(19) DANMARK

DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET

(12) **FREMLÆGGELSESSKRIFT** (11) **150046 B**

(21) Patentansøgning nr.: **1896/79**

(51) Int.Cl.[4]: **G 11 B 7/08**

(22) Indleveringsdag: **08 maj 1979**

(41) Alm. tilgængelig: **12 nov 1979**

(44) Fremlagt: **24 nov 1986**

(86) International ansøgning nr.: **--**

(30) Prioritet: **11 maj 1978 NL 7805069**

(71) Ansøger: **N.V. *PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN; Eindhoven, NL.**

(72) Opfinder: **Gijsbertus *Bouwhuis; NL.**

(74) Fuldmægtig: **Internationalt Patent-Bureau**

(54) **Apparat til punktskandering af en informationsflade**

(57) Sammendrag:

I apparatet til punktskandering af en informationsflade placeres et iagttagelsesobjektivsystem (25) asymmetrisk i forhold til et underbundt af nulte ordenen b(0,0) i den stråling, der ankommer fra informationsfladen, medens der anvendes en detektor (30) med lille dimension i skanderingsretningen. Herved opnås en forbedret opløsningsevne.

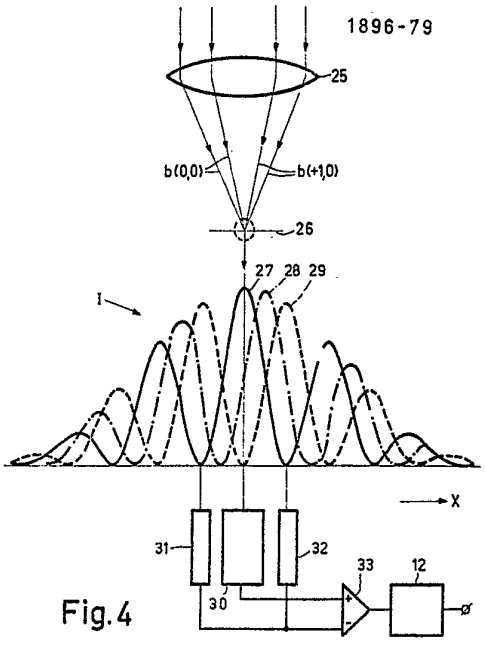


Fig.4

DK 150046 B

Apparat til punktskandering af en informationsflade og specielt aflæsning af en registreringsbærer med optisk, ved diffraktion aflæselig informationsstruktur, hvilket apparat omfatter en strålingskilde, et belysningsobjektivsystem til fokusering af det fra strålingskilden udsendte skanderingsbundt til en skanderingsplet på informationsfladen og et iagttagelsesobjektivsystem til at koncentrere den fra informationsfladen hidrørende stråling på et strålingsfølsomt detektionssystems plan.

Et sådant apparat, som er beregnet til aflæsning af en strålingsreflekterende registreringsbærer, der er formet som en cirkulær skive, og på hvilken der er optegnet et fjernsynsprogram, kendes fra blandt andet "S.M.P.T.E. Journal", november 1976, bind 85, side 881-886. Informationsstrukturen omfatter områder, der er placerede i spor og har en anden optisk egenskab end resten af informationsfladen. Informationen kan være indeholdt i områdernes rumlige frekvens og eventuelt i længderne af områderne.

Under aflæsning belyses informationsstrukturen med en strålingsplet, der er bredere end områderne, hvorfor der forekommer diffraktion. Informationsstrukturen splitter skanderingsbundtet i et ikke-afbøjet underbundt af nulte orden og et antal afbøjede underbundter af højere orden.

Hvis registreringsbæreren aflæses ved lysreflektion, som vist i fig. 25 i nævnte publikation, danner det objektivsystem, der frembringer skanderingspletten på informationsstrukturen også det objektivsystem, der koncentrerer den stråling, som reflekteres fra informationsstrukturen på en detektor. Pupillen i dette objektivsystem er placeret symmetrisk i forhold til underbundtet af nulte orden. Den maksimale rumlige frekvens af informationsstrukturen, der stadigvæk kan aflæses, er betinget af objektivsystemets opløsningsevne. Ved aflæsning af reflekteret lys under anvendelse af et fokuseret aflæsningsbundt vil den maksimale spatiale frekvens

f_c, der herefter betegnes som konventionel grænsefrekvens, fås ved udtrykket 2. N.A./λ, hvor N.A. er objektivsystemets numeriske apertur, og λ aflæsebundtets bølgelængde.

Til aflæsning af en registreringsbærer med spilletid på 30 minutter, omdrejningshastighed på 25 omdrejninger pr. sekund, radial periode for sporstrukturen på 1,7μm og periode for informationsområderne på ca. 1μm, anvendes der som strålingskilde en helium-neon-laser med bølgelængde λ = 0,6328μm. I så fald bør der anvendes et objektivsystem med en numerisk apertur på 0,4. Et objektivsystem med en sådan forholdsvis stor numerisk apertur er ret kostbar, og det har desuden, hvilket er endnu vigtigere, en relativt lille fokuseringsdybde på f.eks. 4μm. I så fald stilles der strenge krav til det servosystem, der i skanderringsapparatet skal holde skanderingsbundtet fokuseret på informationsfladen.

