
Octrooiraad



⑫ A **Terinzagelegging** ⑪ **8401618**

Nederland

⑲ **NL**

⑤4 **Infrarood bewakingsinrichting.**

⑤1 Int.Cl.⁵: G02B 26/10, H04N 3/08, H04N 3/06, H04N 9/10, F41G 1/32.

⑦1 Aanvrager: S.A. Télécommunications Radioélectriques et Téléphoniques T.R.T.
te Parijs, Frankrijk.

⑦4 Gem.: Ir. C.H.J. Timmers c.s.
OCTROOI- EN MERKENBUREAU VAN EXTER
Willem Witsenplein 3-4
2596 BK 's-Gravenhage.

②1 Aanvraag Nr. 8401618.

②2 Ingediend 20 mei 1984.

③2 Voorrang vanaf 14 juni 1983.

③3 Land van voorrang: Frankrijk (FR).

③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 8309821.

⑥2 - - -

④3 Ter inzage gelegd 2 september 1991.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Korte aanduiding: Infrarood bewakingsinrichting.

Door aanvraagster wordt als uitvinders genoemd:

Jean-Pierre FOUILLY en Fernand, René LOY

De uitvinding heeft betrekking op een inrichting voor het optisch aftasten van een zichtveld van een scene waargenomen door een stelsel voor infrarood thermografie omvattende een eerste optisch-mechanisch gedeelte gevormd door een intree-
5 objektief dat, via een aftastinrichting met ten minste een langzaam rasteraftastelement en dat het mogelijk maakt de scene in successievelijke lijnen te analyseren, de infraroodstraling focuseert op een vlak infrarooddetector(en) en een
10 tweede optisch-mechanisch gedeelte met enerzijds een periscopische kopspiegel welke staat onder een hoek met de optische as van het intree-objektief en rond deze laatste kan draaien en met anderzijds een derotator waarvan de rotatiesnelheid de helft is van die van de kopspiegel, en welk stelsel voorts is voorzien van elektronische middelen voor het in een zichtbaar
15 beeld van het zichtveld omzetten van het uitgangssignaal van de detector(en).

In het bijzonder heeft de uitvinding betrekking op een optische aftastinrichting omvattende een eerste optisch-mechanisch
20 deel gevormd door een intree-objektief, een terugkaatsspiegel welke kan oscilleren rond een eerste kantelas orthogonaal op de optische as van het intree-objectief en welke, bij langzame rasteroscillatie een veldlens realiseert, en met een prismatische trommel welke kan draaien rond een as orthogonaal ten opzichte van de as van de spiegel en een snelle aftasting realiseert,
25 alsmede met een stelsel lenzen en spiegels dat de infraroodstraling focuseert op het vlak der infrarood-detectoren.
De uitvinding heeft ook betrekking op een infrarood thermografiestel waarin deze optische aftastinrichtingen worden toegepast.

30

84 016 18 7

Dergelijke inrichtingen worden in het bijzonder gebruikt in toestellen voor het zichtbaar maken van het terrein gebruikmakend van infraroodstraling met een golflengte groter dan een micron. Een dergelijke visualisatie kan overdag en
5 's nachts worden uitgevoerd doch is in het algemeen nuttiger 's nachts wanneer het direkt zicht gereduceerd of onmogelijk is. De spectrale banden van de door deze inrichtingen gedetecteerde straling corresponderen met vensters van de atmosferische doorlatendheid dus 3 tot 5 μ of 8 tot 12 μ . De uit-
10 vinding heeft in het bijzonder betrekking op gebruik van deze laatste band omdat deze uitstekend geschikt is voor het zichtbaar maken van lichamen op omgevingstemperatuur, een zwart lichaam bij 300°K heeft maximum emissie bij omstreeks 10 μ . Uit het werk "La thermographie infrarouge" door G.GAUSSORGUES,
15 gepubliceerd door Technique et Documentation op 2 december 1982, zijn optische aftastinrichtingen bekend voor systemen voor infrarood thermografie, beschreven in hfdst.7: "Les systèmes d'analyse statiale", pag. 219-248.

Het is bekend dat het bij infraroodthermographie niet
20 mogelijk is de ontvangen straling om te zetten in een elektronisch beeld van de scène, dus gebruik te maken van doelen van de soort van fotokathoden, als gevolg van het feit dat de ontvangen straling te weinig energierijk is om elektroden uit een elektrode vrij te maken; men kan uitsluitend een fotodiode
25 of een fotogeleider bekrachtigen. Het is dan ook niet mogelijk op een doel een elektronisch beeld van een waar te nemen scene te verkrijgen zoals dit wel mogelijk is bij een televisiecamera of een Vidicon. Om het beeld van de scene te reconstrueren is een optomechanisch aftasten noodzakelijk zoals dit werd uit-
30 gevoerd voor de eerste televisiecamera's, welk aftasten bestaat uit een systematisch punt voor punt exploreren van de waar te nemen scene waarbij elk punt van de scene wordt omgezet in een reëel beeld op de detector. De uitvinding maakt bij voorkeur gebruik van het aftasten van een in hoofdzaak rechthoekig ex-
35 ploratieveld gebruikmakend van lijnaftasting en rasteraftasting. Bij de bekende inrichtingen van de soort zoals in de aanhef bedoeld geschiedt de rasteraftasting door een terugkaatsende

spiegel opgesteld achter het intree-objektief met een beeld voor elke oscillatie van de spiegel rond de eerste aftastas terwijl het lijnaftasten wordt uitgevoerd door een prismatische roterende trommel die zowel in de transmissiemode als in 5 de reflectiemode kan werken met een lijn voor een rotatie van de trommel gelijk aan $2\pi/m$, waarbij m het aantal oppervlakken van het prima is. Deze bekende inrichtingen kunnen een of bij voorkeur meerdere detectoren gebruiken waarmee het mogelijk is simultaan meerdere lijnen te vormen. De elektrische uit- 10 gangssignalen van de detectoren worden verwerkt voor het reconstrueren van een beeld van de scene, bijv. op een televisieontvanger waarin het aftasten van het scherm door de elektronbundel gesynchroniseerd is met en identiek is aan het aftasten van het reële beeld van de scene op de infrarooddetector 15 wat een restitutiemode van de scene karakteriseert aangeduid als "beeldmode". Voor de beeldmode gebruikt men in het algemeen de televisiestandaard, dus 25 beelden per seconde, waarbij elk beeld is opgebouwd uit 230.000 punten verdeeld over 575 lijnen met elk 400 punten. De gebruikte objectieven hebben in het 20 algemeen een kleine openingshoek, van de orde van groote van slechts enkele graden, en dit kleine beeldveld is noodzakelijk wanneer men een hoge resolutie wenst en voldoende stralingsflux, uitgezonden door ver-verwijderde voorwerpen die men wenst te herkennen wil opvangen. Deze beperkingen zijn moeilijk te ver- 25 enigen met een exploratiemode zoals bekend uit de radartechniek, dus een sectoriële of panoramische exploratiemode terwijl de problemen van infraroodbewaking vele zijn: panoramische bewaking van het luchtruim, van de aardhorizon of de zeehorizon, bewaking van een bepaalde sector. Een dergelijke infrarood bewaking 30 maakt het mogelijk radar te vervangen wanneer deze laatste wordt gestoord of wanneer het uitzenden daardoor het risico van detectie met zich brengt. Onder deze omstandigheden zou het denkbaar zijn de infraroodinrichting te laten werken in de beeldmode en om zichzelf te laten kantelen. De technische pro- 35 blemen die optreden zijn dan het doen roteren van het stelsel onder het in stand houden van de verbindingen ervan met de accessoires, in het bijzonder de koude-generator die onmisbaar

