



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 01009**

(22) Data de depozit: **14/12/2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/11/2019** BOPI nr. **11/2019**

(41) Data publicării cererii:
30/06/2014 BOPI nr. **6/2014**

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

(72) Inventatori:
• **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;
• **SPULBER CĂTĂLIN**, DRUMUL TABEREI NR. 39, BL. 801, SC. 2, AP. 81, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;

• **NAZÎRU MIHAI**, STR. VULCAN JUDEȚU NR. 31-35, BL. 3A, SC. 2, AP. 74, SECTORUL 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• **VIȘAN VALENTIN**, STR. GH. PETRAȘCU NR. 53, BL. PM53, SC. A, ET. 4, AP. 19, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• **CALOEANU CORNELIA**, STR. GABROVENI NR. 61, SC. A, ET. 6, AP. 33, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
KR 20120093689 A; US 5926279; FR 2725101 A1

(54) **PROCEDEU ȘI SISTEM DE CONTROL A CORECTITUDINII POZIȚIEI DINTRE MATRICEA DE DETECȚIE ȘI AXA OPTICĂ A OBIECTIVULUI UNEI CAMERE TERMALĂ**



1 Prezenta invenție se referă la un procedeu și un sistem de control a corectitudinii
2 poziției dintre matricea de detecție și axa optică a obiectivului unei camere termale, în
3 vederea obținerii unei imagini de calitate care să asigure cerințele de performanță impuse
camerei termale montate și funcționale.

5 Se cunoaște faptul că principalele neconformități și erori de montaj care contribuie
la scăderea performanțelor de sistem ale camerelor termale [1-9] se referă la:

- 7 - neuniformitatea iradierii elementelor de detecție (pixelilor) de pe suprafața matricei
de detecție (abr.FPA) de către obiectivul camerei termale;
- 9 - dezalinierea (necoaxialitățile axelor optice) subansamblelor obiectiv și FPA;
- 11 - nefocalizările corecte de către obiectiv pe FPA;
- 13 - neperpendicularitatea planului imagine al obiectivului față de FPA sau existența unui
unghi de rotație față de axa optică, comună, a acestora;
- 15 - erorile de determinare a valorilor măsurate;
- dezalinierea și defocalizările la zoom optic variabil în cazul obiectivelor cu distanța
focală variabilă.

Datorită neuniformității FPA, sensibilitatea fiecărui pixel de pe suprafața acesteia nu
este aceeași. De asemenea, datorită nefocalizărilor (punerii la punct) corecte de către
obiectiv pe FPA, apar variații de contrast în imaginea finală, variații ce depind de condițiile
de focalizare. În plus, abaterile de perpendicularitate ale axei optice față de planul imagine
al FPA face foarte dificilă găsirea poziționării optime a obiectivului.

21 Determinarea uniformității FPA se poate face cu o simplă miră de temperatură
constantă care umple tot câmpul vizual al camerei termale, determinând apoi profilul
23 intensității de pixel pe întreaga suprafață de interes, prin intermediul unui soft de analiză a
imaginii.

25 Poziția celei mai bune focusări a camerei termale este dată de valoarea maximă a
funcției de transfer a modulației (abr.MTF) sau, altfel spus, imaginea de contrast maxim.
27 De regulă, cea mai bună focalizare se obține când $0,4 < \text{MTF} < 0,6$.

Sunt cunoscute metode de verificare pentru corectitudinea de montaj a com-
29 ponentelor unei camere termale, trei exemple putând fi urmărite în brevetele
SUA nr. 5.661.816/1997, nr. 5.926.279/1999 și nr. 2004002642 /2004.

31 Astfel, brevetul **SUA nr. 5.661.816/1997** [10] arată o configurație a unui stand care
permite măsurarea MTF pentru un obiectiv în situația în care acesta este centrat sau
33 descentrat față de axa optică simulată de standul de măsură.

Brevetul **SUA 5.926.279/1999** determină calitatea montajului camerei termale pe
35 baza valorii măsurate a diferenței de temperatură minim rezolvabile (abr.MRTD).

Brevetul **SUA 2004002642/2004** prezintă o metodologie de determinare
37 computerizată a intensității pixelilor dintr-o imagine digitală.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în obținerea unei poziții corecte
39 a planului matricei de detecție față de axa optică a obiectivului.

Pe ansamblu, sistemul de control și procedeele asociate trebuie să permită
41 verificarea:

- 43 - poziționării legate de înclinarea relativă dintre axa optică a obiectivului și axa optică
a FPA;
- perpendicularității planului imagine al obiectivului și cel al FPA față de axa optică,
45 comună, a acestora;
- dezalinierea în plan orizontal/vertical a subansamblelor obiectiv și FPA;
- 47 - iradierii uniforme, în orice direcție, a planului matricei de detecție al subansamblului
de detecție (abr.IDDCA) de către obiectivul camerei termale;

- focalizării corecte pe matricea de detecție, indiferent de direcție;	1
- obținerii valorilor din specificația de produs pentru diferența de temperatură minim detectabilă (abr. NETD) și pentru diferența de temperatură minim rezolvabilă (abr. MRTD) la măsurătorile finale ale camerelor termale;	3
- obținerii unei imagini de claritate maximă în zona centrală (cea mai utilizată în cazul camerelor termale de supraveghere);	5
- obținerii unei valori MTF măsurate (la centru și la margine) cât mai aproape de valoarea estimată teoretic prin calcul;	7
- minimizării erorilor de ochire (utilizând un reticul centrat pe detector) atunci când camera termală este utilizată în sisteme complexe împreună cu alte echipamente optoelectronice (camere video, teletetre laser, etc.).	11
Astfel, imaginea finală obținută va avea o calitate suficient de ridicată (cuantificată de funcția de transfer - abr.MTF) pentru a obține cerințele de performanță impuse camerei termale.	13
Procedeul de control a corectitudinii poziției dintre matricea de detecție și axa optică a obiectivului unei camere termale, conform invenției, constă în verificarea perpendicularității matricei de detecție față de axa optică a obiectivului cu ajutorul unui subsistem aferent, în verificarea centrajului matricei de detecție față de axa optică a obiectivului cu ajutorul unui subsistem aferent, și în verificarea planului de punere la punct a obiectivului față de planul matricei de detecție cu ajutorul unui subsistem aferent.	15
Sistemul de control a corectitudinii poziției dintre matricea de detecție și axa optică a obiectivului unei camere termale, conform invenției, este alcătuit dintr-o structură de fixare și trei subsisteme interschimbabile, în care două subsisteme sunt utilizate în timpul montajului camerei termale, unul pentru verificarea perpendicularității și unul pentru verificarea centrajului matricei de detecție față de axa optică a obiectivului, iar al treilea subsistem este utilizat după montajul camerei termale pentru verificarea planului de punere la punct a obiectivului față de planul matricei de detecție.	17
Între aceste subsisteme de verificare există o interdependență și, utilizate separat, niciunul dintre acestea nu rezolvă problema unui montaj corect al camerei termale.	19
Invenția, prin procedeul și sistemul propuse, asigură următoarele avantaje:	21
- asigură o compactizare semnificativă prin utilizarea unui obiectiv IR de control cu distanță focală mult mai mică decât cea impusă unui colimator pentru rezolvarea problematicei susmenționate;	23
- asigură maniabilitate sporită prin utilizarea unui modul comun pentru determinarea mai multor tipuri de erori (de perpendicularitate, de centraj, de punere la punct);	25
- asigură o creștere a preciziei de determinare a erorilor la centraj și de punere la punct (focusare) pe imaginile afișate pe display-ul computerului sistemului;	27
- asigură flexibilitate în utilizare, prin modularizarea sistemului de control;	29
- asigură ușurința în exploatare prin posibilitatea de vizualizare a imaginii termale (IR) în vizibil;	31
- permite evaluarea ulterioară a abaterii obținute la centrare și focusare, prin posibilitatea de salvare a unei imagini achiziționate în procesul de măsurare și supuse ulterior analizei de imagine;	33
- asigură repetabilitatea determinărilor prin posibilitatea de înregistrare în timp real a rezultatelor măsurătorilor și stocarea acestor înregistrări.	35
Procedeul și sistemul de control, conform invenției, elimină dezavantajele sistemelor de control utilizate în prezent pentru domeniul spectral de lucru specific camerelor termale IR (infraroșu), domeniu invizibil observării directe cu ochiul uman, prin aceea că:	37
- permite controlul la montaj, în flux tehnologic, a poziției matricei de detecție față de axa optică a obiectivului, dar și verificarea finală ulterioară, pe produsul montat;	39