Det er også blevet foreslået til aflæsning af en registreringsbærer at anvende en halvleder-diodelaser, f.eks. en AlGaAs-diodelaser, der afgiver stråling med bølgelængde på ca. 0,88μm. Hvis man med en sådan diodelaser skal kunne opnå den samme opløsning som med en helium-neon-laser, må der anvendes et objektivsystem med en større numerisk apertur på f.eks. 0,55, og dermed en mindre fokuseringsdybde.

I sidstnævnte tilfælde ville det især være en fordel, hvis man kunne reducere objektivsystemets numeriske apertur, medens opløsningsevnen opretholdes.

I andre tilfælde,hvor en relativt stor numerisk apertur ikke volder store vanskeligheder, ville det være en fordel, hvis man kunne forbedre opløsningsevnen, medens objektivsystemets numeriske apertur opretholdes.

At kunne opfylde disse krav er ikke alene af betydning, når man skanderer en kodet information, der er indeholdt i den optiske struktur på en registreringsbærer, men også i de tilfælde, hvor en optisk informa-

tion punktskanderes og omdannes til et elektrisk signal, som skal gengives på et andet tidspunkt eller et andet sted. Eksempler herpå er faksimile apparater eller apparater med hvilke optiske afbildninger eller dokumenter omdannes til fjernsynssignaler.

Opfindelsen giver anvisning på et skanderingsapparat, der opfylder et af nævnte krav eller en kombination af de to krav. Med henblik herpå er et apparat ifølge opfindelsen egendommeligt ved, at iagttagelsesobjektivsystemet er placeret asymmetrisk i forhold til det fra informationsfladen hidrørende strålingsunderbundt af nulte orden, at iagttagelsesobjektivsystemets pupil opfanger i det mindste en del af strålingsunderbundtet af af nulte orden og i det mindste en del af et bundt af første orden, at detektionssystemets detektor er således beliggende, at begge underbundter af nulte og første orden interfererer på detektionsstedet, og at detektorens bredde i punktskanderingsretningen er mindre en perioden af interferensmønsteret på detektionsstedet.

Den måde, hvorpå skanderingen i apparatet ifølge opfindelsen finder sted, afviger fra den måde, hvorpå den finder sted i det i nævnte publikation "S.M.P.T.E. Journal", bind 85, side 881-886, beskrevne apparat på to punkter. I det kendte apparat belyses iagtagelsesobjektivstemet symmetrisk af underbundtet af nulte orden, og den totale strålingsenergi, der træder ind i objektivsystemet,detekteres. I apparatet ifølge opfindelsen belyses iagttagelsesobjektivsystemet åsymmetrisk af underbundtet af nulte orden, og det er kun en mindre del af strålingsenergien, der kommer fra informationsfladen og går ind i objektivsystemet,som detekteres.

Foruden hele underbundtet af nulte ordenen er der også dele af underbundterne af første orden, der går ind i iagttagelsesobjektivsystemet i det kendte apparat. I objektivsystemets pupil er der dele af underbundterne af første orden, der overlapper underbundtet af nulte orden. Man udnytter den virkning, at hele strålingsenergien, der passerer gennem objektivsystemet og detek-

teres af detektoren, varierer under skanderingen. Variationen skyldes det forhold, at fasen af underbundterne af første orden varierer i forhold til fasen af underbundtet af nulte orden. Denne variation kan detekteres, så længe underbundterne af første orden interfererer med underbundtet af nulte orden indenfor iagttagelsesobjektivsystemets pupil. Hvis informationsstrukturens rumlige frekvens er så høj, at underbundterne af første orden falder lige præcis udenfor pupillen, således at der ikke længere er nogen interferens i pupillen, vil den samlede strålingsenergi, der rammer detektoren ikke længere variere under skanderingen, hvorfor informationen ikke længere kan aflæses. Herved når man op til den konventionelle grænsefrekvens.

Opfindelsen beror på den erkendelse, at der udover ovennævnte virkning er en anden virkning, nemlig den at interferensmønsteret mellem et underbundt af første orden og underbundtet af nulte orden "vandrer" under skanderingen, dvs. at styrkefordelingen i detektorens plan varierer i tidens løb. Denne variation kan detekteres ved hjælp af en snæver detektor, hvis bredde er af størrelsesorden som det halve af en periode i interferensmønsteret. Et underbundt af første orden behøver derfor ikke længere at overlappe underbundtet af nulte orden i iagttagelsesobjektivsystemets pupil, og disse underbundter kan passere gennem forskellige dele af pupillen, således at de kombineres i detektorens plan, hvor der på grund af, at skanderingsbundtet er kohærent, tilvejebringes et interferensmønster. Det er i så fald muligt at forskyde iagttagelsesobjektivsystemet i den retning, hvor et af underbundterne af første orden afbøjes, således at dette underbundt også ved rumlige frekvenser højere end den konventionelle grænsefrekvens stadigvæk falder delvis inden for iagttagelsesobjektivsystemets pupil og kan bringes til at danne interferens med underbundtet af nulte orden.