8401618.

is om de detectoren op een lage temperatuur te houden en het elektronisch gedeelte van de inrichting dat in het bijzonder de kathodebuis voor de restitutie van het beeld bevat. Het vaststaand houden van de koude-generator geeft vrijwel onoplosbare
5 afdichtingsproblemen en het laten meedraaien van deze laatste met de beweging van het optiek compliceert en verzwaart het systeem wat in het bijzonder voor draagbare installaties bezwarend is. Men moet men een elektrische collector aanbrengen die draait tussen de detectoren en het daarbij behorend elek-
10 tronisch deel. Een andere oplossing zou zijn het aanbrengen van een spiegel met een teleskopische kop voor het systeem en roterend rond de optische as daarvan, zoals aangegeven op de pagina's 230 en 231 van bovengenoemde publikatie van G.

GAUSSORGUES. Daar de rotatie van de kopspiegel een vervorming
15 van het beeld geeft is het noodzakelijk dit beeld te herstellen met behulp van een derotator zoals een Wollaston-prisma, een Péchan-prisma of de derotator van Röntsch. De derotator moet rond de as van de bundel een waarde van de hoekpositie hebben de helft van die van de kopspiegel, dus wanneer de kopspiegel
20 roterend wordt aangedreven moet de momentane rotatiesnelheid van de derotator tweemaal zo klein zijn als die van de kopspiegel. Bij een dergelijke werking wordt de beeldmode bewaard, dus de rasterafbuiging wordt uitgevoerd door de spiegel en de lijnafbuiging door het prisma. Daarbij wordt opgemerkt dat de
25 beeldmode slecht geschikt is voor een panoramische bewaking.

Het hoofdoogmerk van de uitvinding is het realiseren van een infrarooddetectoestelsel dat een sectoriële of panoramische bewaking op de wijze van een radarstelsel mogelijk maakt. Dit doel wordt bereikt onder het omgaan van de nadelen van de be-
30 kende inrichtingen doordat de inrichting volgens de aanhef daardoor wordt gekenmerkt dat voor een werking in een panoramische mode van de inrichting de derotator verplaatst wordt gehouden ten opzichte van de kopspiegel door koppelmiddelen in een eerste voorafbepaalde hoekpositie zodanig dat alle geëxplo-
35 reerde lijnen van het zichtveld onderling evenwijdig zijn onafhankelijk van de oriëntatie van het kopspiegel volgens

84 01618.

een eerste richting welke een hoek maakt met een imaginaire horizontale van het zichtveld terwijl de langzame raster-aftastbeweging wordt verkregen door het in een vaste stand houden van het langzame rasterafbuigelement en door het simultaan ro-
5 terend aandrijven van de kopspiegel en de derotator met zodanige snelheden dat de waargenomen geëxploreerde lijnen van de scene in hoofdzaak aan elkaar grenzen.

In de beeldmode is elke geëxploreerde lijn van de scene evenwijdig aan de kantelas van de terugkaatsende spiegel en
10 in het algemeen horizontaal. Volgens de uitvinding maakt men gebruik van de aanwezigheid van de kopspiegel en de derotator zodat het beeld bij voorkeur 90° draait ten opzichte van de gebruikelijke zin, dus voor elke geëxploreerde lijn corresponderend met een imaginaire vertikaal van de scène terwijl
15 de rasterafbuiging wordt gerealiseerd door de rotatiebeweging van de kopspiegel. Om op deze wijze een homogeen beeld te verkrijgen is het noodzakelijk dat de kopspiegel draait met een regelmatige snelheid en dat bovendien deze rotatiesnelheid verenigbaar is met de gebruikelijke rasterafbuiging, dus in
20 hoofdzaak gelijk aan die van de spiegel wanneer deze laatste in de beeldmode oscilleert, terwijl de kopspiegel en de derotator bij voorkeur stil staan.

Volgens een eerste uitvoeringsvorm zijn de hoekkoppelmid-
delen in hoofdzaak mechanisch, waarbij de rotatieassen van de
25 kopspiegel en de derotator desmodromisch worden aangedreven door een enkele elektromotor. Deze uitvoeringsvorm is geschikt voor sectoriële of panoramische bewaking op de wijze van een radar.

Volgens een tweede uitvoeringsvorm zijn de hoekkoppelmid-
30 delen elektrisch, waarbij de kopspiegel en de derotator worden aangedreven door een eerste resp. een tweede elektromotor elk voorzien van een positie-indicator, terwijl een elektronisch besturingsorgaan is aangebracht voor het regelen van de posities en de respectievelijke snelheden der twee motoren.

35 Deze tweede uitvoeringsvorm kan op eenvoudige wijze geschikt zijn voor werking in de bewakingsmode en voor werking in de beeldmode.

84 016 187

De uitvinding wordt toegelicht aan de hand van de tekening. Hierin is:

fig. 1 een perspektivische, schematische afbeelding aan de hand waarvan het werkingsprincipe van de optische afbuig-
5 inrichting volgens de uitvinding wordt toegelicht;

fig. 2 heeft betrekking op een eerste uitvoeringsvorm met mechanische hoekkoppelmiddelen;

fig. 3 heeft betrekking op een tweede uitvoeringsvorm met elektrische hoekkoppelmiddelen;

10 fig. 4 toont een derde uitvoeringsvorm volgens de uitvinding waarbij de kopspiegel is aangebracht op een cardan;

fig. 5 toont, in een bol getekend, de exploratiemodes van het beeldveld die met deze derde uitvoeringsvorm kunnen worden verkregen.

15 Fig. 1 toont een infrarood thermografiestelsel waarin de optische aftastinrichting van het beeldveld is weergegeven. De aftastinrichting bestaat op de bekende wijze uit een vast intreeobjektief symbolisch weergegeven met de enkele lens 1, een weerkaatsende spiegel 2 die een oscilleerbeweging kan uit-
20 voeren rond de kantelas 3 in de twee rotatierichtingen zoals aangegeven met de dubbele pijl 4, en wel met een kleine amplitude, een vaste veldlens 5, een prismatische lijnaftastspiegel 6 en een uittreeobjektief 7, schematisch weergegeven door een enkele vaste lens die de infraroodstraling focusseert op een veld
25 fotodetecoren 8. Het objektief 1 heeft een optische as 9 die orthogonaal is op de as 3 waarbij het snijpunt ligt in de spiegel 2. De prismatische trommel 6 draagt een groot aantal reflecterende oppervlakken 11, bij voorkeur regelmatig verdeeld rond de rotatieas 12. De trommel kan werken in de transmissiemode in welk geval de trommel doorlatend is voor infraroodstraling of in de reflectiemode, zoals weergegeven in fig. 1 in welk geval de oppervlakken 11 reflectierend zijn. De spiegel 2 voert de rasteraftasting uit van het beeldveld door de oscillatie en de trommel 6 voert een snelle lijnaftasting uit
30 in een richting in hoofdzaak loodrecht op de rasteraftasting en wel met een lijn (of meerdere lijnen wanneer meerdere detectoren parallel zijn aangebracht) voor het passeren van elk