1 - utilizează module distincte ce pot fi combinate, astfel încât sistemul de control
conform invenției să poată fi configurat, în funcție de operația prevăzută pe flux, fie într-un
3 sistem de verificare a perpendicularității matricei de detecție față de axa optică a obiectivului,
fie într-un sistem de verificare a centrajului matricei de detecție față de axa optică a
5 obiectivului, fie într-un sistem de verificare a planului de punere la punct a obiectivului față
de planul matricei de detecție;

7 - utilizează module de gabarit redus, ușor transportabile, ce înlătură necesitatea
utilizării unui sistem complex, de mari dimensiuni (precum un colimator în IR);

9 - utilizează o metodă de vizualizare a descentrajului față de axa optică comună a
matricei de detecție și obiectivului în vizibil, cu ochiul liber sau pe display-ul unui computer;

11 - utilizează un software de analiză a imaginii accesibil fără licență (de exemplu
ImageJ), cu procedeu aferent de utilizare, prin intermediul căruia se poate verifica valoarea
13 descentrajului și a defocusării, pe camera termală montată și funcțională.

Semnificația fig. 1...4 prezentate în descrierea invenției este următoarea:

15 - fig. 1, subsistem de verificare (I), cu procedeu aferent, pentru obținerea perpen-
dicularității matricei de detecție față de axa optică a obiectivului;

17 - fig. 1.1, schema de principiu a subsistemului de verificare (I) a perpendicularității
matricei de detecție față de axa optică a obiectivului, în care: **1** - reticul R1, **2** - reticul R2, **3**
19 - luneta autocolimatoare, **4** - flanșa de prindere a obiectivului camerei termale, **5** - bucsă
suport, **6** - fereastră de protecție detector, **7** - suport de prindere a modulului de detecție;

21 - fig. 1.2, schița piesei „bucșă suport” cu exemple de cote și toleranțe semnificative
pentru realizarea sistemului de control;

23 - fig. 1.3, schema de principiu aferentă procedurii de control al camerei termale în
vederea preluării erorii de perpendicularitate dintre matricea de detecție și axa optică a
25 obiectivului, în care

- fig. 1.3.1, vizualizarea abaterii de perpendicularitate dintre matricea de
27 detecție și axa optică a obiectivului, în care **1** - imaginea reticulului R1 obținută prin
autocolimație; **2** - imaginea reticulului R2 prin ocularul autocolimatorului;

29 - fig. 1.3.2, vizualizarea unei abateri de perpendicularitate nulă, în care **1** -
imaginea reticulului R1 obținută prin autocolimație; **2** - imaginea reticulului R2 prin ocularul
31 autocolimatorului;

- fig. 2, subsistem de verificare (II), cu procedeu aferent, pentru centrajul matricei de
33 detecție față de axa optică a obiectivului;

- fig. 2.1, schema de principiu a subsistemului de verificare (II) a centrajului matricei
35 de detecție față de axa optică a obiectivului, în care **8** - reticul, **9** - microscop cu interval
variabil, **4** - flanșa de prindere a obiectivului camerei termale, **10** - piesă pentru verificarea
37 centrajului, **7** - suport de prindere a modulului de detecție;

- fig. 2.2, schița piesei pentru verificarea centrajului cu exemple de cote și toleranțe
39 semnificative pentru realizarea sistemului de reglaj și control;

- fig. 2.3, subansamblu suport detector în care: **7a** - suport detector; **7b** - placă de
41 ghidare axială; **7c** - distanțier stânga-dreapta;

- fig. 2.4, exemplu de cote și toleranțe semnificative impuse la realizarea interfeței de
43 montaj de către fabricantul subansamblului de detecție;

- fig. 2.5, schema de principiu aferentă procedurii de reglaj a camerei termale în
45 vederea preluării erorii de centraj dintre matricea de detecție și axa optică a obiectivului, în
care

47 - fig. 2.5.1, vizualizarea abaterii de centraj dintre matricea de detecție și axa
optică a obiectivului, în care **10'** - imaginea descentrată vizualizată prin ocularul microscop-
49 pului a găurii piesei pentru verificarea centrajului, **8'** - imaginea reticulului cerc aferent
ocularului microscopului;

- fig. 2.5.2, vizualizarea unei abateri de centraj nulă între matricea de detecție și axa optică a obiectivului, în care 10' - imaginea descentrată vizualizată prin ocularul microscopului a găurii piesei pentru verificarea centrajului, 8' - imaginea reticulului cerc aferent ocularului microscopului;	1
- fig. 3, subsistem de verificare (III), cu procedeu aferent, a poziției planului de punere la punct a obiectivului față de planul matricei de detecție;	3
- fig. 3.1, schema de principiu a subsistemului de verificare (III) pentru poziția planului de punere la punct a obiectivului față de planul matricei de detecție, în care 11 - corp negru, 12 - ansamblu centrare detector (în care 12a - reticul în montură, 12b - obiectiv IR destinat centrării, 12c - bușă de prindere), 4 - flanșă de prindere a obiectivului camerei termale, 13 - obiectiv camera termală, 7 - suport de prindere a modulului de detecție;	5
- fig. 3.2, schița piesei „bucșă de prindere” cu exemple de cote și toleranțe semnificative pentru realizarea sistemului de reglaj și control;	7
- fig. 3.3, schița piesei „montură reticul metalic” cu exemple de cote și toleranțe semnificative pentru realizarea sistemului de reglaj și control;	9
- fig. 3.4, schema de principiu aferentă procedurii de reglaj a camerei termale în vederea reglării poziției planului de punere la punct a obiectivului față de planul matricei de detecție, în care	11
- fig. 3.4.1, reticul cruce metalic, cu evidențierea dimensiunii brațului x ;	13
- fig. 3.4.2, imaginea obținută pe un display PC a reticulului cruce metalic, cu evidențierea dimensiunii brațului x și suplimentar, a abaterii de centraj posibile după montaj, Δx și Δy ;	15
- fig. 4, imagini semnificative privind determinarea abaterilor de centraj Δx și Δy prin analiza de imagine;	17
- fig. 4.1, aflarea coordonatelor centrului reticulului, în care imaginea se calibrează în funcție de dimensiunea reală cunoscută a lățimii reticulului (de exemplu 0,4 mm) și se obțin coordonatele centrului cercului central (de exemplu $X_c = 1,3$ mm și $Y_c = 0,9$ mm);	19
- fig. 4.2, aflarea abaterii Δx , în care cunoscând coordonatele centrului cercului central se măsoară distanța Δx față de linia verticală a reticulului virtual (de exemplu $\Delta x = 0,116$ mm);	21
- fig. 4.3, aflarea abaterii Δy , în care, cunoscând coordonatele centrului cercului central, se măsoară distanța Δy față de linia orizontală a reticulului virtual (de exemplu $\Delta y = 0,058$ mm).	23
Sistemul de control format din cele 3 subsisteme, conform invenției, se bazează pe faptul că, din punct de vedere constructiv, componentele optice ale obiectivului sunt centrate față de diametrul exterior al monturii acestuia și perpendiculare pe suprafața frontală a monturii exterioare a camerei termale, suprafețele menționate reprezentând suprafețe de bazare pentru obiectiv. Această condiție permite ca axa optică a obiectivului să poată fi materializată prin intermediul acestora și simulată de un ansamblu specific/(modul) de vizualizare optică ce poate fi montat într-o bușă suport cu condiții strict impuse de concentricitate și perpendicularitate, condiții similare obiectivului camerei termale controlate.	25
În cele ce urmează se prezintă un exemplu de realizare a sistemului de control bazat pe 3 subsisteme adiacente cu procedee asociate de verificare a corectitudinii reglajelor și montajului în ceea ce privește poziționarea dintre matricea de detecție și axa optică a obiectivului unei camere termale.	27
	29
	31
	33
	35
	37
	39
	41
	43
	45