Hvis informationsstrukturen er en strålingstransmitterende struktur, vil der anvendes et separat belys-

ningsobjektivsystem og et separat iagttagelsesobjektivsystem.

Informationsstrukturen på registreringsbæreren er fortrinsvis en strålingsreflekterende struktur. Hvis skanderingsbundtet har en passende skrå indfaldsvinkel i forhold til informationsstrukturen, er det i så fald muligt at anvende et separat belysningsobjektivsystem og et separat iagttagelsesobjektivsystem. I så fald kan der enten fås en væsentlig forbedring af opløsningsevnen, medens belysningsobjektivsystemets numeriske apertur opretholdes, eller en væsentlig formindskelse af den numeriske apertur af sidstnævnte system, medens opløsningsevnen opretholdes.

En hensigtsmæssig udførelsesform for apparatet ifølge opfindelsen er ejendommelig ved, at belysningsobjektivsystemet og iagttagelsesobjektivsystemet udgøres af et enkelt objektivsystem, hvis optiske akse danner en spids vinkel med normalen til informationsplanet.

Fordelen ved dette apparat er, at det er meget enkelt, og at det meste af det reflekterede skanderingsbundt går gennem de samme optiske elementer, som det skanderingsbundt, der udsendes af strålingskilden, således at vibrationer af de optiske elementer i strålingsbanen praktisk taget ingen virkning har på det resulterende signal.

Med henblik på at forbedre signal/støj-forholdet for det resulterende signal kan der i henhold til en yderligere udførelsesform for apparatet ifølge opfindelsen være anbragt yderligere detektorer på begge sider af detektoren i skanderingsretningen. Nævnte yderligere detektorer er forsat for den centrale detektor og for hinanden med en afstand lig med tilnærmelsesvis det halve af perioden i interferensmønsteret.

Opfindelsen forklares nærmere i det følgende under henvisning til et apparat til aflæsning af en registreringsbærer formet som en cirkulær skive og under henvisning til den skematiske tegning, hvor

fig. 1 viser et tidligere foreslået apparat til af-

læsning af en registreringsbærer med strålingsreflekterende informationsstruktur,

fig. 2 placeringen af underbundterne af forskellig orden i forhold til pupillen i iagttagelsesobjektivsystemet i apparatet ifølge fig. 1,

fig. 3 placeringen af underbundterne af forskellig orden i forhold til pupillen i iagttagelsesobjektivsystemet i et apparat ifølge opfindelsen,

fig. 4 illustrerer opfindelsens princip,

fig. 5 viser et apparat ifølge opfindelsen til aflæsning af en strålingstransmitterende informationsstruktur,

fig. 6 og 7 to udførelsesformer for et apparat ifølge opfindelsen til aflæsning af en strålingsreflekterende informationsstruktur.

Fig. 1 viser en skiveformet registreringsbærer 1 tegnet i radialt tværsnit. Sporene 2 på den reflekterende informationsflade 3, hvilke spor omfatter informationsområder, som ikke er vist på tegningen, strækker sig i retning vinkelret på tegningens plan. Informationsstrukturen kan være en amplitudestruktur, idet informationsområderne udviser en anden reflektionskoefficient end resten af fladen 3. Informationsstrukturen kan dog også være en fasestruktur, som vist i fig. 1, idet informationsområderne i så fald udgøres af fordybninger i fladen 3.

Under skanderingen bringes registreringsbæreren til at dreje ved hjælp af en spindel 4, der drives af en rotationsmotor 5. En strålingskilde 6, f.eks. helium-neon-laser eller halvleder-diodelaser, afgiver et skanderingsbundt b. Et spejl 8 reflekterer dette bundt til et objektivsystem 9, der her repræsenteres skematisk af en enkelt linse. I banen for bundtet b er der indskudt en hjælpelinse 7, der sikrer, at pupillen i objektivsystemet fyldes optimalt. På denne måde tilvejebringes der på informationsstrukturen en skanderingsplet V af minimal størrelse.

Skanderingsbundtet reflekteres af informationsstruk

turen, og medens registreringsbæreren drejer, moduleres bundtet i overensstemmelse med rækkefølgen af informationsområder i et spor, som aflæses. Ved radial bevægelse af skanderingspletten og registreringsbæreren i forhold til hinanden på i og for sig kendt men ikke nærmere angivet måde, kan hele informationsfladen 3 skanderes.

Det modulerede skanderingsbundt passerer igen gennem objektivsystemet 9 og reflekteres af spejlet 8. Strålingsbanen omfatter midler til separering af det modulerede skanderingsbundt fra det umodulerede skanderingsbundt. Disse midler kan f.eks. udgøres af et polarisationsfølsomt splitteprisme og en $\lambda/4$ plade. For nemheds skyld antages det, at disse midler i fig. 1 udgøres af et halvtransparent spejl 10. Dette spejl reflekterer det modulerede skanderingsbundt til en strålingsfølsom informationsdetektor 11. Udgangssignalet S_i fra denne detektor er moduleret i overensstemmelse med den information, der skanderes, og signalet kan tilføres en demodulator 12, hvori det behandles og gøres velegnet til gengivelse i f.eks. et TV-apparat 13.