84 01618.

oppervlak voor de veldlens 5, welke lijnen in het algemeen corresponderen met horizontale lijnen gesuperponeerd op het beeldveld. Na focussering door een uittree-objektief 7 beweegt het reële infrarood-beeld van de scene, in hoofdzaak recht-
5 hoekig, punt voor punt over een vaste fotodetector of groep fotodetectoren 8. De optische aftastinrichting bevat bovendien een periscopische kopspiegel 13 die de optische as 9 snijdt onder een hoek met deze laatste staat en rond deze as kan roteren. Door de rotatiebeweging van de spiegel 13 is een
10 panoramisch zicht van het landschap mogelijk waardoor het niet meer nodig is het geheel van de optische aftastinrichting te doen roteren, doch deze rotatie introduceert een scheeftrekken van het beeld, dus een rotatie van het beeld op zichzelf rond de as 9, die voor het afbeelden van het beeld ontoelaatbaar
15 is. Om dit te compenseren wordt op de bekende wijze een derotator zoals 14 toegepast die kan draaien ron de as 8. In figuur 1 geven de punt-streeplijnen, aangegeven met het verwijzingscijfer 10, aan het verloop van de infrarode straling door de optische aftastinrichting. Meerdere optische aftastingen van het
20 zichtveld zijn mogelijk met de bovenomschreven inrichting, afhankelijk van de relatieve bewegingen die worden gegeven aan de spiegels 2 en 13 en aan de derotator 14. De klassieke werking is in de beeldmode waarbij een horizontale afbeelding van het zichtveld wordt gerestitueerd in de vorm van een horizon-
25 tale lijn op de detector of detectoren 8. Om deze werking te verkrijgen moet vooraf een regeling van de relatieve posities van de kopspiegel 13 en de derotator 14 worden uitgevoerd: de spiegel 13 wordt verondersteld te zijn aangebracht in een gegeven vaste stand en dan moet de derotator 14 in een zodanige
30 hoekstand worden verdraaid dat het op 8 grestitueerde beeld, bij een oscillatiebeweging van het element 2 en een rotatiebeweging van het element 6 hetzelfde is als dat wat men verkrijgt zonder de aanwezigheid van de derotator en de kopspiegel met de inrichting over 90° gedraaid in een richting tegen-
35 gesteld aan de in fig. 1 afgebeelde positie, waardoor de horizontale lijnen van het beeld worden gerestitueerd in een vorm van horizontale lijnen en de vertikalen in de vorm van in

8401618.

vertikale richting in elkaars verlengde gelegen punten. Uitgaande van deze aanvangsafregeling zal, wanneer de kopspiegel 13 over een bepaalde hoekwaarde verdraait, de derotator 14 over de halve hoekwaarde worden verdraaid opdat het op 8 gerestitueerde reële beeld dezelfde horizontale en verticale eigenschappen houdt. De op deze wijze verkregen aftasting maakt het mogelijk beelden te verkrijgen door gebruik van de met 15 aangegeven elektronische middelen; namelijk een visualisatiescherm dat op de op zich bekende wijze het signaal van de detector 10 of detectoren 8 overgedragen op de geleider 16 omzet. Wanneer de spiegel 13 een rotatiebeweging uitvoert overeenkomstig die van de klassieke film- of videocamera moet de derotator 14 uitgaande van de bovenomschreven aanvangsafregeling een momentane rotatiesnelheid hebben die de helft is van die van de 15 spiegel 13.

In het bovenstaande is de werking in de beeldmode beschreven waarbij de spiegel 12 de rasteraftasting verzorgt zoals bekend voor de gebruikelijke inrichting waar de derotator 14 en de spiegel 13 ontbreken. Volgens de uitvinding wordt de 20 rasteraftasting uitgevoerd door middel van de spiegel 13 waardoor een panoramische aftasting wordt verkregen die overeenkomt met die uitgevoerd door een radar voor een panoramische of sectoriële bewaking van de scene. Hiertoe wordt een aanvangsafregeling uitgevoerd van de relatieve rotatiepositie van 25 de kopspiegel 13 en de derotator 14 die verschilt van die welke in het bovenstaande voor de beeldmode is beschreven in die zin dat de convergerende bundel ontvangen door de spiegel 2 wordt verdraaid over een voorafbepaalde hoek, bij voorkeur 90° , ten opzichte van die optredend in de beeldmode wat ertoe leidt 30 dat de spiegel 2 niet meer naar de prismatische spiegel 6 via de veldlens 5 een horizontale lijn van het beeld zendt, doch een schuinstaande of bij voorkeur een verticale lijn. Het verdraaien van het beeld over 90° door middel van een derotator betekent dat deze laatste een hoekverschuiving van $\pm 45^{\circ}$ modulus 35 180° teweegbrengt ten opzichte van die welke in de beeldmode (zie hierboven) aanwezig was, dus over vier mogelijke posities. Met deze vier mogelijke hoekstanden corresponderen in paren

8401618.

twee mogelijk omkeringen van het beeld, onderling over 180° verschoven. Als functie van de afspraak gekozen voor de representatie van het beeld op het scherm 15 is slechts één van deze omkeringen geschikt, corresponderend met twee mogelijke standen voor de derotator 14, onderling over 180° verschillend. Uitgaande van deze afregelpositie is de werking als volgt:

De spiegel 2 wordt bij voorkeur vastgezet in de middenstand rond de as 3 en de kopspiegel 13 wordt roterend aangedreven met een uniforme snelheid in de ene of de andere richting. Onder deze omstandigheden zal de derotator 14 roteren in dezelfde richting als de kopspiegel 13 met een uniforme snelheid die exact de helft is van die van de spiegel 13. Op deze wijze wordt een aftasten verkregen van de detectoren 8 in loodrechte richtingen ten opzichte van de aftasting in de beeldmode wat betekent dat de horizontale lijnen op 8 corresponderen met verticale lijnen van het beeld en dat de rasteraftasting, in de richting loodrecht op de lijnaftasting correspondeert met een horizontaal voorbijbewegen van het beeld en niet meer met een vertikaal voorbijbewegen zoals dit het geval was in de beeldmode door de oscillatie van de spiegel 2. Opgemerkt wordt dat het beeld van de scene over 90° is verdraaid ten opzichte van dat zoals het was in de beeldmode en dat, wanneer geen bijzondere maatregelen zouden worden genomen voor het weergeven van de verkregen panoramische informatie, men op het scherm dat een deel vormt van de elektronische middelen 15 in verticale richting in de ene of de andere zin afhankelijk van de rotatierichting van de kopspiegel 13 de horizontale afbeelding van de scene beweegt. Zoals gezegd worden bijzondere maatregelen genomen die een verwerking van het beeld kunnen omvatten, indien noodzakelijk op de wijze zoals toegepast bij het afbeelden van radarecho's. Opgemerkt wordt dat de richting van de lijn aangegeven op het scherm 15 afhangt van de rotatierichting van de prismatische spiegel 6. Afhankelijk van de rotatiesnelheid van de spiegel 13 kunnen de naast elkaar gelegen lijnen gereproduceerd op de detector 8 elkaar overlappen, aangrenzend zijn of op afstand van elkaar liggen. Bij voorkeur grenzen de lijnen juist aan elkaar en hiertoe moet de rotatiesnelheid van de spiegel 13 worden gekozen gelijk aan die, aangegeven met

