



NORGE

(19) [NO]

[B] (12) UTLEGNINGSSKRIFT (11) NR. 157155

STYRET FOR DET
INDUSTRIELLE RETTSVERN

(51) Int. Cl.⁴ G 02 B 25/00, 1/02, 13/14

(21) Patentsøknad nr. 811400
(22) Inngivelsesdag 24.04.81
(24) Løpedag 24.04.81
(62) Avdelt/utskilt fra søknad nr.

(71)(73) Søker/Patenthaver BARR & STROUD LIMITED,
Caxton Street,
Anniesland, Glasgow G13 1HZ,
Skottland.

(86) Internasjonal søknad nr. -
(86) Internasjonal inngivelsesdag -
(85) Videreføringsdag -
(41) Alment tilgjengelig fra 27.10.81
(44) Utlegningsdag 19.10.87
(72) Oppfinner IAIN ALEXANDER NEIL, Kelvingrove,
Glasgow, Skottland.

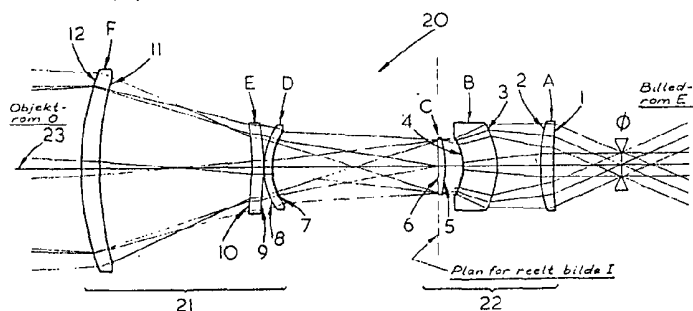
(74) Fullmektig Tandbergs Patentkontor A-S, Oslo.

(30) Prioritet begjært 26.04.80, GB, nr. 8013848.

(54) Oppfinnelsens benevnelse KOLLIMASJONSLINSESYSTEM.

(57) Sammendrag Et okular- eller kollimasjonslinsesystem (22) er dannet av tre linseelementer (A, B, C) som ligger på linje med en felles optisk akse (23) og er innrettet til å ta imot stråling i det infrarøde bølgelengdeområde fra et reelt bilde (I) og tilveiebringe en bunt parallelle stråler ved en utgangspupill (Ø), idet hvert av linseelementene (A, B, C) har positiv styrke og er fremstilt av et materiale som har et nyttig, spektralt passbånd i det infrarøde bølgelengdeområde, og brytningsflaten (6) av det linseelement (C) som ligger nær det reelle bilde (I), er flat, mens de andre brytningsflater (1, 2, 3, 4, 5) av linseelementene (A, B, C) er i hovedsaken sfæriske. Et gradnett kan være montert på eller nær den flate brytningsflate (6), og hver brytningsflate kan være antirefleksjonsbelagt. Linseelementet (C) nær det reelle bilde (I) er hensiktsmessig fremstilt av zinkselenid, mens hvert av de andre linseelementer (A, B) er fremstilt av germanium.

(56) Anførte publikasjoner Ingen.



Oppfinnelsen angår et okular- eller kollimasjons-
linsesystem for benyttelse i et teleskop eller et mikroskop.

Fremkomsten av "fremoverseende, infrarøde systemer"
(vanlig kjent under bokstavordet FLIR = Forward Looking
5 Infrared Systems") med høy ytelse har ført til et behov for
høyytelses afokale teleskoper som er egnet for benyttelse
sammen med FLIR-systemet.

For å oppnå dette er det nødvendig med et høy-
ytelses-okularlinsesystem og et høyytelses, komplementært
10 objektivlinsesystem. Forskjellige former for sådanne okular-
linsesystemer er blitt foreslått tidligere, men det praktiske
krav til kompakthet (dvs. lavt f-tall) har fremtvunget et
behov for lave felt- og pupill-aberrasjoner.

Ifølge oppfinnelsen er det tilveiebrakt et okular-
15 eller kollimasjonslinsesystem som er dannet av tre linseele-
menter med optisk styrke som er innrettet på en felles optisk
akse og er innrettet til å ta imot stråling i det infrarøde
bølgelengdeområde fra et reelt bilde, og å frembringe en
bunt parallelle stråler ved en utgangspupill, hvilket system
20 er kjennetegnet ved at hvert av linseelementene har positiv
styrke, og at den første brytningsflate av det linseelement
som ligger nærmest det reelle bilde, er plan, og de fem andre
brytningsflater av linseelementene er i hovedsaken sfæriske.