1 Descrierea subsistemului (I) de control a perpendicularității dintre suprafața de
2 detecție a detectorului și axa optică a obiectivului (fig. 1):

3 Subsistemul (I), conform invenției este compus din următoarele module/elemente
(fig. 1.1):

- 5 - o lunetă cu autocolimație **3**;
- 7 - o buclă suport **5** de fixare a lunetei autocolimatoare pe flanșa de prindere a
obiectivului produsului, în locul acestuia (fig. 4);
- 9 - suprafața reflectantă reprezentată de fereastra de protecție a matricei de detecție
a ansamblului IDCA **6**;
- 11 - suportul de prindere al modulului de detecție **7**.

12 Axa optică a obiectivului este simulată de o lunetă cu autocolimație montată într-o
13 buclă suport cu condiții strict impuse de concentricitate și perpendicularitate, în locul
obiectivului propriu-zis al camerei termale. Modalitatea de prindere a acesteia pe carcasă
15 este similară obiectivului. Abaterea de la perpendicularitate dintre suprafața de detecție a
detectorului și axa optică a obiectivului se materializează prin autocolimația suprafeței
reflectante reprezentată de fereastra de intrare a subansamblului de detecție.

17 Descrierea modulelor/elementelor din compunerea subsistemului (I) de control al
perpendicularității dintre suprafața de detecție a detectorului și axa optică a obiectivului:

19 a) Luneta autocolimatoare este un instrument de măsurare de mare precizie compus
dintr-un obiectiv acromat, o sursă de lumină, un reticul R1 **1**, un divizor de fascicul și un
21 ocular cu reticul R2 **2**, calibrat pentru valori unghiulare mici. Reticulul R1 - în formă de cruce
- este proiectat pe o suprafață de reflexie. Imaginea obținută se întoarce prin divizorul de
23 fascicul, către ocular. Unghiul de deviere al imaginii sub care aceasta se întoarce în ocular
reprezintă abaterea de la perpendicularitate a suprafeței reflectante față de axa optică a
25 instrumentului de măsurare.

Precizia de autocolimație trebuie să fie de minimum 1 min. Câteva caracteristici ale
27 lunetei autocolimatoare (producție Edmund Optics) sunt exemplificate în tabelul 1:

Tabelul 1

Caracteristici ale lunetei autocolimatoare utilizate

31	Sisteme optice componente	obiectiv acromat: diametru 40 mm; ocular: focală 21,5 mm
33	Toleranța unghiului	± 55 arcmin, 5-gradajii
	Sursa de lumină	cu lentilă inclusă
35	Sursa de tensiune	Plug-In Adaptor 120V AC la 2.3V AC
	Montură de prindere	1/4-20

37 b) Suportul de fixare a lunetei autocolimatoare este o piesă tip buclă (fig. 1.2).
39 În fig.1.2 sunt exemplificate câteva cote și condiții care trebuie să asigure poziționarea
corectă a lunetei autocolimatoare.

41 c) Suprafața reflectantă este o fereastră de intrare din Si, parte integrantă din
subansamblul de detecție, care reflectă imaginea reticulului generat de luneta de
43 autocolimare.

45 d) Flanșa de prindere a obiectivului camerei termale și suportul de prindere al
modulului de detecție sunt subansambluri componente ce fac parte din subansamblul corp
al camerei termale. Eroarea de perpendicularitate a acestora față de suprafața orizontală de
47 așezare este de 0,05 mm.

Descrierea procedurii de lucru asociat subsistemului (I) de control al perpendicularității dintre suprafața de detecție a detectorului și axa optică a obiectivului:	1
- se montează luneta autocolimatoare în „suportul de fixare” și se autocolimează suprafața reflectantă care este suprafața de intrare a ferestrei senzorului 6 (fig. 1.1); se privește prin ocularul lunetei (fig. 1.3.1), urmărindu-se suprapunerea centrelor celor două reticule R1 și R2 (fig. 1-3.2.);	3
- dacă suprafața de reflexie (reprezentată aici de fereastra de protecție a detectorului) este înclinată cu un unghi α , atunci fasciculul emis de sursa de lumină va fi reflectat cu dublul unghiului, 2α ;	5
- pentru poziționarea și orientarea ansamblului senzor pe direcție x (unghi β) se mișcă suportul 7 detector în direcție stânga-dreapta până ce se aduce imaginea reticulului de autocolimație pe centrul autocolimatorului;	7
- pentru poziționarea imaginii de autocolimație pe direcție y, în înălțime (unghi α), se permite calarea 7 cu distanțiere de aluminiu de 0,05...0,1 mm;	9
- prin rotirea și înclinarea ans. IDDCA, se urmărește ca imaginea de autocolimație a ferestrei de intrare a senzorului să se poziționeze perpendicular pe axa lunetei autocolimatoare cu o precizie de $\pm 2'$. După poziționare, se strâng șuruburile;	11
- se reverifică centrajul cu microscopul cu interval variabil;	13
- se reface centrajul dacă este cazul;	15
- se reverifică autocolimația.	17
Acești pași se reiau, dacă este cazul, până când se obține suprapunerea centrelor celor două reticule.	19
Descrierea subsistemului (II) de control al centrajului matricei de detecție față de axa optică a obiectivului (fig. 2)	21
Subsistemul (II), conform invenției, este compus din următoarele module/ elemente (fig. 2.1):	23
- un microscop cu interval variabil 9 ;	25
- o bușă 5 suport de fixare a microscopului pe flanșa de prindere a obiectivului produsului (în locul acestuia);	27
- suprafața frontală a unei „piese pentru verificarea centrajului” 10 montată peste capătul cu matricea de detecție a ansamblului IDDCA.	29
Axa optică a obiectivului este simulată aici de un microscop cu interval variabil montat într-o bușă suport cu condiții strict impuse de concentricitate și perpendicularitate. Modalitatea de prindere a acesteia pe carcasă este similară obiectivului. Condițiile de concentricitate și perpendicularitate impuse suprafeței de ghidare M a „bucșei suport” asigură precizia necesară de obținere a coaxialității dintre axele A-A și B-B prin intermediul microscopului de centrare.	31
Abaterea de centraj dintre matricea de detecție și axa optică a obiectivului se materializează prin vizualizarea piesei pentru verificarea centrajului prin intermediul microscopului de centrare.	33
Descrierea modulelor/elementelor din compunerea subsistemului (II) de control al centrajului matricei de detecție față de axa optică a obiectivului:	35
a) Microscopul cu interval variabil este un instrument portabil de mare precizie, destinat măsurătorilor directe de mică distanță. Are în compunere un ocular cu reticul, cu mărire 10x, cu posibilitate de reglare a planului de punere la punct, în funcție de distanța de observare a obiectului de interes. Reticulul este iluminat, de formă circulară și gradat, permițând măsurarea lungimilor (aici abaterea de centrare) cu o precizie de minimum 0,1 mm.	37
	39
	41
	43
	45
	47