84 01618.

v_0 , welke men geeft aan de spiegel 2 voor de rasteraftasting in de beeldmode gedurende het hoofddeelte van de oscillatieperiode tijdens welke de exploratie van elk beeld wordt uitgevoerd. Opgemerkt wordt dat men ook een continu beeld van de
5 scene verkrijgt: bij de beeldmode zal het snel terugkomen van de spiegel 2 het overgaan van het ene beeld naar het volgende (in het algemeen het beeld van hetzelfde of in hoofdzaak hetzelfde deel van de scene) markeren terwijl in de panoramische bewakingsmode volgens de uitvinding daarentegen de situatie
10 van aparte beelden elk met een voorafbepaald constant aantal lijnen niet meer bestaat daar de beweging van de spiegel 13 die de rasteraftasting verzorgt continu kan zijn. Wanneer deze beweging continu is wordt een panoramische bewaking over 360° van de scene verkregen. Het is ook volgens de uitvinding
15 mogelijk een sectoriële bewaking te verkrijgen doordat de spiegel 13 een oscillerende rotatiebeweging uitvoert tussen voorafbepaalde hoekstanden waarbij het terugkeren van de spiegel 13 van de ene hoekstand naar een andere in een richting tegengesteld aan de rotatierichting met snelheid v_0 bij voorkeur wordt
20 uitgevoerd met een snelheid die groot is ten opzichte van v_0 , waarbij de terugkeertijd bij voorkeur niet wordt gebruikt voor het restitueren van een zichtbaar beeld van de door het stelsel ontvangen infraroodstraling.

Opgemerkt wordt dat de panoramische of sectoriële werking
25 problemen geeft bij het weergeven van de informatie die ook optreden bij het weergeven van radarecho's, dit probleem wordt veroorzaakt enerzijds door het grote aantal per tijdeenheid te verwerken elementaire punten samengaand met een kleine re-
dondantie ten opzichte van die welke wordt verkregen in de beeld-
30 mode en anderzijds uit het lage werkritme van het stelsel. Dit betekent dat in het algemene geval een bijzondere verwerking van de informatie moet worden uitgevoerd en aangepast aan de werkmode voor het weergeven. Deze verwerking die in zijn algemeenheid bekend is uit de restitutie van radarbeelden kan ver-
35 schillende vormen hebben zoals het elimineren van uitgestrekte zones, filamentstructuren die bij radarbeelden corresponderen met vaste echo's, zodanig dat de voorkeur wordt gegeven aan

8401618.

punten waar gebruik kan worden gemaakt van algoritmen gebaseerd op statistische eigenschappen van doelen, welke verwerkingen kunnen worden uitgevoerd in reële tijd of quasi reële tijd. Deze informatieverwerkingen kunnen worden gecombineerd met 5 stelsels voor het opheffen van twijfels zoals het terugkeren naar de beeldmode of het gebruik van een telemeter voor het herkennen van de snelheid en de afstand van het doel.

In het hiernavolgende zal een numerieke benadering worden gegeven die de compatibiliteit aangeeft van het klassieke in-
10 frarode thermografiesysteem aangepast aan de televisie-ontvangststandaarden met de panoramische of sectoriële infraroodbewaking. Het infrarode thermografiestelsel gekozen als voorbeeld van de analyse van de scene werkt in de beeldmode met blokken van steeds meerdere lijnen waarmee de rotatie-
15 snelheid van de prismatische spiegel 6 kan worden gereduceerd. De analyse geschiedt bijv. over 11 lijnen simultaan wat correspondeert met ten minste 11 detectoren 8, vertikaal gerangschikt doch niet in fig. 1 aangegeven. Voor het verbeteren van de integratiecapaciteit van het stelsel gebruikt men bij voor-
20 keur op op zich bekende wijze meerdere infrarooddetectoren per lijn, bijv. vier detectoren naast elkaar aangebracht op dezelfde lijn. Bij de werking worden de uitgangssignalen van de vier elementen na het herstellen der fase gesommeerd aan het einde van elk tijdinterval τ dat correspondeert met een
25 punt van de af te beelden lijn en met een module van de hoekwaarde op een scene, aangeduid als elementair veld, welk tijdinterval uit een praktisch oogpunt correspondeert met de tijd welke de infraroodstraling uitgezonden door een punt van de scene nodig heeft om van de ene detector de aangrenzende de-
30 tector te bereiken. Het herstellen der fase geschiedt door middel van vertragslijnen die drie van de vier detectoren van een lijn verbinden met een bij de lijn behorende sommator, waarbij de waarden van de vertragingen zijn resp. 3τ , 2τ en τ in de volgorde die correspondeert met de richting van het pas-
35 seren der straling op de betreffende detectors. Op deze wijze worden aan de uitgang van de 11 sommatoren 11 signalen parallel verkregen die worden opgeslagen in het ritme van de aftast-

8401618.

snelheid in twee parallel-serieregisters waarbij een van de registers in serie met een snelheid die 11 maal groter is op de geleider 16 de elf reeds opgeslagen lijnen levert terwijl het andere register wordt gevuld met de daaropvolgende elf 5 lijnen, en zo afwisselend. Aan de uitgang van een niet-getekend signaalorganisatiemodule die samenwerkt met de detectoren 8 worden de lijnen aldus weer in serie gebracht door middel van elektronische middelen 15 met een regelmatig ritme. Het gebruik van vier detectoren per lijn verdubbelt de gevoelig- 10 heid van het systeem. Elke lijn heeft bijv. 400 punten voor een hoekbreedte van het veld in de lijnrichting die ligt tussen $2,2^\circ$ en 45° . Die hoekbreedte θ is hier gelijk aan 5° gekozen. In de beeldmode is het ritme 25 beelden per seconde, of wel een oscillatieperiode van de spiegel 2 van 20 ms per even of 15 oneven raster, en elk beeld heeft 510 bruikbare lijnen met een terugkeertijd corresponderend met de duur van 115 lijnen. Gezien het feit dat er in de panoramische bewakingsmode geen beeldterugslag is is het exploratieritme in aantallen lijnen per seconde gelijk aan:

$$20 \quad 25(510 + 115) = 15\,625 \text{ l/s}$$

per blokken van 11 lijnen.

Anderzijds is de hoekbreedte α van een elementair veld die correspondeert met de ruimte tussen twee punten van het beeld in de lijnrichting of in de rasterrichting, berekend 25 langs een lijn gelijk aan

$$\alpha = \frac{\theta}{400^\circ}$$

Hieruit volgt de exploratiesnelheid v_o :

$$v_o = 15\,625 \frac{\theta}{400} = 39,06 \theta \text{ }^\circ/\text{s}$$

voor $\theta = 5^\circ$ verkrijgt men: $v_o = 195,3 \text{ }^\circ/\text{s}$, dus een omwenteling 30 in 1,84 seconde.

voor $\theta = 10^\circ$ een omwenteling in 0,92 seconde.

Deze orde van grootte correspondeert met de waarden die gewoonlijk worden gerealiseerd in bewakingsstelsels.

8401618.