25

Da linsesystemet ifølge oppfinnelsen har bare tre
linseelementer, er systemet optisk og mekanisk enkelt, og da
fem brytningsflater er i hovedsaken sfæriske og den andre
brytningsflate er plan, er linseelementene lette å fremstille
30 og systemet kan anordnes med det reelle bilde beliggende på
den plane brytningsflate, hvilket kan være fordelaktig. Da
videre okularsystemet kan konstrueres med lave pupill-
aberrasjoner og en nesten diffraksjonsbegrenset ytelse over feltet,
kan det festes til et passende objektivlinsesystem for å
35 tilveiebringe et kompakt, afokalt teleskop med høy ytelse.

Linseelementet nærmest den reelle billedflate kan
være fremstilt av sinkselenid, mens hvert av de andre to
linseelementer kan være fremstilt av germanium (som har en

V-verdi på 1182 og en brytningsindeks på 4,003), hvilke materialer har et nyttig spektralt passbånd i det infrarøde bølgelengdeområde fra 3 til 13 μm . Alternativt kan linseelementet nærmest det reelle bilde være fremstilt av ett av de andre materialer som er angitt i den etterfølgende Tabell III, hvilke materialer har passbånd i området 3 - 13 μm . Dersom imidlertid det forannevnte linseelement har det reelle bilde beliggende nær eller på den ene av sine overflater, er det viktig at homogenitetskvaliteten av det materiale av hvilket linseelementet er sammensatt, er tilstrekkelig god til å sikre at høy optisk ytelse oppnås. Alle tre linseelementer kan være fast montert, idet okularsystemet er ufølsomt overfor moderat store variasjoner i omgivelsestemperatur. Imidlertid kan hvilken som helst kombinasjon av ett eller to eller tre linseelementer være bevegelig langs den optiske akse, idet systemet som et resultat av dette kan kompenseres for store variasjoner i omgivelsestemperatur. Der hvor det er ønskelig å inkludere en gratikul eller et gradnett i systemet, kan dette være understøttet av en planparallell plate (med null optisk styrke) og beliggende ved systemets reelle bilde enten i kontakt med eller i umiddelbar nærhet av linseelementet med den plane brytningsflate. Dette forenkler sentrering av gradnettet i forhold til systemets linseelementer. Et sådant gradnett kan alternativt være understøttet av den plane overflate av linseelementet nærmest det reelle bilde.

Oppfinnelsen skal beskrives nærmere i det følgende under henvisning til den skjematiske tegning hvis ene figur viser et utførelseseksempel ifølge oppfinnelsen, og under henvisning til de etterfølgende tabeller.

Som vist på tegningen, er et teleskop 20 dannet av et objektivsystem 21 og et okularsystem 22 som er innrettet på en felles optisk akse 23. Teleskopet 20 er av den afokale refraktortype og danner innvendig et reelt bilde I av stråling som kommer inn i teleskopet fra et objektom O. Objektivsystemet 21 er dannet av et primærlinseelement F som har positiv styrke, et sekundærlinseelement E som har negativ styrke, og et tertiær-linseelement D som har negativ styrke.

Linseelementet E er fargekorrigerende og bevirker, når det er koplet til linseelementet D, fokusering og termisk kompensasjon ved bevegelse langs den optiske akse 23. Okularsystemet 22 er dannet av tre linseelementer A, B og C som har positiv styrke og som danner et system med fast fokus, hvilket også er tilfellet med elementene D, E og F, slik at objektivsystemet 21 tar imot en bunt parallelle stråler fra en inngangspupill som er dannet i objektrommet O, og okularsystemet 22 samler stråling fra det omvendte, reelle bilde I som er dannet av objektivsystemet 21, og frembringer en bunt parallelle stråler som danner en utgangspupill $\emptyset$ i et billedrom E. Den optiske styrke av de forskjellige linseelementer A, B, C, D, E, F og avstanden mellom disses brytningsflater 1 - 12 er anordnet slik at bildet I ligger nær linseelementets C overflate 6 som er plan, mens alle andre brytningsflater er i hovedsaken sfæriske, dvs. dersom de ikke er helt sfæriske, er de "sfæriske" innenfor teknikkens betydning.

