}}$) $Z=5.45x$
- câmpul în planul imagine (dimensiunea detectorului) 16 mm
- numărul de deschidere, (raportul dintre distanța focală și pupila de intrare) $F\# = 3.5$
- numărul de grupuri semnificative 4 grupuri
- numărul de componente 11 componente
- distanța liberă de 2x focală minimă
- ecuație de deplasare simplă

Invenția are avantajul unui număr de deschidere, $F\#$, relativ mai mic ($F\# = 3.5$) în comparație cu alte sisteme zoom similare pentru același domeniu spectral care au $F\#$ între 4 și 5. Această caracteristică oferă un spor de luminozitate

Sistemul este caracterizat de existența a 4 grupuri distincte de lentile ($G1, G2, G3$ și $G4$) având parametrii definatorii dați de distanța focală minimă a sistemului zoom (vezi figurile 1a, 1b, 1c)

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 înmulțiți cu focală minimă a sistemului zoom.

Tabel 1 Rapoartele distanțelor focale ale grupurilor componente cu focală minimă a sistemului zoom

Grup	Coefficient focala grup
G1	6.17
G2	-1.84
G3	2.95
G4	3.61

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

Fig.1 - Schema optică a obiectivului în care grupurile de lentile G1, G2, G3 și G4 sunt prezentate ca lentile subtiri, grupurile G2 și G3 fiind prezentate în pozițiile extreme, 1a - corespunzătoare unei distante focale F' a sistemului egală cu distanța focală minimă, $F' = F_{\min}$, 1c - corespunzătoare unei distante focale F' egală cu $5.45 F'_{\min}$, și respectiv, $F' = 3 F'_{\min}$ (configurația 1b);

Fig.2 – Mod de realizare a sistemului optic zoom de aceasta dată cu lentile groase în configurațiile prezentate în figura 1.

Sistemul optic cu distanța focală variabilă, conform invenției, este alcătuit din patru grupuri de lentile dintre care două fixe și două mobile, astfel:

G1 – un grup fix de lentile cu putere optică pozitivă (vezi tabelul 1) format dintr-un dublet și o lentilă singulară, G2 – un grup mobil de lentile cu putere optică negativă (vezi tabelul 1) format dintr-o lentilă singulară și un dublet, G3 – grup mobil format din două lentile care alcătuiesc un dublet cu putere optică pozitivă (vezi tabelul 1) și G4 – un grup fix de lentile cu putere pozitivă (vezi tabelul 1) format dintr-un dublet și o lentilă singulară.

Exemplul de realizare prezentat este pentru domeniul SWIR, în care atât în configurațiile corespunzătoare pentru pozițiile extreme ale grupurilor mobile G2 și G3 cât și pentru pozițiile intermediare ale acestora, imaginea se formează pe suprafața detectorului **D**, la distanța d_4 egală cu 2.06 mm față de suprafața ultimei lentile a grupului G4. Conform fig.1 și 2, schema optică a obiectivului este alcătuită din 11 lentile structurate în 4 grupuri de lentile după cum urmează: grupul fix G1 cu putere optică negativă (vezi tabelul 1) format dintr-un dublet și o lentilă singulară convex-concavă, grupul mobil G2 cu putere optică negativă (vezi tabelul 1) format dintr-un dublet și o lentilă plan-convexă orientate cu suprafața plană spre grupul mobil G3 care este format dintr-un dublet cu putere optică pozitivă (vezi tabelul 1) și grupul fix G4 cu putere optică pozitivă (vezi tabelul 1) format dintr-un dublet și o lentilă singulară convex-concavă situată la distanța d_4 de planul imagine (detector).

Calitatea de obiectiv zoom, adică variația distanței focale, este realizată prin deplasarea corelată a grupurilor de lentile G2 și G3 deci prin modificarea distanțelor d_1 , d_2 și d_3 din figurile 1, a, 1b, și 1c. Distanța d_4 reprezintă distanța de la grupul G4 care este fix la planul imagine. Grupul G1 este și el fix.

Tabel 2 Rapoartele distantelor dintre grupurile componente cu focala minima a sistemului zoom (vezi figurile 1a,1b si 1c)

Distanta grup	Coefficienti distante pentru sistemul in configuratia focalei minime	Coefficienti distante pentru sistemul in configuratia unei focale egale cu $3f_{min}$	Coefficienti distante pentru sistemul in configuratia focalei maxime $5.46 f_{min}$
d1	1.15	2.64	3.11
d2	4.56	1.93	0.49
d3	0.08	1.21	2.18
d4	2.06	2.06	2.06

Distantele dintre grupurile de lentile sunt exprimate ca rapoarte cu distanta focala minima a sistemului zoom si se regasesc in Tabelul 2 in cele 3 configuratii prezentate in figurile 1 si 2:

- Configuratia 1 cand sistemul are focala minima (vezi figura 1 a)
- Configuratia 2 cand sistemul are o focala de trei ori mai mare decat focala minima (vezi figura 1b)
- Configuratia 3 cand sistemul are focala maxima (de 5.4 ori focala minima, vezi figura 1c)

O posibila realizare a obiectivului zoom , in legatura cu fig. 1 si 2 si cu tabelele 1, 2 si 3 este aceea pentru domeniul SWIR , in care imaginea se formeaza pe suprafata detectorului D (trebuie notat pe fig 2 detectorul, de ex. cu D) printr-o miscare automata corelata a grupurilor de lentile G2 si G3 fata de detectorul aflat la o distanta de aproximativ 2 ori focala minima a sistemului zoom (vezi d4 din Tabelul 2) fata de

Reprezentarea structurilor grupurilor de lentile este in acest caz conforma cu figura 2

In Tabelul 3 este prezentata o varianta de realizare a unui sistem optic zoom conform inventiei pentru domeniul de distante focale 22.85 --125mm.