Voor wat betreft de orde van grootte van de gevoeligheid van het infrarood bewakingsstelsel moeten de volgende opmerkingen en berekeningen worden gemaakt: voor het evalueren van de gevoeligheid van een bewakingsstelsel met betrekking tot 5 luchtdoelen bijv. gebruikt men in het algemeen de notatie NEI resp. NEP (Noise Equivalent Irradiance respectievelijk Power in het Engels) uitgedrukt in w/m^2 in het vlak van de intrepupil. De berekening kan gemakkelijk worden uitgevoerd met een klassiek infrarood thermografiestelsel waarvan bepaalde ka- 10 rakteristieken in het bovenstaande reeds zijn aangegeven. De berekening is als volgt:

$$\text{NEP} = \frac{\sqrt{S} \sqrt{\Delta F}}{\sqrt{n} D^*} \frac{1}{t} \text{ in Watt}$$

met : S : oppervlak van een detector : $(0,0035)^2 \text{ cm}^2$

n : aantal detectors : $4 \times 11 = 44$

15 t : transmissie van het optiek : 0,7

$D^* \geq 3,5 \cdot 10^{10} \text{ in cm} \times \text{Hz}^{\frac{1}{2}} \times \text{w}^{-1}$

$$\Delta F = \frac{\pi}{2} \frac{400}{2} = 15\,625 \text{ in Hz}$$

of:

$$\text{NEP} = 4,77 \cdot 10^{-11} \text{ w}$$

20 Met een pupil van 150 mm diameter waarvan het oppervlak is aangegeven met S_p verkrijgt men:

$$\text{NEI} = \frac{\text{NEP}}{S_p} = 2,7 \cdot 10^{-9} \text{ w/m}^2 \approx 3 \cdot 10^{-9} \text{ w/m}^2$$

Deze orde van grootte is vergelijkbaar met bewakingsstelsels. Bij wijze van voorbeeld wordt aangenomen dat men door een pa- 25 noramische infrarode bewaking de minimale afstand wil kennen waar detectie mogelijk is van een laag vliegend vliegtuig met een straling $I = 100 \text{ Watt per steradian}$ in de band 8 tot 12 μ . De atmosfeer correspondeert met een doofcoëfficiënt $\sigma = 0,24 \text{ km}^{-1}$.

8401618.

De getolereerde fout—alarmfactor is gelijk aan $2,8 \cdot 10^{-4}$ maal per sekonde en de mogelijkheid van automatische detectie moet 0,9 zijn; uit de berekeningen volgt dan een minimale signaal-ruis-verhouding S/B van 8. De minimale ontvangen energie noodzakelijk om te worden gedetecteerd, R, kan op twee manieren worden berekend:

$$R = \frac{S}{B} \times NEI, \text{ dus } R = 8 \times 3 \cdot 10^{-9} = 2,4 \cdot 10^{-8} \text{ w/m}^2$$

anderzijds :

$$R = \frac{I}{d^2} e^{-\sigma d}$$

10 Uit de twee voorgaande vergelijkingen wordt de waarde van d afgeleid: $d = 13,3 \text{ km}$

Voor een heliocopter die 15 Watt per steradian uitstraalt is de detectie-afstand d 8,8 km. Met een intreepupil van 150 mm diameter is de hoekbreedte van het veld in de lijnrichting gelijk aan $3,35^\circ$. In dat geval is de analysesnelheid v_0 $130,89^\circ/\text{s}$ dus een omwenteling in 2,75 s.

Afhankelijk van de wijze waarop is uitgevoerd de aandrijving van de kopspiegel 13 en de derotator 14 kunnen de beeldanalysemode en de panoramische bewakingsanalysemode al dan niet verenigbaar zijn zoals wordt beschreven aan de hand van de figuren 2 en 3 waarin de rechthoek met het verwijzingscijfer 17 de elementen 2, 3, 5 t/m 8, 11, 12, 15 en 16 symbolisch representeert en met elk een uitvoeringsvorm van de hoekkoppelmiddelen tussen de kopspiegel 13 en de derotator 14.

25 In fig. 2 zijn weergegeven hoekkoppelmiddelen die in hoofdzaak mechanisch zijn: een elektromotor 18 drijft simultaan uitgaande van een gemeenschappelijke uitgangsas 19 de kopspiegel 13 aan met de snelheid v_0 en de derotator 14 met de snelheid $v_0/2$. De aandrijving kan geschieden door middel van poelies en banden, waarbij de poelies 21 en 22 zijn gekoppeld door de band 23 voor het aandrijven van de spiegel 13 en de poelies 24 en 25 door de band 26 voor het aandrijven van de derotator 14, waarbij de overzetverhouding tussen de poelies 21 en 22 enerzijds, 24 en 25 anderzijds moeten worden berekend om te

voldoen aan de bovengenoemde snelheidsvoorwaarde: zoals afgebeeld in fig. 2 hebben de poelies 21, 22 en 24 dezelfde groefdiameter terwijl de diameter van de poelie 25 de dubbele is van de drie andere. De verhouding van 1 op 2 tussen de rotatiesnelheid van de elementen 14 en 15 moet rigoreus constant worden gehouden en het kan gunstig zijn de aandrijving uit te voeren met tandwielen met geschikte overzetverhouding. Voor de werking in de panoramische mode of in de sectoriële mode is het noodzakelijk om voor modulus 180° de relatieve aanvangsposities tussen de derotator 14 en de spiegel 13 in te stellen voor het verkrijgen van de oriëntatie der lijnen overeenkomstig een analyse in de panoramische mode, zoals bovenomschreven. In deze mode wordt de spiegel 2 gestopt en daar er geen rasteraftastingwerking meer is kan deze spiegel zelfs vervallen waarbij de assen 19 en 12 loodrecht moeten blijven staan op het symmetriemidden van de prismatische trommel 6. Wanneer de spiegel 2 behouden blijft blijft de beeldmode mogelijk door het accepteren van een beeld op het scherm, gedraaid over 90° ten opzichte van het beeld ontvangen door de spiegel 13. Om deze werking te verkrijgen is het voldoende om de spiegel 2 de oscillatiebeweging voor de rasteraftasting te geven waarbij de spiegel 13 onbeweeglijk blijft of wordt aangedreven met een willekeurige rotatiesnelheid.

De hoekkoppelmiddelen afgebeeld in fig. 3 zijn elektrisch en vergen twee motoren, een motor 28 voor het bijv. direkt aandrijven van de kopspiegel 13 en een motor 29 voor het indirect aandrijven van de derotator 14 via de poelies 31, 32 en een riem 33 of door middel van tandwielen. In dat geval wordt de relatieve stand van kopspiegel en derotator bestuurd door een elektronisch besturingsorgaan 34 dat het mogelijk maakt een richting te verkrijgen van de analyselijnen van het landschap onafhankelijk van de positie van de kopspiegel 13. In de panoramische bewakingsmode kan de richting van de lijnen vertikaal zijn en in de beeldmode kan de richting van de lijnen horizontaal zijn om het weergeven op het klassieke televisiescherm te vergemakkelijken. De feitelijke realisatie van het elektronisch besturingsorgaan 34 ligt binnen het bereik van de vakman.

8401618.