Den del af informationsfladen, der befinder sig i nærheden af skanderingspletten V, virker som et to-dimensionalt diffraktionsraster, der splitter det indfaldende skanderingsbundt i et ikke-brudt eller ikke-afbøjet underbundt af nulte orden og brudte underbundter af første orden, samt underbundter af højere orden. Underbundtet af nulte orden samt dele af de brudte underbundter træder igen ind i objektivsystemet 9. I planet for objektivsystemets udgangspupil ligger centrene for de forskellige underbundter i afstand fra hinanden. Fig. 2 viser situationen i dette plan.

Den cirkel, der betegnes 15 og har centrum 18, repræsenterer tværsnittet gennem underbundtet af nulte orden i dette plan. Cirklerne 16 og 17 ved centrene 19 og 20 repræsenterer tværsnittene gennem de tangentialt brudte underbundter af (+1,0) og (-1,0)-orden. X- og Y-akserne i fig. 2 svarer til henholdsvis

den tangentiale retning, nemlig skanderingsretningen, og den radiale retning, nemlig retningen på tværs af skanderingsretningen i informationsfladen 3. Da det kun er tangentialt brudte underbundter, der har interesse for den foreliggende opfindelse, vil de radialt brudte underbundter ikke tages i betragtning.

Den punkterede cirkel 21 i fig. 2 repræsenterer pupillen i objektivsystemet 9. Med den i fig. 1 viste opstilling fylder underbundtet af nulte orden pupillen fuldstændigt, således at cirklerne 15 og 21 i realiteten falder sammen. Det er kun den del af den stråling, der kommer fra registreringsbæreren og falder inden for pupillen, som benyttes til informationsskanderingen. Med henblik på skandering gør man brug af fasevariationerne i underbundterne af (+1,0) og (-1,0)-orden i forhold til underbundtet af nulte orden.

Nævnte underbundter af første orden overlapper underbundtet af nulte orden i de skraverede områder i fig. 2, og der opstår interferens. Faserne af underbundterne af første orden varierer, når skanderingspletten bevæger sig i forhold til et informationsspor. Som følge heraf vil styrken af den samlede stråling, der passerer gennem objektivsystemets udgangspupil, variere.

Når skanderingsplettens centrum falder sammen med centret i et informationsområde (eller en fordybning), er der en vis faseforskel ψ mellem underbundtet af første orden og underbundtet af nulte orden. Når skanderingspletten bevæger sig fra et første område til et andet område, forøges fasen af underbundtet af (+1,0)-orden med 2π. Man kan derfor sige, at fasen af dette underbundt i forhold til underbundtet af nulte orden, når skanderingspletten bevæger sig i tangential retning, varierer med ωt. Her repræsenterer ω en tidsfrekvens, som er fastlagt af informationsområdernes rumlige frekvens og af den hastighed, hvormed skanderingspletten bevæger sig langs et spor. Fasen $\Phi(+1,0)$ for underbundtet af (+1,0)-orden i forhold til underbundtet af nulte orden kan repræsenteres ved ligningen:

$$\Phi\ (+1,0) = \psi + \omega\ t.$$

Den variation i styrke, som fremkaldes af interferens mellem underbundtet af (+1,0)-orden med underbundtet af nulte orden, kunne detekteres ved hjælp af en strålingsfølsom detektor 23, der i fig. 2 er tegnet med en stiplet streg, og som er placeret i udgangspupillens plan eller i et billede af denne pupil. For en specifik fasedybde hos informationsstrukturen, for hvilken $\Psi = \pi$ rad., er den af informationsområderne, som bevæger sig i lysplettens plan, frembragte styrkevariation symmetrisk i højre- og venstredelen af udgangspupillen, dvs. til højre og til venstre for overlapningszonen. Når de bundtandele, der som det fremgår af fig. 1, passerer de to områder, hvor de overlapper hinanden, koncentreres på en enkelt detektor, adderes styrkevariationerne i disse områder, hvorved detektoren kan afgive et passende udgangssignal. Det tidsafhængige udgangssignal fra detektoren 11 kan udtrykkes ved følgende relation:

$$S_i = A(\psi)\ .\ \cos\ \psi\ .\ \cos\ \omega\ t,$$

hvor $A(\psi)$ aftager med aftagende værdi af ψ. For en specifik fasedybde hos informationsstrukturen er amplituden $A(\psi)\ .\ \cos\ \psi$ konstant. Signalet S_i's frekvens er da givet af den information, der i øjeblikket skanderes.

Hidtil har der kun været tale om underbundter af første orden. Det skal dog forstås, at informationsstrukturen også bevirker en diffraktion af strålingen til højere ordener. Strålingsenergien ved diffraktion i højere ordener er dog lav, og brydningsvinklerne er så store, at med de høje rumlige frekvenser af informationsstrukturen, som her kan komme på tale, er der kun en mindre del af bundterne af højere orden, der falder inden for objektivsystemet 9's pupil. Derfor kan man se bort fra indflydelsen af underbundterne af højere orden.