Câteva caracteristici ale microscopului de centrare (producție Edmund Optics) sunt exemplificate în tabelul 2:

Tabelul 2

Caracteristici ale microscopului de centrare utilizat

Ocular	Mărire 10x
Reticul	Gradat 0,1 mm; forma circulară + cruce
Sursa de lumină inclusă	
Sursa de tensiune	Plug-in Adapter 120V AC la 2,3V AC
Montură de prindere	1/4-20

b) Piesa pentru verificarea centrajului (fig. 2.2) se poziționează peste suprafața reflectantă a subansamblului de detecție. Se realizează din textolit pentru a evita deteriorarea (prin zgâriere) a suprafeței exterioare a ansamblului IDDCa, iar marginile găurii centrale se execută îngrijit, fără grat (contururile trebuie să fie nete în imaginea care se observă prin microscop);

c) Suportul de fixare al microscopului este aceeași piesă tip bucsă utilizată la pct. 2.1 (fig. 1b);

d) Flanșa de prindere a obiectivului camerei termale și suportul de prindere al modului de detecție sunt aceleași subansambluri componente descrise la pct. 8.1 și fac parte din subansamblul corp al camerei termale.

Descrierea procedurii de lucru asociat subsistemului (II) de control al centrajului matricei de detecție față de axa optică a obiectivului:

- se montează microscopul cu interval variabil în „suportul de fixare” și se montează pe corpul ans. integrat IDDCa, piesa pentru verificarea centrajului (vezi fig. 2.2); operația se face cu precauție pentru a nu deteriora suprafața exterioară a detectorului;

- se privește prin ocularul microscopului de centrare vizualizând inițial reticulul acestuia; printr-o reglare corespunzătoare a planului de punere la punct se obține imaginea clară a suprafeței frontale N 10;

- se vizualizează imaginea orificiului „piesei pentru verificarea centrajului” (fig.2.5.1). Aceasta trebuie să fie centrată în raport cu axa microscopului (materializată prin centrul reticulului ocularului) cu o precizie de 1/2 rază (fig. 2.5.2);

- dacă imaginea nu este centrată, în funcție de direcția în care trebuie acționat, se deplasează placa de ghidare axială 7b în raport cu 7a - suport detector, pentru poziționarea în înălțime (prin intermediul găurilor de prindere ovalizate ale plăcii de ghidare), iar dacă este necesară deplasarea stânga dreapta se scot sau se adaugă plăcuțele distanțier între piesele 7c și 7b (fig. 2.3). După poziționare, se strâng șuruburile de fixare;

- precizia de poziționare pe direcțiile x și y trebuie să fie mai mică decât condiția de poziționare indicată de producător (< 0,15 mm) pentru centrul matricei de detecție față de suprafața de prindere/așezare A a ansamblului (fig. 2.4);

- operația de centraj și autocolimație se face alternativ de câte ori este necesar până ce imaginea piesei pentru verificarea centrajului și imaginea de autocolimație sunt centrate cu axa obiectivului camerei termale simulată aici prin axa optică a microscopului, în limitele prevăzute;

- după ce poziția senzorului a fost stabilită, suportul 7 se știftuește, iar calele puse pentru înclinarea suportului se lipesc.

RO 129597 B1

Subsistem de control (III) al poziției planului de punere la punct al obiectivului față de planul matricei de detecție (fig. 3)	1
Subsistemul de control (III), conform invenției, este compus din următoarele module/elemente (fig. 3.1):	3
- un corp negru 11 ;	5
- un ansamblu centrare detector 12 ;	
- flanșa de prindere a obiectivului camerei termale 4 ;	7
- obiectivul camerei termale în montura 13 ;	
- suportul de prindere a modulului de detecție 7 .	9
„Ansamblul centrare detector”, parte componentă a sistemului de reglaj și control al poziției planului de punere la punct, se montează coaxial cu obiectivul zoom al camerei termale, după ce, în prealabil se face o reglare a acestuia. Condiția de coaxialitate este asigurată de piesa de susținere a „ansamblului centrare detector” (bucșa de prindere) montată concentric față de obiectivul zoom al camerei termale prin intermediul suprafeței de ghidare M și a filetului exterior.	11
	13
	15
Poziția planului de punere la punct a obiectivului față de planul matricei de detecție se realizează prin vizualizarea pe un display PC 14 a imaginii reticulului - parte componentă a „Ansamblului centrare detector” - prin intermediul sistemului de vizualizare obținut din „Ansamblu centrare detector” + Obiectiv zoom cameră termală + Matrice de detecție.	17
	19
Descrierea modulelor/elementelor din compunerea subsistemului (III) de control al poziției planului de punere la punct al obiectivului față de planul matricei de detecție:	21
a) Corpul negru 11 este amplasat în spatele reticulului și asigură o temperatură constantă și uniformă (cu precizie de $0,01^{\circ}\text{C}$) pe suprafața acestuia, reglabilă în domeniul dinamic impus camerei termale care trebuie realizată (de exemplu un domeniu dinamic de $10...50^{\circ}\text{C}$);	23
	25
b) Ansamblul centrare detector este compus din următoarele subansambluri: un reticul în montură 12a (în care reticulul este metalic și în formă de cruce, cu grosimea gravajului $0,4\text{ mm}$), un obiectiv IR destinat centrării 12b , achiziționat din comerț (cu o focală de exemplu $f_{ob} = 75\text{ mm}$), și o bucșă de prindere 12c care, prin suprafața de ghidare și filetul concentric cu aceasta (fig. 3.2), asigură coaxialitatea față de obiectivul camerei termale. Reticulul trebuie să fie perpendicular pe axa optică a ansamblului de centrare detector și această condiție este asigurată de montură (fig. 3.3). Verificarea se face prin autocolimație, întâi pe suprafața de sprijin a reticulului, după care pe planul acestuia. Se admite o abatere de perpendicularitate de maxim $2'$ față de axa optică (Oz), pe cele două axe (Ox și Oy). Pentru focusarea optimă a reticulului, montura permite acționarea manuală a inelului de focusare existent pe obiectivul IR destinat centrării.	27
	29
	31
	33
	35
Înainte de utilizarea în cadrul sistemului de reglaj și control propriu-zis, „ansamblul de centrare detector” trebuie reglat astfel încât acesta să fie focusat pe infinit;	37
c) Flanșa de prindere a obiectivului camerei termale asigură fixarea rigidă a obiectivului pe corpul camerei termale;	39
d) Complementar celor descrise mai sus, mai este necesară o cameră termală etalon (achiziționată din comerț, cu lungimea focalei obiectivului de minimum 200 mm), astfel reglată încât să lucreze în varianta câmp vizual îngust (NFOV) și prin intermediul căreia se achiziționează imaginea unui obiect de dimensiuni cunoscute, amplasat la minimum 1500 m , astfel încât acesta să poată fi vizualizat cu maximul de detalii posibile.	41
	43
	45

RO 129597 B1

1 Descrierea procedurii de lucru asociat subsistemului (III) de control a poziției
planului de punere la punct al obiectivului față de planul matricei de detecție:

3 - prin intermediul camerei termale etalon, reglată în NFOV și montată în locul
ansamblului **13**, se vizualizează reticulul **12a** și se reglează planul de punere la punct al
5 obiectivului **12b** până când imaginea reticulului se vede clar pe monitorul **14**. Astfel setată,
poziția inelului de reglaj se fixează, fiind necesară pentru obținerea "ansamblului centrare
7 detector" care să poată fi utilizat pentru reglarea punerii la punct pe infinit a oricărei camere
termale care intră în fluxul de fabricație;