Teleskopet 20 er beregnet for bruk i det infrarøde bølgelengdeområde (dvs. 8 - 13 μm), og linseelementenes brytningsindekser er følgelig forholdsvis store. For å tilveiebringe en høy optisk ytelse ved det interne, reelle bilde I, er linseelementet C fortrinnsvis fremstilt av et optisk materiale med lave materialhomogeniteter, såsom sinkselelid (CVD - vakuumavsatt), som har en brytningsindeks på 2,41, linseelementene A, B, D og F er fremstilt av et materiale som ved en bølgelengde på 10 μm har en brytningsindeks på minst 4, for eksempel germanium hvis brytningsindeks er 4,003, og linseelementet E er fremstilt av chalkogenidglass av type 1 fra Barr & Stroud, hvis brytningsindeks er 2,49 (alle målt ved en temperatur på 20° C og ved en bølgelengde på 10 μm). Disse materialer (som er egnet for antirefleksjonsbelegning) tilveiebringer også minst 60 % overføring av innfallende stråling i området 8,5 - 11,5 μm når de er antirefleksjonsbelagt. Således kan alle brytningsflater i teleskopet være antirefleksjonsbelagt.

Okularsystemet 22 er moderat ufølsomt overfor fokusendringer som skriver seg fra objektivsystemet 21, og optisk ytelsesforringelse fremkalt av omgivelsestemperaturendringer

som typisk ligger i området $-40^{\circ}\text{C} - +70^{\circ}\text{C}$.

Ett eksempel på teleskopet 20 som inneholder objektivlinsesystemet 21 og okularlinsesystemet 22, er angitt i Tabell I hvor hver brytningsflates krumningsradius er gitt sammen med åpningsdiameteren av hver flate og av pupillen $\emptyset$, hvis posisjon benyttes som et nullpunkt fra hvilket adskillelsen av suksessive brytningsflater er definert, sammen med beskaffenheten av det materiale som er aktuelt for et sådant adskillelsesintervall. Således har for eksempel flaten 2 en krumningsradius på $-117,35\text{ mm}$, idet det negative fortegn angir at krumningssenteret ligger på høyre side av flaten 2; den er adskilt en tykkelse på $8,05\text{ mm}$ av germanium fra den foregående flate, nr. 1, i retning av pupillen $\emptyset$; den har en åpningsdiameter på $57,74\text{ mm}$; og den er adskilt fra den etterfølgende flate, nr. 3, en avstand på $30,30\text{ mm}$ i luft. Dette teleskop frembringer en forstørrelse på 7 ganger (X7) og okularsystemet 22 har en effektiv brennvidde på ca. $45,50\text{ mm}$, og et tilnærmet f-tall på 2,94 ved det reelle bilde I.

Det okularsystem som er angitt i Tabell I, er ett av en familie som kan konstrueres for å tilveiebringe et billedrom E med et fullstendig felt opp til ca. 80° og en pupilldiameter på mer enn $15,5\text{ mm}$. Ved å gradere okularsystemet med en forstørrelses-målestokkfaktor (dvs. en faktor med hvilken teleskopets forstørrelse skal multipliseres for å gi den ønskede forstørrelse) i området $0,01 - 10$, kan det oppnås en økning eller reduksjon i den effektive brennvidde. Det okularsystem som er blitt beskrevet, tilveiebringer høy ytelse over størstedelen av feltet ved det reelle bilde I, slik det kan innses av Tabell II, og med sine lave pupillaberrasjoner godtar det bekvemt et objektivlinsesystem 21 slik som det som er beskrevet, slik at det tilveiebringes et kompakt, afokalt teleskop med høy ytelse. Man vil legge merke til at på grunn av krumningsradiene til okularlinseflatene 1 og 3, kan okularsystemet 22, når det belegges med et belegg med høy overføring og lav refleksjon (f.eks. Barr & Stroud ARG3), kombineres med et FLIR-system uten innføring av noen merkbar narsisseffekt. Videre forekommer det ingen vignettering ved noen av linseelementenes brytningsflater.