Det optiske skanderingssystem, der er omtalt i det foregående har en vis grænsefrekvens f_c. Afstanden d mellem centret 22 af pupillen i objektivsystemet 9 og centrene 19 og 20 i underbundterne af første

orden er fastlagt af $\lambda.f$, hvor f repræsenterer den rumlige frekvens af informationsområderne i skanderingsretningen. Fig. 2 viser den situation, hvori frekvensen f er lidt højere end det halve af grænsefrekvensen f_c. Hvis frekvensen f øges, bevæger underbundtet af (+1,0) orden sig til højre, medens underbundtet af (-1,0)-orden bevæger sig til venstre, og afstanden d forøges. For en given værdi af f, den såkaldte konventionelle grænsefrekvens f_c, vil cirklerne 16 og 17 ikke længere skære cirklen 21, men vil tangere denne cirkel. Underbundterne af første orden passerer da ikke længere gennem pupillen i objektivsystemet 9, og disse underbundter kan derfor ikke længere bringes til at interferere med underbundtet af nulte orden i pupillen. Informationen på registreringsbæreren kan da ikke længere skanderes ved detektering af den samlede strålingsenergi, der passerer gennem pupillen i objektivsystemet.

For den opstilling, der er vist i fig. 1, hvor der kun er et enkelt objektivsystem, der virker som belysningsobjektivsystem og iagttagelsesobjektivsystem, udtrykkes den konventionelle grænsefrekvens som følger:

$$f_c = 2\ N.A./\lambda.$$

Hvis der, som tilfældet er ved skandering af en strålingstransmitterende registreringsbærer,benyttes et separat belysningsobjektiv og et separat iagttagelsesobjektiv, defineres grænsefrekvensen ved følgende relation:

$$f_c = (N.A._V + N.A._W)/\lambda,$$

hvor $N.A._V$ og $N.A._W$ repræsenterer den numeriske apertur for henholdsvis belysningsobjektivsystemet og iagttagelsesobjektivsystemet.

I overensstemmelse med opfindelsen placeres iagttagelsesobjektivsystemet således, at centret 22 i pupillen i dette objektivsystem ikke længere falder sammen med centret 18 i underbundtet af nulte orden, men er forskudt i retning mod centrene 19 eller 20 i et af underbundterne af første orden. Herved opnår man, at der også ved rumlige frekvenser, der er højere end

ovennævnte konventionelle grænsefrekvens f_c, stadigvæk vil være en del af underbundtet af første orden, der passerer gennem pupillen i iagttagelsesobjektivsystemet.

Fig. 3 illustrerer den situation, hvori pupillen 21 er blevet forskudt til højre i forhold til situationen i fig. 2. Afstanden d mellem centret 18 i underbundtet af nulte orden og centrene 19 og 20 i underbundterne af første orden, og dermed informationsområdernes rumlige frekvens er væsentlig større end i tilfældet af fig. 2, tilnærmelsesvis en faktor 3 større. Denne rumlige frekvens er tilnærmelsesvis 1,5 gange grænsefrekvensen i systemet i henhold til fig. 1 og 2. Ikke desto mindre vil en væsentlig del af underbundtet af (+1,0)-orden falde inden for pupillen i iagttagelsesobjektivsystemet. Nu er det kun en del af underbundtet af nulte orden, der passerer gennem pupillen, medens underbundtet af (-1,0)-orden falder fuldstændig uden for pupillen.

Som det fremgår af fig. 4 er de dele af underbundtet af nulte orden b(0,0) og af underbundtet af første orden b(+1,0), der falder inden for iagttagelsesobjektivsystemet 25's pupil, koncentrerede på detektionsplanet 26. Da skanderingsbundtet er et kohærent bundt, vil strålingsandelene interferere med hinanden i planet 26, således at der tilvejebringes et intensitetsmønster I, der i X-retningen varierer, som angivet ved kurverne 27, 28 og 29 i fig. 4. Kurven 27, som er tegnet med en fuldt optrukket linie, repræsenterer styrkevariationen i det tilfælde, hvor skanderingspletten befinder sig nøjagtigt på centret i et informationsområde. Hvis skanderingspletten bevæger sig bort fra dette centrum til det næste informationsområde, vil intensitetsmønsteret for to successive tidspunkter udvise en variation, som vist med den stiplede linie 28, henholdsvis den punkterede linie 29. Under skanderingen vil intensitetsmønsteret således "vandre" over detektionsplanet. En snæver detektor med

fast beliggenhed, f.eks. detektoren 30 i fig. 4, vil således modtage en strålingsstyrke, der varierer under skanderingen. Derfor vil udgangssignalet fra denne detektor også variere i afhængighed af den information, der aflæses på det pågældende tidspunkt.

Detektoren 30 bør have en lille bredde i forhold til perioden i intensitetsmønsteret. Denne periode i mønsteret er bestemt af den lokale rumlige periode af informationsdetaljerne på den informationsflade, der skanderes. For en specifik informationsstruktur på en registreringsbærer, som skal skanderes, eller for andre dokumenter eller optiske afbildninger, der skal skanderes, kender man de rumlige frekvenser, derfor kan bredden af detektoren 30 vælges i overensstemmelse hermed.