- domeniul de distante focale (raportul de zoom) 22.85 --125mm
($Z=5.47x$)
- campul in planul imagine (dimensiunea detectorului) 16mm
- numarul de deschidere (raportul dintre focala si pupila de intrare) $F\# = 3.5$
- numarul de grupuri semnificative 4 grupuri
- numarul de componente 11 componente

Tabel 3 Structura sistemului optic zoom prezentata ca materializare a brevetului

Dioptru Nr	Raza	Grosime la centru	Material	Grup	Observatii
1	113.60	5.000	SF66	G1	
2	71.20	6.500	CAF2	G1	
3	Infinit	0.200		G1	
4	54.50	7.000	N-PK51	G1	
5	129.15	8.084*		G1	Grosime variabila
6	83.50	5.000	N-PK51	G2	
7	26.00	7.885		G2	
8	-29.00	1.500	N-FK51	G2	
9	60.00	3.500	SF66	G2	
10	Infinit	93.533*		G2	Grosime variabila
11	Infinit	0.190		G3	Diafragma de apertura
12	55.20	4.750	CAF2	G3	
13	-27.00	3.000	N-LAK9	G3	
14	-41.20	1.012*		G3	Grosime variabila
15	60.70	8.000	CAF2	G4	
16	-37.90	2.000	SF66	G4	
17	-105.70	0.193		G4	
18	27.00	7.450	N-PK51	G4	
19	44.00	35.204		G4	

20

REVENDICARI

1. Sistem optic zoom cu un raport de zoom de minim $5.4 \times$, cu un numar de apertura, #F, de maxim 3.5 caracterizat prin aceea ca este realizat din 4 grupuri de lentile avand distantele focale in rapoartele cu focala minima a sistemului zoom indicate in Tabelul 1 in limita a $\pm 10\%$ cu schema optică alcătuită din 11 componente structurate in 4 grupuri de lentile G1, G2, G3 si G4, calitatea de obiectiv zoom, adica variatia distantei focale, fiind realizata prin deplasarea corelata a grupurilor de lentile G2 si G3 deci prin modificarea distantelor d_1 , d_2 si d_3 din figurile 1,a,1b, si 1c, in timp e distanta d_4 de la grupul G4 la planul imagine se mentine fixa.
2. Sistem optic zoom conform revendicarii 1 **caracterizat prin aceea ca** grupurile G1, G2, G3 si G4 au urmatoarele structuri: G1 –grup de lentile cu putere pozitiva (vezi tabelul 1) format dintr-un dublet si o lentila singular, G2 – grup de lentile cu putere negativa (vezi tabelul 1) format dintr-o lentila singulara si un dublet, G3 –dublet cu putere pozitiva (vezi tabelul 1) si G4– grup de lentile cu putere pozitiva (vezi tabelul 1) format dintr-un dublet si o lentila singulara
3. Sistem optic zoom conform revendicarii 1, **caracterizat prin aceea ca** distantele dintre grupurile G1, G2, G3 si G4, sunt in conformitate cu rapoartele cu distanta focala F' a sistemului zoom prezentate in **Tabelului 2** in limita a $\pm 10\%$.
4. Sistem optic zoom conform revendicarii 1, **caracterizat prin aceea ca** poate fi materializat in structura si dimensiunile indicate in tabelul 3.