9 - se îndepărtează camera termală etalon și se așază camera termală care se dorește
a fi verificată, în fața "ansamblului centrare detector" **12** anterior, reglat astfel încât acesta
11 să fie focusat pe infinit;

- se alimentează camera termală și se fac reglajele necesare pentru obținerea unei
13 imagini termale clare și centrate;

- pentru reglarea pe axa Z (focusarea), se fixează distanța focală a obiectivului
15 camerei termale pe valoarea maximă;

- se măsoară una din dimensiunile reticulului "ansamblului centrare detector" cu
17 precizie de 0,01 mm (de exemplu lățimea x);

- se măsoară dimensiunea x' a imaginii reticulului "ansamblului centrare detector" pe
19 display-ul PC și se face raportul dintre mărimea imaginii obținute și mărimea reală a
reticulului. Acesta trebuie să fie egal cu raportul dintre dimensiunea pe orizontală a ferestrei
21 de imagine achiziționate și dimensiunea pe orizontală a senzorului ($640 \times 15 \mu\text{m} = 9,6 \text{ mm}$).
Dacă raportul nu este cel prescris, se slăbesc șuruburile de fixare care blochează
23 deplasarea axială a senzorului și se ajustează poziția acestuia până când raportul este
corect. Se blochează șuruburile **12** prin asigurare cu loctite 243;

25 - reglajul se poate efectua și prin măsurarea unghiului de câmp minim, plasând
camera termală pe un goniometru sau o masă goniometrică conform metodei de măsurare
27 a câmpului vizual.

Procedeu de control al centrajului matricei de detecție față de axa optică a
29 obiectivului se face prin analiza de imagine.

Pentru controlul centrajului reglării pe axele X și Y în imagine (centrarea camerei),
31 se utilizează softul de analiza a imaginii ImageJ. Se parcurg, în continuare, următorii pași:

- se achiziționează cu camera termală imaginea mirei cruce generată de "ansamblul
33 centrare detector";

- se utilizează din baza de imagini existentă o miră virtuală (în format jpg), având
35 aceleași dimensiuni cu imaginea mirei cruce achiziționate (de exemplu, dacă imaginea mirei
cruce este de format 1278×848 pixeli, imaginea mirei virtuale trebuie să aibă aceleași
37 dimensiune);

- se utilizează softul ImageJ pentru a suprapune cele două imagini mai
39 susmenționate (a mirei reale cu a mirei virtuale (fig. 4.1);

- se calibrează imaginea achiziționată prin camera termală pornind de la o
41 dimensiune cunoscută a reticulului (de exemplu, lățimea brațului crucii este 0,4 mm);

- se determină în imagine coordonatele centrului reticulului cruce al "ansamblului
43 centrare detector, X și Y (centrul cercului) - fig. 4.2 și 4.3.

Referințe:

1. Chrzanowski, Krzysztof: *"Testing thermal imagers-Practical guide"*, Warsaw, 2010; 3
2. A.Goldberg: *"Dual Band MWIR/LWIR Focal Plane Array Test Results"*, în Report EO/IR Technology Branch Army Research Laboratory Adelphi, MD 20783 &; 5
3. Alan Irwin, Robert L. Nicklin: *"Standard Software for Automated Testing of Infrared Imagers, IRWindows, în Practical Applications"*, în Proceedings of SPIE, SPIE 3377, 206 (1998); 7
4. Ronald G. Driggers, Curtis M. Webb, Stanley J. Pruchnic, Carl E. Halford and Ellis E. Burroughs, *"Laboratory measurement of sampled infrared imaging system performance"*, în Opt. Eng. 38, 852 (1999); 9
5. Stephen D. Fantone, Daniel G. Orband: *"Measuring the performance of visible, NIR and LWIR optical components: A reliable, robust, high-accuracy Lens Measurement System"*, în Proc. of SPIE Vol. 8082, 80823F © 2011; 11
6. Waldemar Minkina, Sebastian Dudzik: *"Infrared Thermography-Errors and Uncertainties"*, Wiley, 2009; 15
7. *** RATCO/3-2T3R(-S0E7T5-(0II1) 5)TP/21, NORTH ATLANTIC TREATY ORGANISATION, Experimental Assessment Parameters and Procedures for Characterisation of Advanced Thermal Imagers; 17
8. Arnold Daniels: *"Field Guide to Infrared Systems Field Guide to Infrared Systems, Detectors, and FPAs, Second Edition"*, SPIE Press Book, Bellingham, 2010, ISBN: 9780819480804; 19
9. *** Mitutoyo: *"Quick guide to precision measuring instruments"*, p.36-37; 23
10. *** Brevet SUA 5.661.816/1997: *"Image analysis system"*; 25
11. *** Brevet SUA SUA 5.926.279/1999: *"Test system for optical and electro-optical viewing systems"*; 25
12. *** Brevet SUA 2004002642/2004: *"Video pose tracking system and method"*; 27
13. *** Brevet KR 20120093689A (Hyvision System INV); 27
14. *** Brevet US 5926279 (TNE). 29

Revendicări

1. Procedeu de control a corectitudinii poziției dintre matricea de detecție și axa optică a obiectivului unei camere termale, **caracterizat prin aceea că** este definit prin următoarele etape:

- verificarea perpendicularității matricei de detecție față de axa optică a obiectivului cu ajutorul unui subsistem (I) de verificare a perpendicularității matricei de detecție față de axa optică a obiectivului;

- verificarea centrajului matricei de detecție față de axa optică a obiectivului cu ajutorul unui subsistem (II) de verificare a centrajului matricei de detecție față de axa optică a obiectivului;

- verificarea planului de punere la punct a obiectivului față de planul matricei de detecție cu ajutorul unui subsistem (III) de verificare a planului de punere la punct a obiectivului față de planul matricei de detecție.

2. Procedeu, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** verificarea perpendicularității matricei de detecție față de axa optică a obiectivului constă în:

- evidențierea erorii de perpendicularitate prin autocolimație, vizualizând direct în ocularul lunetei (3) autocolimatoare;

- asimilarea ferestrei (6) de intrare din Si, parte integrantă din subansamblul de detecție, cu o suprafață reflectantă pentru imaginea reticulului (2) generat de luneta (3) de autocolimare;

- preluarea abaterii de perpendicularitate în timpul montajului camerei termale atât prin posibilitatea suportului (7) al detectorului de a fi deplasat pe direcție orizontală, cât și prin posibilitatea de introducere a unor cale pe direcție verticală, urmărind în ocularul lunetei (3) autocolimatoare suprapunerea reticulului (2) acestuia cu imaginea reticulului (1) luminos reflectată de suprafața ferestrei (6) de intrare.

3. Procedeu, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** verificarea centrajului matricei de detecție față de axa optică a obiectivului constă în:

- evidențierea erorii de centraj prin vizualizare directă în ocularul microscopului (9) cu interval variabil, prin nesuprapunerea centrului ferestrei de intrare a subansamblului de detecție cu reticulul (8) al microscopului;

- asimilarea centrului ferestrei de intrare al subansamblului de detecție cu centrul matricei de detecție printr-o piesă (10) cu orificiu central, montată pe exteriorul ferestrei de intrare al subansamblului de detecție;

- preluarea abaterii de centraj în timpul montajului camerei termale prin intermediul pieselor componente (7a, 7b, 7c) care fac parte din suportul de prindere al modulului de detecție, urmărind în ocularul microscopului (9) suprapunerea reticulului acestuia cu imaginea orificiului piesei speciale.