Signalet fra detektoren 30 kan føres direkte til en demodulator 12 på samme måde, som vist i fig. 1. Signal/støj-forholdet for aflæsesignalet kan forbedres ved anbringelse af to detektorer 31 og 32 på hver sin side af detektoren 30 i en afstand derfra på tilnærmelsesvis det halve af perioden i intensitetsmønsteret. Udgangssignalerne fra disse detektorer kan kombineres og trækkes fra signalet fra detektoren 30 ved hjælp af en differential forstærker 33. Udgangen fra denne forstærker er forbundet med indgangen til en demodulator 12.

I apparatet ifølge opfindelsen belyses iagttagelsesobjektivsystemet under en skrå vinkel, dvs. asymmetrisk, af underbundtet af nulte orden. Man kan indføre en parameter s, som er et mål for, hvor meget asymmetrien er for centret 22 i pupillen i forhold til centret 18 i underbundtet af nulte orden, hvilken parameter måles i planet for iagttagelsesobjektivsystemets pupil. Denne parameter s kan defineres som nævnte afstand e mellem centrene normeret til det halve af pupillens diameter a, jf. fig. 3. Når objektivet belyses symmetrisk, som vist i fig. 2, er s = 0. I den i fig. 3 og 4 viste opstilling er s = 1,5.

For et skanderingsapparat med skrå belysning af iagttagelsesobjektivsystemet defineres grænsefrekvensen f'_c ved følgende ligning:

$$f'c = \frac{N.A._V + N.A._W}{\lambda} (1 + \frac{s}{2}) \text{ for } s = 2$$

For $s = 1,5$ og $N.A._V = N.A._W$ får man $f'_c = 3,5\ N.A./\lambda$, dvs. 1,75 gange den konventionelle grænsefrekvensen i apparatet ifølge fig. 1 og 2. Når $s = 2$ er der ingen dele af underbundtet af nulte orden, der går gennem iagttagelsesobjektivsystemets pupil, således at der heller ikke kan være interferens mellem underbundtet af nulte orden og underbundtet af (+1,0)-orden. Hvis s er tilnærmelsesvis lig med 2, er det udgående vekselsignal fra detektoren 30 meget lille. I praksis vil man for parameteren s vælge en værdi på ca. 1,5.

Fig. 5 viser skematisk, hvorledes opfindelsen kan realiseres i et apparat til aflæsning af en strålingstransmitterende registreringsbærer. I fig. 5 repræsenteres registreringsbæreren af informationsfladen 3. Skanderingsbundtet fra en strålingskilde 34 fokuseres til en skanderingsplet V på denne flade ved hjælp af et belysningsobjektivsystem 35. Bag informationsfladen 3 er der anbragt et iagtagelsesobjektivsystem 25, hvis optiske akse danner spids vinkel med aksen gennem objektivsystemet 35. I fig. 5 lige såvel som i fig. 6 og 7 er de optiske akser tegnet med stiplede streger. Iagttagelsesobjektivsystemet opfanger en del af strålingen fra underbundtet b(0,0) og underbundtet b(-1,0) og koncentrerer denne stråling på detektoren 30's plan, hvori der opstår interferens.

Fig. 6 viser en del af et apparat ifølge opfindelsen til skandering af en strålingsreflekterende informationsflade. De dele af skanderingsbundtet, der reflekteres af informationsfladen, og som bringes til at interferere med hinanden, er nu rumligt adskilte fra den stråling, der udsendes af strålingskilden. I modsætning til apparatet ifølge fig. 1 er der ikke længere behov for midler til at splitte bundtet.

I apparaterne ifølge fig. 5 og 6 kan iagttagelsesobjektivsystemet have en anden numerisk apertur end belysningsobjektivsystemet. Iagttagelsesobjektivsystemet behøver nu kun at koncentrere en del af strålingen fra informationsfladen på detektoren 30's plan. Dette objektivsystem kan have en fokuseringsdybde, der er mindre end hos belysningsobjektivsystemet, med hvilket der skal dannes en lille skanderingsplet på informationsfladen. Ved at vælge iagttagelsesobjektivsystemets numeriske apertur større end aperturen af belysningsobjektivsystemets kan man forbedre det optiske skanderingssystems opløsningsevne, medens man opretholder belysningsobjektivsystemets numeriske apertur og s-værdien.

Fig. 7 viser en del af et apparat til skandering af en strålingsreflekterende informationsflade, hvor der kun anvendes ét enkelt objektivsystem, der koncentrerer en del af underbundtet b(0,0) og af underbundtet b(-1,0) på detektorens plan. På samme måde som i apparatet ifølge fig. 1 kan de dele af underbundterne b(0,0) og b(-1,0), der går gennem objektivsystemet 9, udskilles fra det bundt, der hidrører fra strålingskilden ved hjælp af f.eks. et halvtransparent spejl.