Tabell I

Ved 20° C

	Linse	Flate	Adskillelse (mm)	Krumnings- radius (mm)	Materiale	Åpnings- diameter (mm)
5	Inngangs- pupill*	∅	0	Flat	Luft	15,50
	A	1	46,63	-254,02	Luft	55,54
		2	8,05	-117,35	Ge	57,74
10	B	3	30,30	54,61	Luft	56,12
		4	22,91	38,10	Ge	38,23
	C	5	12,92	113,54	Luft	36,96
		6	3,50	Flat	ZnSe (CVD)	36,56
15	D	7	113,02	-42,57	Luft	48,85
		8	5,09	-49,89	Ge	53,93
	E	9	0,005	262,13	Luft	57,93
20		10	7,39	201,68	As/Se/Ge (BSI)	58,11
	F	11	104,36	-228,09	Luft	123,58
		12	12,00	-169,06	Ge	128,56

25 *Maksimal feltvinkel ved inngangspupill = 46,3°.

30

35

157155

6

Tabell II

5	ved 20°C	Tilnærmede RMS-flekk- størrelser (i μm) ved det reelle bilde (I) til pupill $\emptyset$		Tilnærmede RMS-flekk- størrelser (i millirad.) i objektrom 0 referert til pupill $\emptyset$	
		Felt	Monokromatisk ved 9,6 μm	*Kromatisk over 8,5 - 11,5 μm	Monokromatisk ved 9,6 μm
10	Aksialt	36,8	39,5	0,073	0,105
	1/2	39,6	41,6	0,084	0,127
	3/4	46,0	48,3	0,122	0,159
	Full	55,8	58,8	0,115	0,160

15

*Gitt som en likt avveid trebølgelengders, akkumulert måling, idet bølgelengdene er 8,5, 9,6 og 11,5 μm .

Tabell III

20	Materiale	Brytningsindeks [*]	V-verdi [#]
25	Ge	4,003	1182
	BS2	2,856	248
	BSA	2,779	209
	TI 1173	2,600	142
	AMTIR	2,497	169
	BS1	2,492	152
	TI20	2,492	144
	ZnSe	2,407	77
30	KRS5	2,370	260
	KRS6	2,177	95
	AgCl	1,980	72
	CsI	1,739	316
35	CsBr	1,663	176
	KI	1,620	137
	KBr	1,526	82
	NaCl	1,495	25
	KCl	1,458	40

*Brytningsindeksen gjelder for 10 μm .

[#] Over bølgelengdeområdet 8,5 - 11,5 μm .

P a t e n t k r a v

1. Okular- eller kollimasjonslinsesystem (22) som er dannet av tre linseelementer (A, B, C) med optisk styrke som
5 er innrettet på en felles optisk akse (23) og er innrettet til å ta imot stråling i det infrarøde bølgelengdeområde fra et reelt bilde (I), og å frembringe en bunt parallelle stråler ved en utgangspupill ($\emptyset$), k a r a k t e r i s e r t ved at hvert av linseelementene (A, B, C) har positiv styrke,
10 og at den første brytningsflate (6) av det linseelement (C) som ligger nærmest det reelle bilde (I), er plan, og de fem andre brytningsflater (1, 2, 3, 4, 5) av linseelementene (A, B, C) er i hovedsaken sfæriske.
2. System ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at et gradnett er montert på eller nær den plane brytnings-
15 flate (6).
3. System ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t ved at én eller flere av de nevnte brytningsflater (1, 2, 3, 4, 5) er antirefleksjonsbelagt.
- 20 4. System ifølge ett av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t ved at de to linseelementer (A, B) nærmest utgangspupillen ($\emptyset$) har brytningsindekser på ikke mindre enn 4,0 ved en bølgelengde på 10 μm og en temperatur på 20°C.
5. System ifølge ett av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t ved at linseelementet (C) nærmest det reelle bilde (I) er fremstilt av sinksele-
25 nid og de gjenværende linseelementer (A, B) i systemet (22) er fremstilt av germanium.
6. System ifølge ett av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t ved at minst ett av linseelementene (A, B, C) er bevegelig langs den optiske akse (23) i forhold til
30 minst ett annet av linseelementene (A, B, C), slik at systemet (22) kan kompenseres for store variasjoner i omgivelsestemperatur.
7. System ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at linsematerialer, åpningsdiametre samt linseflatenes adskillelser og krumningsradier har verdier som angitt i Tabell I,
35 del A-B-C.
8. System ifølge krav 7, k a r a k t e r i s e r t ved at det er gradert med en forstørrelses-målestokkfaktor i området 0,01 - 10,0.