4. Procedeu, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** verificarea planului de punere la punct a obiectivului față de planul matricei de detecție constă în:

- centrarea detectorului de formare imagine în IR cu un ansamblu de centrare detector (12) compus din reticul (12a) cruce metalic în montură, un obiectiv (12b) IR de control și o buclă (12c) de prindere centrată pe obiectivul (13) al camerei termale;

- determinarea corectitudinii planului de punere la punct al obiectivului față de planul matricei de detecție, după montajul camerei termale, se realizează prin analiza de imagine, pe display-ul (14) unui PC, prin intermediul unui soft de analiză a imaginii dedicat ce permite determinarea unei dimensiuni a imaginii reticulului (12a) obținută prin intermediul ansamblului centrare detector (12), obiectivului camerei termale (13), matricei de detecție a camerei termale și a display-ului unui PC aferent.

5. Procedeu, conform revendicării 4, caracterizat prin aceea că reglarea ansamblului centrare detector constă în:	1
- achiziționarea imaginii unui obiect de dimensiuni cunoscute, amplasat la minimum 1500 m, astfel încât acesta să poată fi vizualizat cu detalii maxim posibile, prin utilizarea complementară a unei camere termale etalon (13'), reglată astfel încât să lucreze în varianta câmp vizual îngust;	3
- vizualizarea reticulului cruce (12a) și reglarea planului de punere la punct al obiectivului (12b) până când imaginea reticulului se vede clar pe monitor;	5
- marcarea și fixarea poziției inelului de reglaj al obiectivului (12b) în vederea reglării punerii la punct pe infinit a oricărei camere termale care intră pe fluxul de fabricare.	7
6. Procedeu, conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că reglarea și controlul centrajului matricei de detecție față de axa optică a obiectivului, în vederea corectitudinii montajului camerei termale, constă în:	9
- suprapunerea a două imagini de interes și determinarea unor dimensiuni lineare pe cele două axe de coordonate, prin utilizarea unui software de analiză a imaginii;	11
- marcarea centrului teoretic ideal al câmpului vizual al matricei de detecție, prin utilizarea unui reticul virtual, având aceleași dimensiuni cu o imagine reală obținută prin sistemul obiectiv-matrice de detecție cameră termală;	13
- măsurarea deplasării pe cele două direcții Δx și Δy a centrului imaginii reticulului cruce metalic față de centrul teoretic al matricei de detecție;	15
- calcularea erorii de centraj a matricei de detecție față de axa optică a obiectivului dată de deplasările Δx și Δy ;	17
- salvarea imaginii - cu eroarea de centraj - în vederea unei analize ulterioare.	19
7. Sistem de control a corectitudinii poziției dintre matricea de detecție și axa optică a obiectivului unei camere termale pentru aplicarea procedurii de la revendicarea 1, caracterizat prin aceea că este constituit dintr-o flanșă (4) de prindere a obiectivului camerei termale, un suport (7) de prindere a modulului de detecție și trei subsisteme (I, II, III) interschimbabile, în care două subsisteme (I, II) sunt utilizate în timpul montajului camerei termale, primul pentru verificarea perpendicularității și al doilea pentru verificarea centrajului matricei de detecție față de axa optică a obiectivului, iar al treilea subsistem (III) este utilizat după montajul camerei termale pentru verificarea planului de punere la punct al obiectivului față de planul matricei de detecție.	21
8. Sistem, conform revendicării 7, caracterizat prin aceea că subsistemul (I) pentru verificarea perpendicularității matricei de detecție față de axa optică a obiectivului este alcătuit dintr-o lunetă (3) autocolimatoare montată într-o bușă (5) suport cu condiții strict impuse de concentricitate și perpendicularitate, având rol de simulare a axei optice a obiectivului camerei termale și formând o imagine în domeniul spectral vizibil ce permite controlul preliminar al poziției detectorului față de axa optică simulată, prin vizualizarea imaginilor reticulelor (1, 2) R1 și R2.	23
9. Sistem, conform revendicării 7, caracterizat prin aceea că subsistemul (II) pentru verificarea centrajului matricei de detecție față de axa optică a obiectivului este alcătuit dintr-un microscop (9) cu interval variabil montat într-o bușă (5) suport cu condiții strict impuse de concentricitate și perpendicularitate, o piesă (10) pentru verificarea centrajului montată peste capătul matricei de detecție, având rol de simulare a axei optice a obiectivului camerei termale și formând o imagine în domeniul spectral vizibil ce permite controlul preliminar al poziției detectorului prin vizualizarea imaginilor unui reticul (8) și a orificiului piesei (10) pentru verificarea centrajului.	25

1 10. Sistem, conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că** subsistemul (III)
3 pentru verificarea planului de punere la punct a obiectivului față de planul matricei de
5 detecție este alcătuit dintr-un ansamblu (12) centrare detector ce se montează coaxial cu
7 obiectivul zoom al camerei termale, un corp negru (11) ce asigură o temperatură constantă
9 și uniformă pe suprafața reticulului metalic și un display (14), și permite analiza abaterilor în
11 imaginea achiziționată pe PC prin intermediul unui software de analiză a imaginii.

7 11. Sistem, conform revendicării 10, **caracterizat prin aceea că** ansamblul centrare
9 detector este alcătuit dintr-un reticul (12a) în montură, metalic și în formă de cruce, un
11 obiectiv (12b) IR destinat centrării, o bucușă (12c) de prindere care, prin suprafața de ghidare
și filetul concentric cu aceasta, asigură coaxialitatea față de obiectivul (13) al camerei
termale.

(51) Int.Cl.

G02B 27/62 (2006.01).

G01M 11/02 (2006.01).

G01B 11/16 (2006.01)