Det i fig. 7 viste arrangement er særlig velegnet til aflæsning med en diodelaser 36 som strålingskilde. I så fald kan man udnytte den såkaldte modkoblingsvirkning (feedback-effekt), der er nærmere beskrevet i bl.a. US.PS. 3.941.945. Denne modkoblingsvirkning beror på det forhold, at den stråling, der reflekteres fra informationsfladen til diodelaseren, er i stand til under visse forhold at fremkalde en yderligere strålings-emission hos diodelaseren. Den stråling, der udsendes af diodelaseren, er da afhængig af styrken af den stråling, der reflekteres til diodelaseren og dermed af den information, der skanderes på det pågældende tidspunkt. Variationen i den stråling, der udsendes af diodelaseren, kan detekteres ved hjælp af en detektor 37, som er placeret bag diodelaseren. Den variation, der hos

diodelaseren fremkaldes af den information, som skanderes, kan også detekteres ved måling af variationen i den elektriske modstand hos diodelaseren. Diodelaseren kan i så fald selv virke som informationsdetektor. Da diodelaseren udsender stråling med lille apertur, vil den udgøre en velegnet detektor til et skanderingsapparat ifølge opfindelsen.Eftersom skanderingsbundtet fremadgående bane er den samme som returbanen, vil diodelaseren automatisk have den korrekte placering, og vibrationer hos de optiske elementer i strålingsbanen vil være uden virkning på detektorsignalet.

Da et skanderingsapparat i overensstemmelse med opfindelsen gør brug af interferensen mellem underbundtet af nulte orden og underbundtet af første orden, er apparatet velegnet til aflæsning af dybe og mindre dybe fasestrukturer og amplitudestrukturer.

En registreringsbærer med en optisk informationsstruktur, hvori der f.eks. er indspillet et TV-program, er fortrinsvis forsynet med et såkaldt beskyttelseslag. Dette lag er et strålingstransmitterende lag af en vis tykkelse, som tjener til at sikre, at støvpartikler, ridsninger eller andre lignende fejl forbliver i passende afstand fra den optiske informationsstruktur. Disse støvpartikler eller andre fremmedlegemer kan ikke have nogen større indflydelse på det aflæsepunkt, der er blevet fokuseret på informationsstrukturen. I den opstilling, der er vist i fig. 5, hvori belysningsbundtet rammer registreringsbæreren under ret vinkel, vil et sådant beskyttelseslag ikke give vanskeligheder. Når der er tale om skrå indfaldsvinkel mellem belysningsbundtet og registreringsbæreren, jf. fig. 6 og 7, kan beskyttelseslaget fremkalde yderligere aberrationsfejl, såsom coma og astigmatisme i skanderingspletten. Belysningsobjektivsystemet kan korrigeres for sådanne aberrationsfejl. En sådan korrektion gælder imidlertid kun for en specifik skrå placering af objektivsystemet i forhold til registreringsbæreren, og man må derfor absolut sørge for at opretholde denne skrå placering.

Den foregående beskrivelse har beskæftiget sig med et optisk skanderingsapparat. Det vil dog ses, at opfindelsen også kan finde anvendelse i et elektronmikroskop, eftersom der er analogi mellem skandering med et lysbundt og skandering med et elektronbundt. I et sådant elektronmikroskop er man således i stand til at forbedre opløsningsevnen uden behov for tilpasning af linserne.

P A T E N T K R A V

1. Apparat til punktskandering af en informationsflade og specielt aflæsning af en registreringsbærer (1) med optisk, ved diffraktion aflæselig informationsstruktur (2, 3), hvilket apparat omfatter en strålingskilde (6), et belysningsobjektivsystem (9) til fokusering af det fra strålingskilden udsendte skanderingsbundt til en skanderingsplet (V) på informationsfladen (3) og et iagttagelsesobjektivsystem (9, 25) til at koncentrere den fra informationsfladen hidrørende stråling på et strålingsfølsomt detektionssystems plan, k e n d e t e g n e t ved,

- at iagttagelsesobjektivsystemet (9, 25) er placeret asymmetrisk i forhold til det fra informationsfladen (2, 3) hidrørende strålingsunderbundt af nulte orden (b(0,0)),

- at iagttagelsesobjektivsystemets pupil (21) opfanger i det mindste en del af strålingsunderbundtet af nulte orden og i det mindste en del af et bundt af første orden (b(+1,0); b(-1,0)),

- at detektionssystemets (11; 30, 31, 32) detektor (30-37) er således beliggende, at begge underbundter af nulte og første orden interfererer på detektionsstedet (26), og

- at detektorens bredde i punktskanderingsretningen er mindre end perioden af interferensmønsteret (I) på detektionsstedet.

2. Apparat ifølge krav 1 og til aflæsning af en strålingsreflekterende informationsstruktur, k e n d e t e g n e t ved, at belysningsobjektivsystemet og iagttagelsesobjektivsystemet udgøres af et enkelt objektivsystem (9), hvis optiske akse danner en spids vinkel med normalen til informationsplanet.