Om de gewenste beschreven werking te bereiken hebben de detectoren 28 en 29 elk een positiedetector 35 resp. 36 die in de vorm van elektrische signalen de relatieve posities van de elementen 13 en 14 aangeven. Deze signalen gaan via de geleiders 37 resp. 38 naar het orgaan 34 waarin zij worden vergeleken. Een volglus die rekening houdt met het verschil tussen de relatieve reële posities van de elementen 13 en 14 en de theoretische relatieve positie kan inwerken op de besturing van de motor 29 via de leiding 39 in de zin van een verkleining van dit verschil waarbij de besturing van de motor 28 geschiedt via de leiding 41. In de uitvoeringsvorm volgens fig. 3 zijn de assen de motoren 28 en 29 niet mechanisch gekoppeld wat het mogelijk maakt dat de inrichting zowel in de panoramische bewakingsmode als in de beeldmode werkt. Wanneer de inrichting werkt in de panoramische bewakingsmode, dus met relatieve momentane posities der elementen 2, 13 en 14 identiek aan die in het bovenstaande beschreven met betrekking tot fig. 2 wordt het overgaan in de beeldmode, bestemd voor het verkrijgen van een beeld in een voorafbepaalde richting als volgt uitgevoerd onder de besturing van het elektronisch besturingsorgaan: de spiegel 13 wordt gestopt in de voorafbepaalde gewenste richting, bijv. de richting waarin een warm doel in de panoramische mode is gedetecteerd, de derotator 14 die tegelijkertijd als de spiegel 13 is gestopt wordt vervolgens verdraaid over $+ 45^{\circ}$ of $- 135^{\circ}$, resp. $- 45^{\circ}$ of $+ 135^{\circ}$ afhankelijk van de initiële omzetting van het beeld van het zichtveld voor de analyse in de panoramische mode zodanig dat het beeld over 90° wordt verdraaid en de spiegel 2 wordt opnieuw aangedreven voor de rasteraftasting. De overgang van de beeldaftasting naar de panoramische aftasting geschiedt in omgekeerde zin.

Fig. 4 toont een uitvoeringsvorm volgens de uitvinding die niet alleen een werking mogelijk maakt volgens die van de inrichting volgens fig. 3 doch nog extra mogelijkheden biedt. Volgens fig. 4 is de kopspiegel 13 beweegbaar aangebracht op een cardan 43 en staat onder de besturing van een derde elektromotor 44 voorzien van een positie-indicator 45. De motor 44 wordt gevoed vanuit een elektronisch orgaan 46 waaraan

8401618.

wordt teruggevoerd de indicatie van de rotatiepositie der motor 44. De elektrische verbindingen tussen de organen 44, 45 en 46 zijn in fig. 4 zeer schematisch weergegeven; in de praktijk zullen deze verbindingen gaan door niet-getekende geleiders 5 verbonden met het cardan 43 en een stel sleepringen en borstels, evenmin getekend, op de as van de motor 28 en de as van de motor 44. Het is ook mogelijk de zichtlijn te besturen in twee hoekrichtingen van respectievelijk hoogte en koers en een groot gedeelte van de bol die het zichtveld vormt af te tasten met 10 een complete onafhankelijkheid tussen de koersrichting en de oriëntatie van het systeem. Volgens het schema van fig. 4 zal het roterend aandrijven van de cardan 43 door de motor 28 de zichthoek, dus de as 47, in verticale richting doen roteren en dus in de hoogterichting, doch ^{dit} introduceert een vertekening 15 van het beeld, namelijk een rotatie rond het centrum. Deze vertekening wordt gecompenseerd door een rotatie van de derotator 14 met behulp van de motor 29. Het roterend aandrijven van de spiegel door de motor 44 doet de hoogtehoek in horizontale richting roteren en dus in koershoekrichting wat geen 20 vertekening van het beeld veroorzaakt. Door het combineren van de bewegingen van spiegel, cardan en derotator is het mogelijk een groot gedeelte van een bol te exploreren met verschillende oriëntaties van lijnen. Fig. 5 toont enige voorbeelden van de mogelijke exploratiemodes; de inrichting volgens fig. 4 wordt 25 daarbij verondersteld te zijn aangebracht in het midden 48 van de bol 49 met dezelfde oriëntatie als in fig. 4. Met het verwijzingscijfer 51 is aangegeven het bewaken van een band met de breedte van een lijn langs de grote cirkel 49 door rotatie van de cardan 43, waarbij de exploratielijnen evenwijdig zijn 30 met de as 9 en de werking identiek is aan die beschreven met betrekking tot fig. 3 met uitzondering van de inrichting voor de optische aftasting. Voor het langzaam kantelen van de spiegel door middel van de motor 44, continu of stapsgewijs met een stap per omwenteling, is het mogelijk een exploratie van de 35 bol over de banden 52, 53 etc. te verkrijgen die zich uitstrekken langs de meridianen en bij voorkeur aan elkaar grenzen, ten minste bij de equator. Het is ook mogelijk een hoekzone zoals 54 of 55 te bewaken, begrensd door vier bogen van grote

cirkels die twee aan twee loodrecht op elkaar staan. De bewakingsmode aangegeven met het verwijzingscijfer 54 wordt verkregen door een continue beperkte rotatie van de cardan die gepaard gaat met een snelle terugslag en na elke terugslag door de rotatie over een stap van de spiegel 13 door de motor 44, waarbij de lijnen onderling evenwijdig zijn en, in een niet-getekende cilinderprojectie, evenwijdig aan de as 9. Opgemerkt wordt dat de inrichting volgens fig. 4 ook een bewaking mogelijk maakt zoals aangegeven met 55 volgens welke de bewegingen van de motoren 28 en 44 tegengesteld zijn aan die beschreven in het bovenstaande voor de bewaking van de zonde 54. In het laatste geval zijn de lijnen op de bol 49 orthogonaal ten opzichte van de as 9. Voor de bewaking van zones zoals 54 of 55 praktisch in elk punt van de bol met uitzondering van de plaatsen die zijn ingenomen door de inrichting zelf vergezelt de derotator de bewegingen van de cardan voor het houden van de lijnen in de goede richting.

De derotator 14 kan zijn gevormd door een diëder, een Péchan- of Wollaston-prisma uit een geschikt materiaal of een stelsel cilinderlenzen dan wel door elk ander geschikt beeldherstelstelsel. Bij voorkeur gebruikt men een Rantsch-prisma zoals beschreven in het artikel van Dr. D.W. SWIFT "Proceedings of the technical Programme" verschenen in "Electrooptics 71 International conference" pag. 33-43. BRIGHTON, Engeland, op 23, 24 en 25 maart 1971. Dit type derotator heeft een zo kleine optische lengte dat het kan worden opgenomen tussen het objectief 1 en het afbuigstelsel op een plaats waar de bundel infraroodstraling betrekkelijk gefocusseerd is waardoor een derotator van beperkte afmetingen kan worden toegepast. Het is echter duidelijk dat de derotator kan worden aangebracht op elk punt van de optische weg van de infraroodstraling stroomopwaarts van het deel 17 van de inrichting. Anderzijds is de uitvinding niet beperkt tot aftaststelsels met twee mechanische bewegingen omvattende een spiegel die kan oscilleren en een prismatische roterende trommel en kan ook worden toegepast bij andere aftaststelsels waar een enkele mechanische beweging optreedt en waar geen terugzendspiegel is en ten minste even veel detectoren als beeldlijnen met ten minste een detector per lijn.

8401618.