Joc

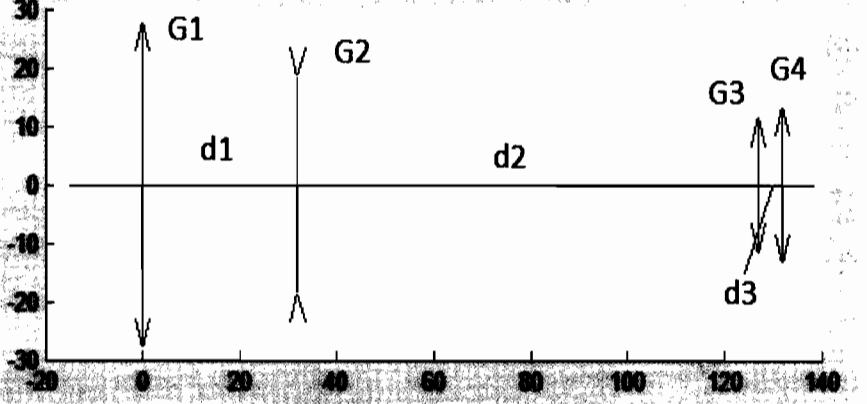
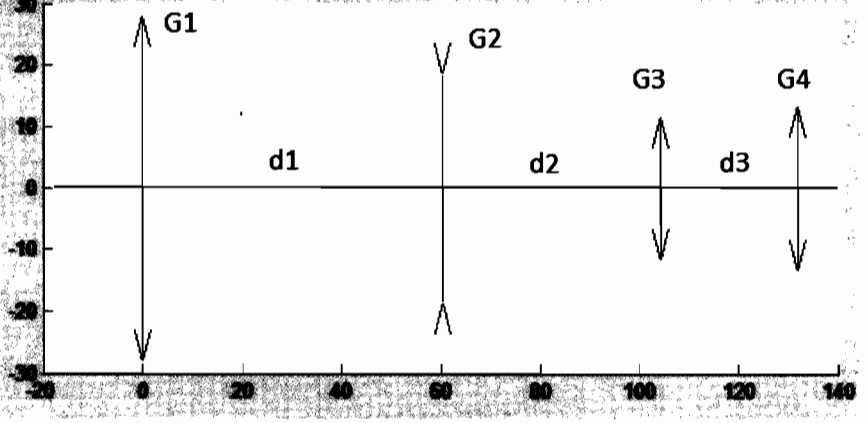
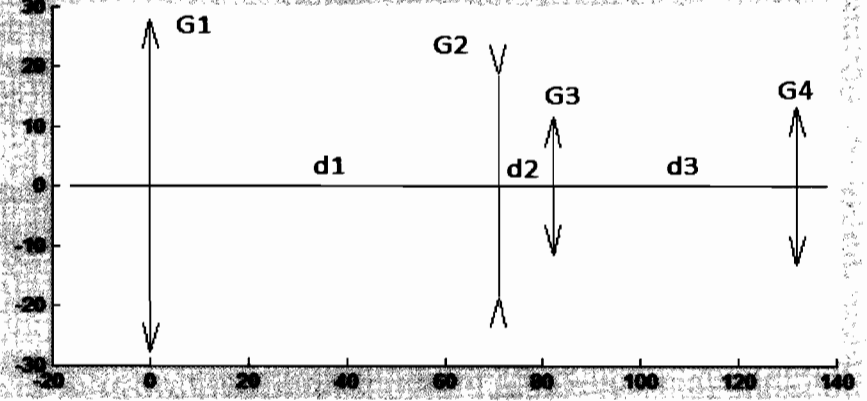
Configuratia	Distanța focală
 <p>a</p>	<p>Starea sistemului pentru situația</p> <p>$F' = F_{\min}$</p>
 <p>b</p>	<p>Starea sistemului pt situația</p> <p>$F' = 3 F'_{\min}$</p>
 <p>c</p>	<p>Starea sistemului pt situația</p> <p>$F' = 5.45 F'_{\min}$</p>

Fig 1 Mod de realizarea a invenției sub forma unui sistem zoom pentru domeniul spectral SWIR (d4 este distanța de la G4 la detector)


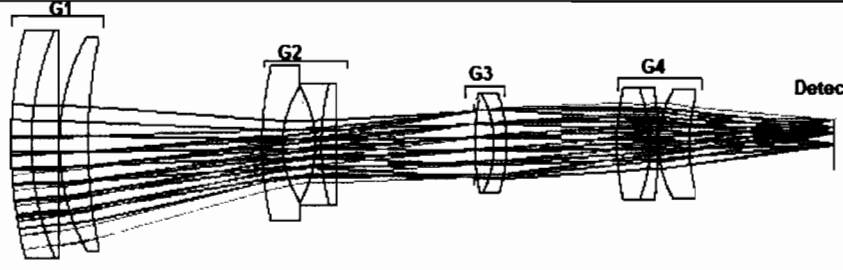
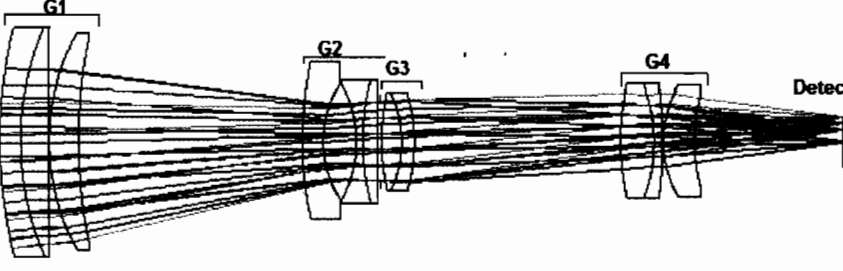
Configuratia	Distanța focală a sistemului, F'
<p>a</p> 	$F' = F_{min}$
<p>b</p> 	$F' = 3 F'_{min}$
<p>c</p> 	$F' = 5.45 F'_{min}$

Fig 2 Mod de realizarea a invenției sub forma unui sistem zoom pentru domeniul spectral SWIR – Drumuire prin sistemul optic prezentat în fig.1. imaginea se formează pe suprafața detectorului (pentru toate cele 3 stări prezentate planul imagine este același)