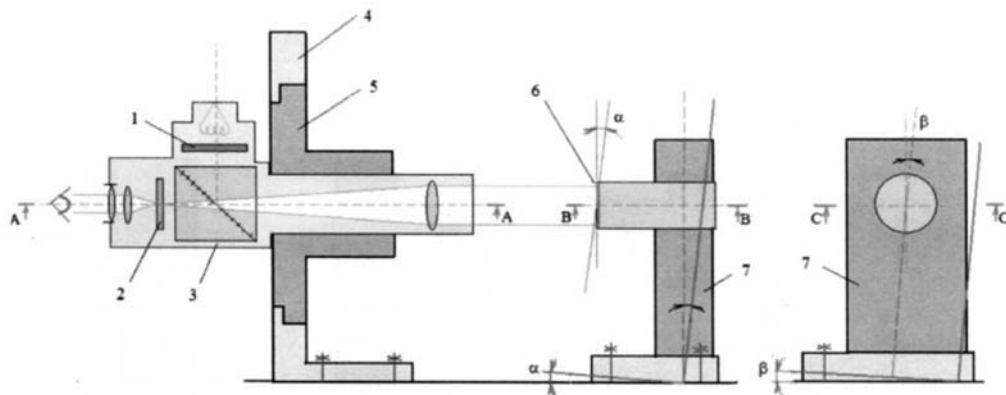


Fig. 1.1

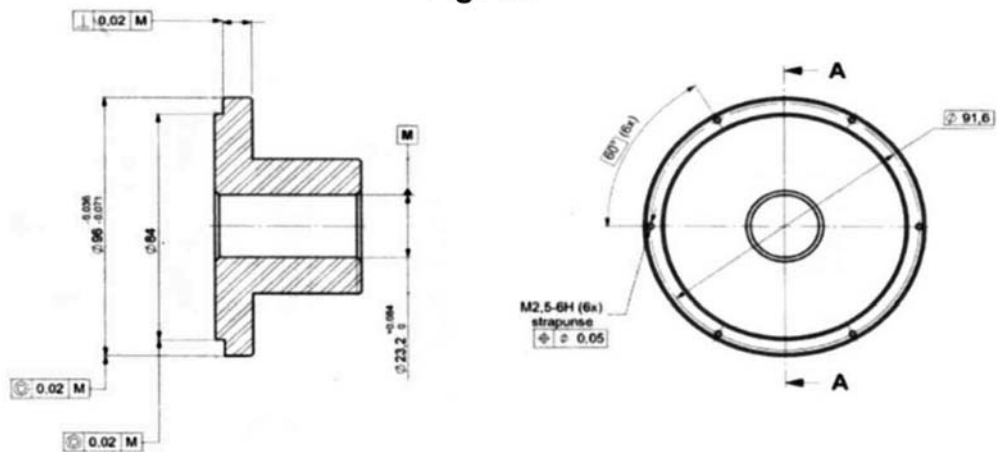


Fig. 1.2

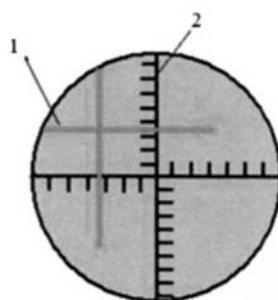


Fig. 1.3.1

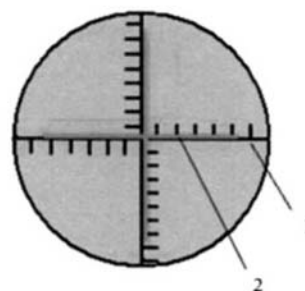


Fig. 1.3.2

Fig. 1.3

Fig. 1

(51) Int.Cl.

G02B 27/62 (2006.01);

G01M 11/02 (2006.01);

G01B 11/16 (2006.01)

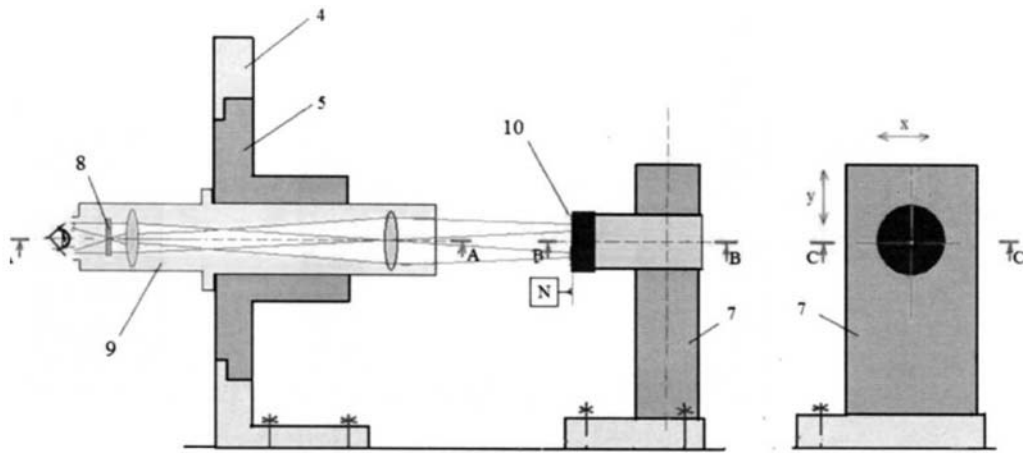


Fig. 2.1

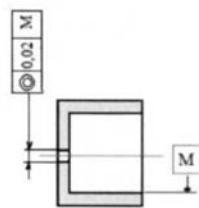


Fig. 2.2

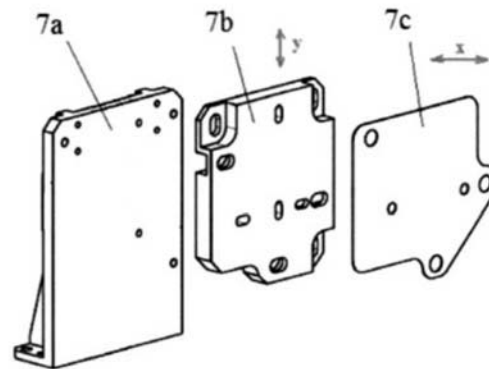


Fig. 2.3

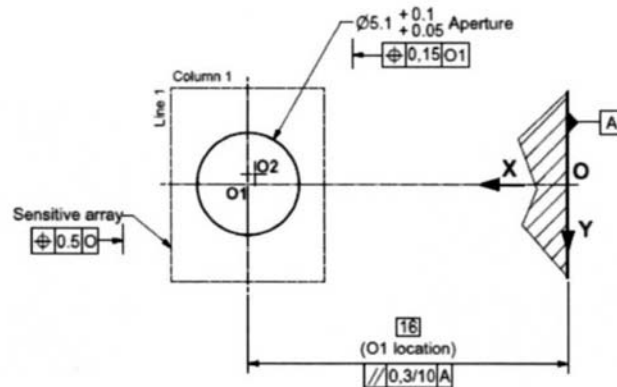


Fig. 2.4

(51) Int.Cl.

G02B 27/62 (2006.01);

G01M 11/02 (2006.01);

G01B 11/16 (2006.01)

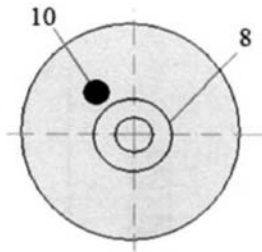


Fig. 2.5.1

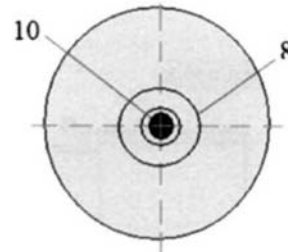


Fig. 2.5.2

Fig. 2.5

Fig. 2

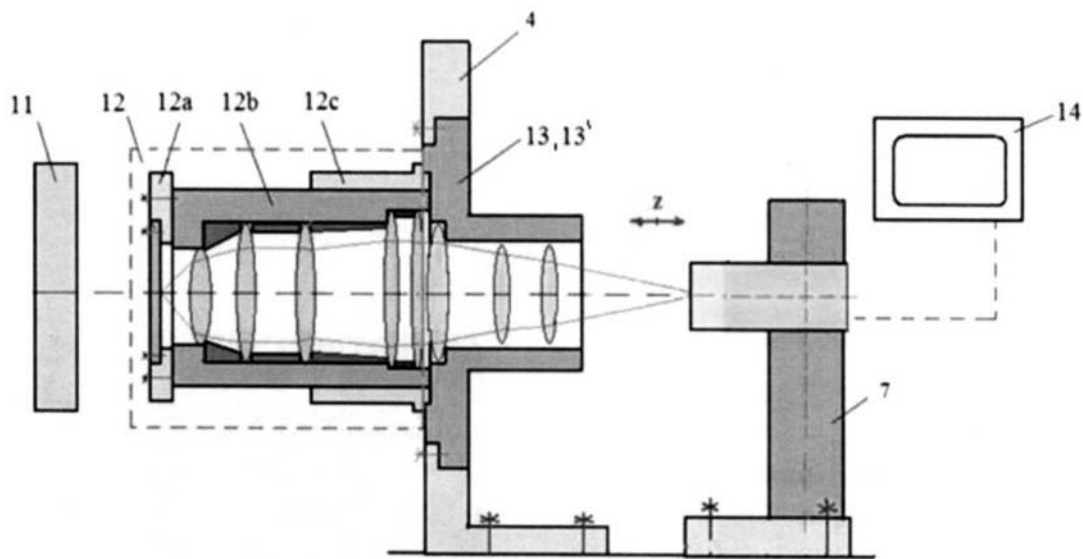


Fig. 3.1

(51) Int.Cl.