C O N C L U S I E S

1. Inrichting voor het optisch aftasten van een zichtveld van een scene waargenomen door een stelsel voor infrarood thermografie omvattende een eerste optisch-mechanisch gedeelte gevormd door een intree-objectief dat, via een aftastinrichting met ten
5 minste een langzaam rasteraftastelement en dat het mogelijk maakt de scene in successievelijke lijnen te analyseren, de infraroodstraling focusseert op een vlak infrarooddetector(en) en een tweede optisch-mechanisch gedeelte met enerzijds een periscopische kopspiegel welke staat onder een hoek met de optische
10 as van het intree-objectief en rond deze laatste kan draaien en met anderzijds een derotator waarvan de rotatiesnelheid de helft is van die van de kopspiegel, en welk stelsel voorts is voorzien van elektronische middelen voor het in een zichtbaar beeld van het zichtveld omzetten van het uitgangssignaal van
15 de detector(en), met het kenmerk, dat voor een werking in een panoramische mode van de inrichting de derotator verplaatst wordt gehouden ten opzichte van de kopspiegel door koppelmiddelen in een eerste voorafbepaalde hoekpositie zodanig dat alle geëxploreerde lijnen van het zichtveld onderling even-
20 wijdig zijn onafhankelijk van de oriëntatie van de kopspiegel volgens een eerste richting welke een hoek maakt met een imaginair horizontale van het zichtveld terwijl de langzame rasteraftastbeweging wordt verkregen door het in een vaste stand houden van het langzame rasterafbuigelement en door het simultaan ro-
25 terend aandrijven van de kopspiegel en de derotator met zodanige snelheden dat de waargenomen geëxploreerde lijnen van de scene in hoofdzaak aan elkaar grenzen.

2. Optische aftastinrichting omvattende een eerste optisch-mechanisch deel gevormd door een intree-objectief, een terug-
30 kaatsspiegel welke kan oscilleren rond een eerste kantelas orthogonaal op de optische as van het intree-objectief en welke, bij langzame rasteroscillatie een veldlens realiseert, en met een prismatische trommel welke kan draaien rond een as orthogonaal ten opzichte van de as van de spiegel en een snelle af-
35 tasting realiseert, alsmede met een stelsel lenzen en spiegels

8401618.

dat de infraroodstraling focusseert op het vlak der infrarood-
detectoren, volgens conclusie 1.

3. Optische aftastinrichting volgens conclusie 1 of 2,
m e t h e t k e n m e r k , dat de hoekkoppelmiddelen in
5 hoofdzaak mechanisch zijn waarbij de rotatie-assen van de kop-
spiegel en de derotator uitgaande van een enkele elektromotor
desmodromisch worden aangedreven.

4. Optische aftastinrichting volgens conclusie 1 of 2,
m e t h e t k e n m e r k , dat de hoekkoppelmiddelen
10 elektrisch zijn waarbij de kopspiegel en de derotator worden
aangedreven door een eerste respectievelijk tweede elektro-
motor elk voorzien van een positie-indicator en waarbij een
elektronisch besturingsorgaan is voorzien voor het regelen van
de wederzijdse posities en snelheden van de twee motoren.

15 5. Aftastinrichting volgens conclusie 4, m e t h e t
k e n m e r k , dat voor een werking in de beeldmode van de
inrichting het besturingsorgaan enerzijds de rotatieverschuiving
bstuurt tussen de kopspiegel en de derotator naar een tweede
hoekstand die over 45° modulus 180° verschilt ten opzichte van
20 de eerste hoekstand en anderzijds het in beweging brengen van
het rasteraftastelement bestemd voor de rasteraftasting.

6. Aftastinrichting volgens conclusie 5, m e t h e t
k e n m e r k , dat het besturingsorgaan de kopspiegel en de
derotator onbeweeglijk houdt.

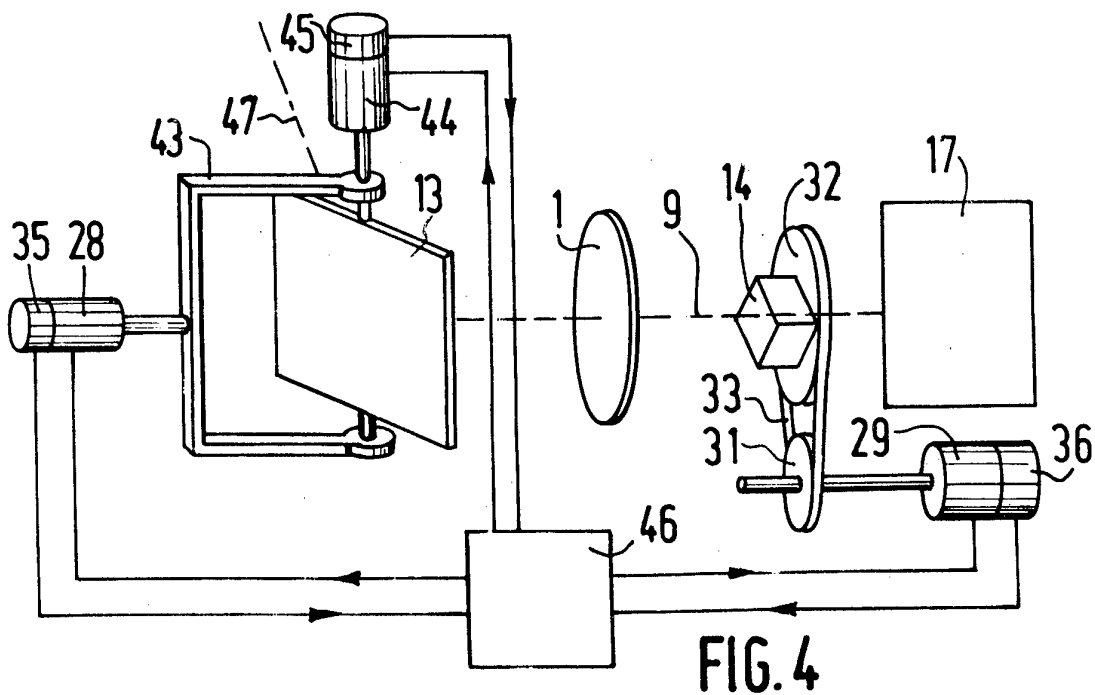
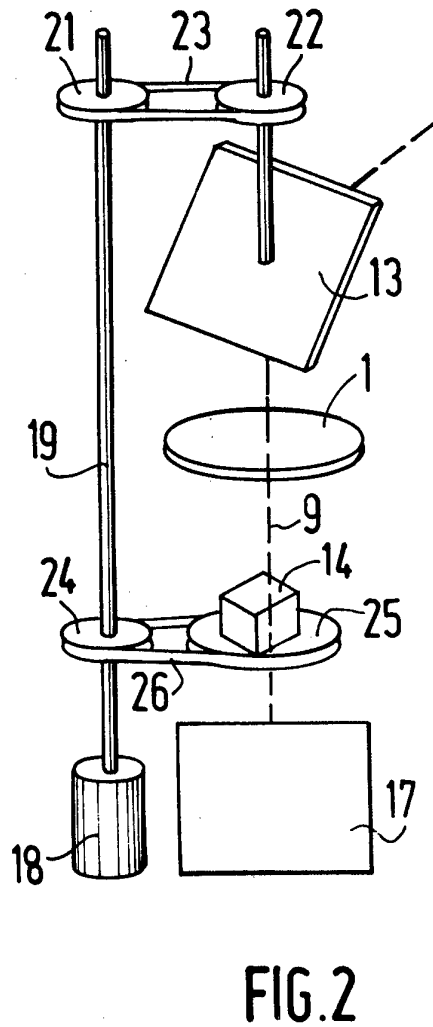
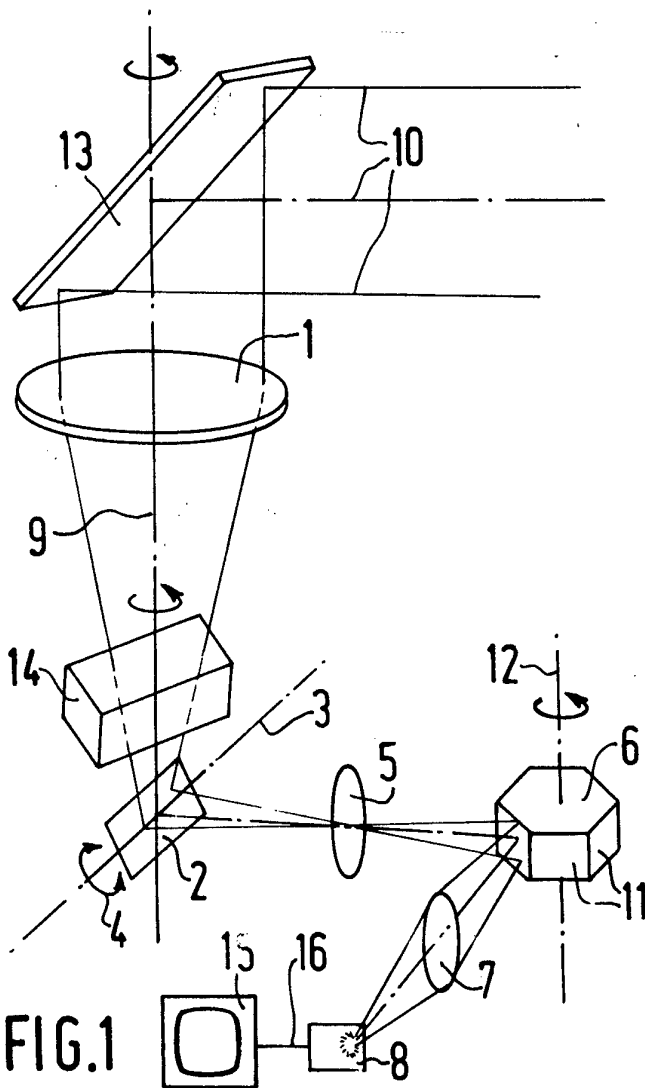
25 7. Aftastinrichting volgens conclusies 1-6, m e t h e t
k e n m e r k , dat de kopspiegel is aangebracht op een cardan
waarvan de as zich uitstrekt langs de optische as van het
intree-objektief zodanig dat kanteling mogelijk is rond een
tweede kantelas opgenomen in het vlak ervan en loodrecht op de
30 optische as.

8. Aftastinrichting volgens conclusies 4 en 7, m e t
h e t k e n m e r k , dat de tweede kantelas kan worden
aangedreven in een continue rotatie respectievelijk een staps-
gewijze rotatie door een derde elektromotor voorzien van een
35 positie-indicator en bestuurd door het elektronisch besturings-
orgaan dat de eerste en tweede elektromotoren een stapsgewijze
rotatie respectievelijk een continua rotatie doet uitvoeren.

8401618.

9. Aftastinrichting volgens een der conclusies 1-8,
m e t h e t k e n m e r k , dat de derotator een Rantsch-
derotator is opgenomen tussen het intree-objektief en het
rasteraftastelement.
- 5 10. Stelsel voor infraroodthermografie gebruikmakend van de
aftastinrichting volgens een der conclusies 1-4 en 7-9,
m e t h e t k e n m e r k , dat de elektrische uitgangs-
signalen van de detector(en) worden verwerkt voor het recon-
stitueren van een beeld in een bewakingsmode of panoramische
10 mode volgens de techniek analoog aan die der radartechniek.

8401618.



84 016 18.

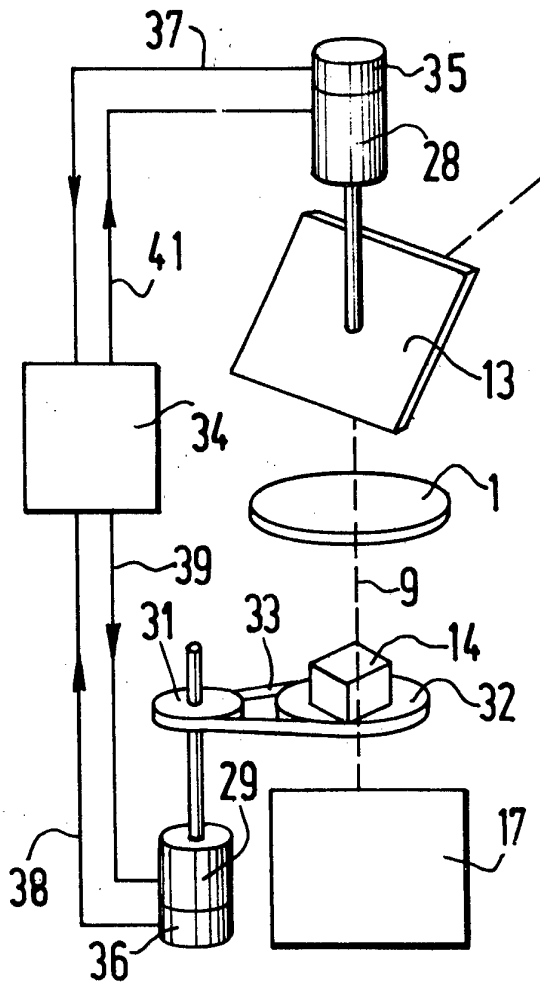


FIG. 3

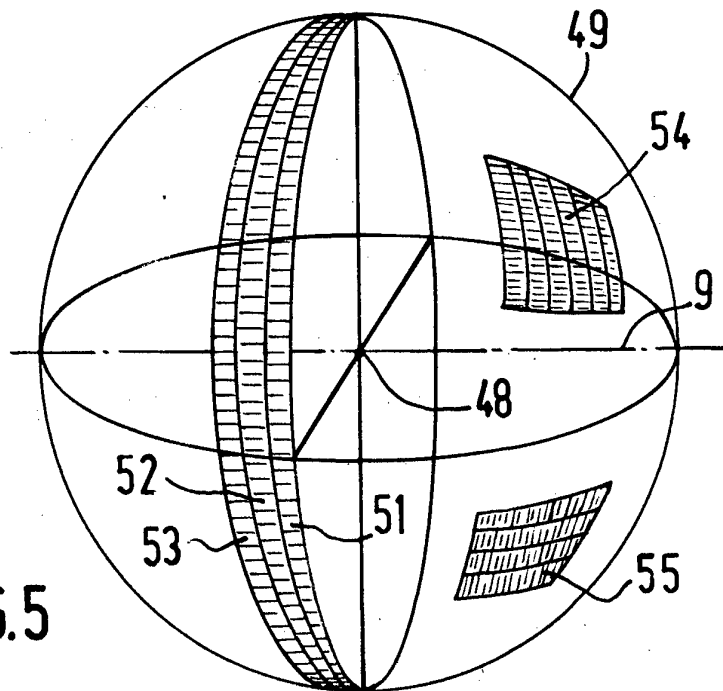


FIG. 5

8401618.