G02B 27/62 (2006.01),

G01M 11/02 (2006.01),

G01B 11/16 (2006.01)

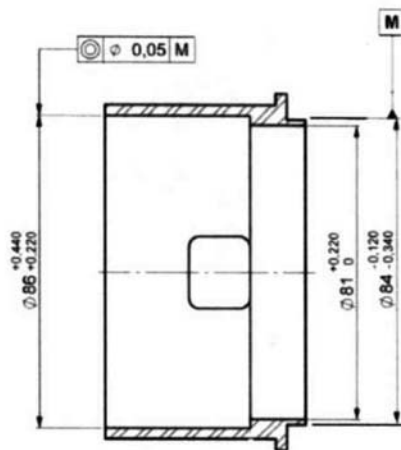


Fig. 3.2

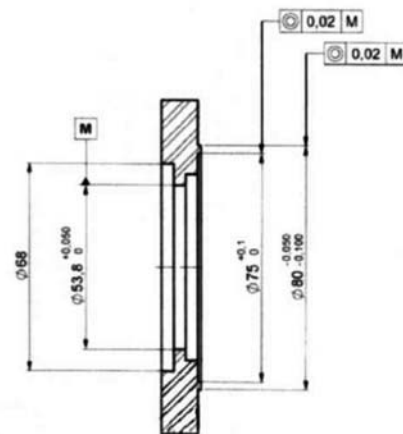


Fig. 3.3

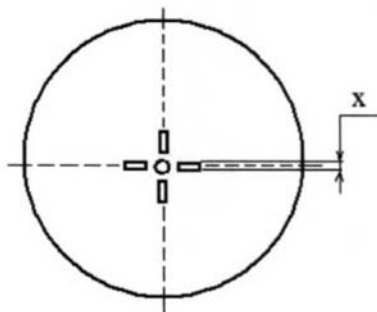


Fig. 3.4.1

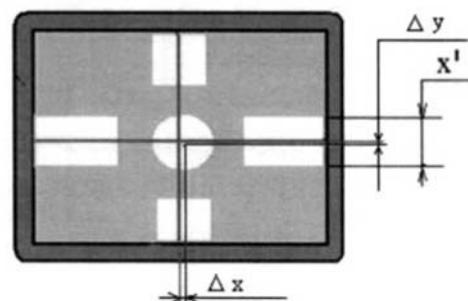


Fig. 3.4.2

Fig. 3.4

Fig. 3

(51) Int.Cl.

G02B 27/62 (2006.01);

G01M 11/02 (2006.01);

G01B 11/16 (2006.01)

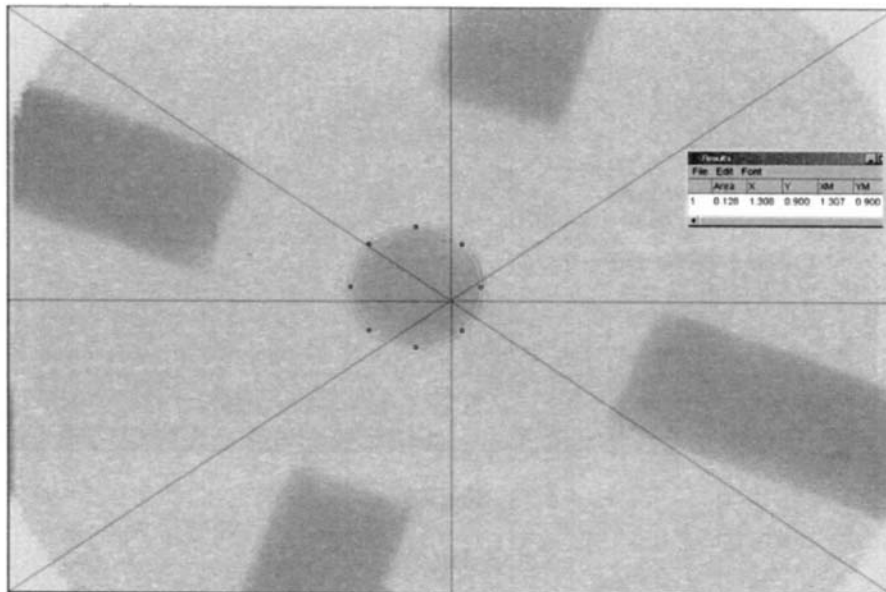


Fig. 4.1

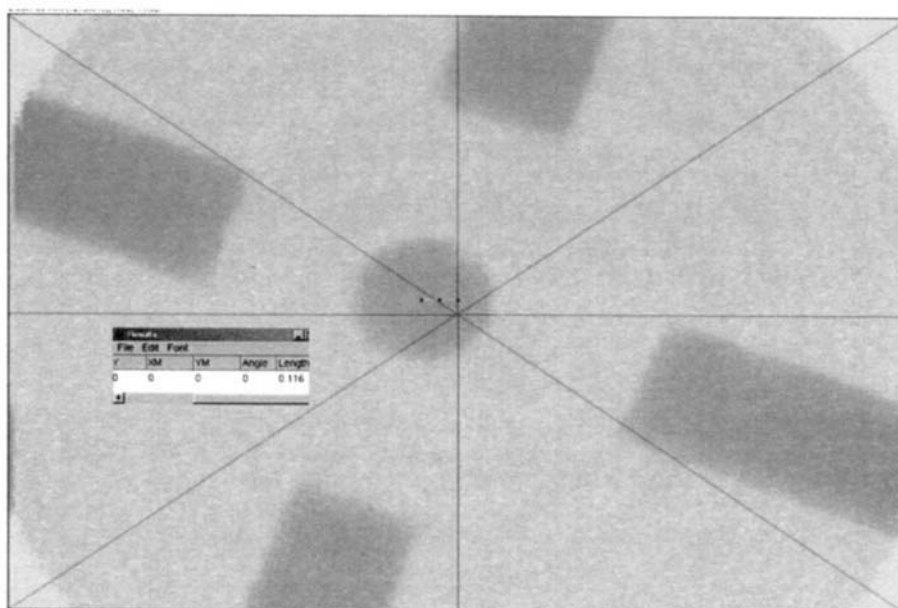


Fig. 4.2

(51) Int.Cl.

G02B 27/62 (2006.01),

G01M 11/02 (2006.01),

G01B 11/16 (2006.01)

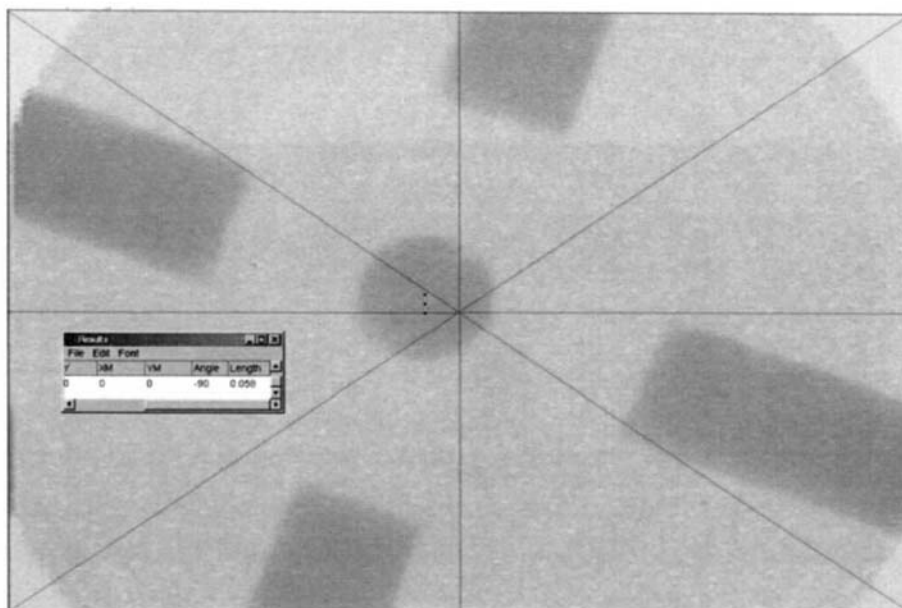


Fig. 4.3

Fig. 4