3. Apparat ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t ved, at yderligere detektorer (31, 32) er anbragt på begge sider af detektoren (30) i skanderingsretningen

Fremdragne publikationer:

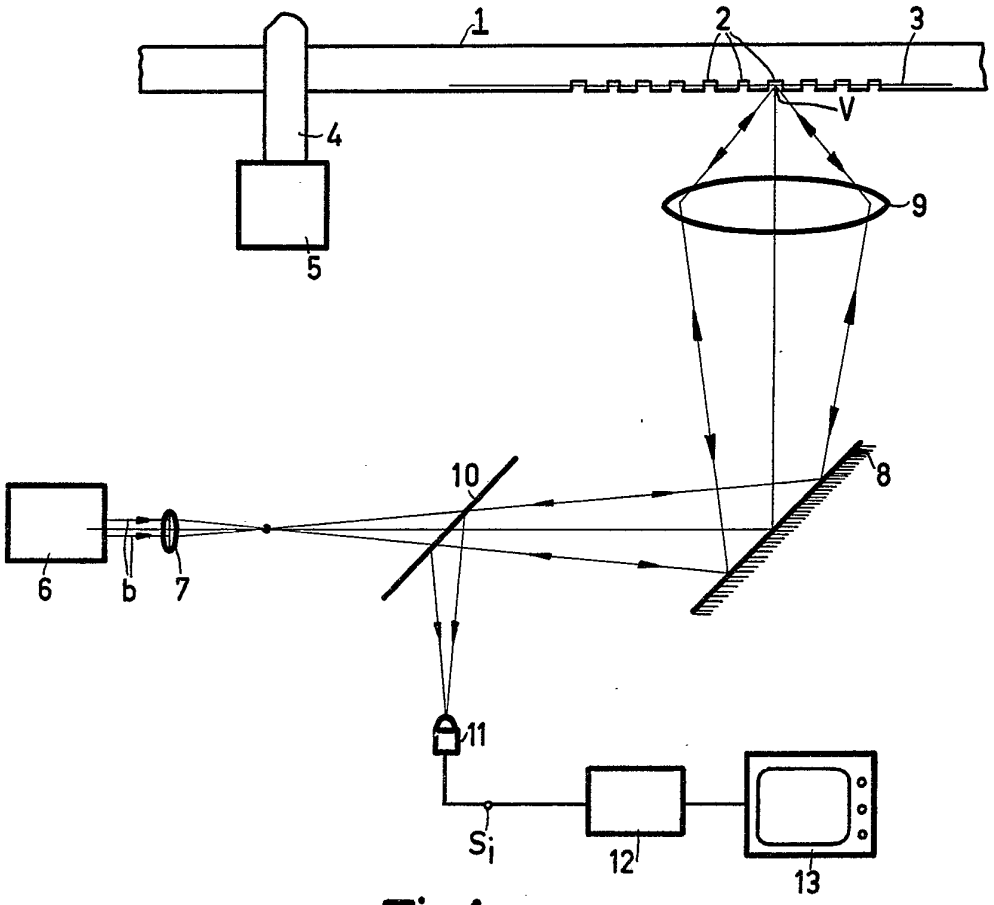


Fig.1

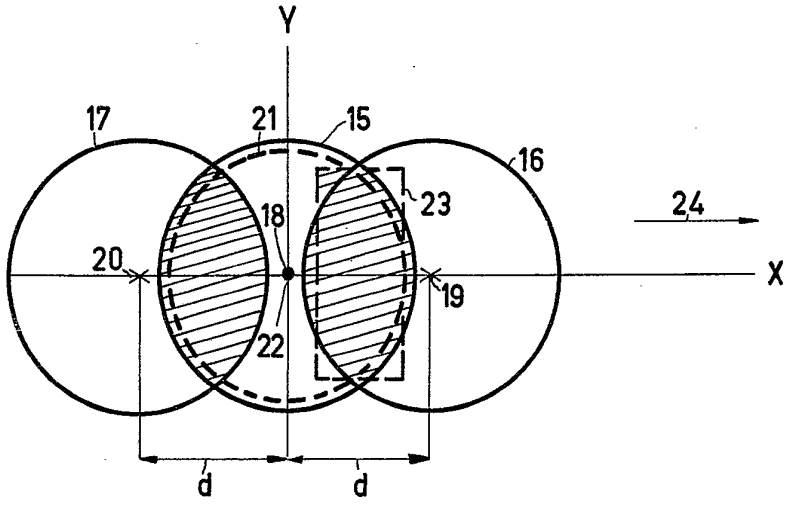


Fig.2

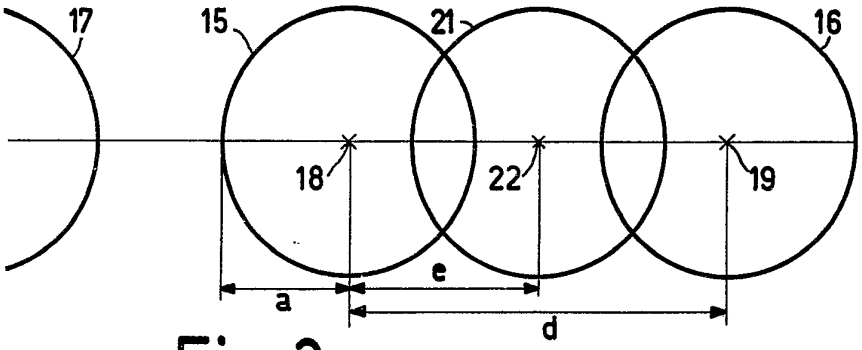


Fig. 3

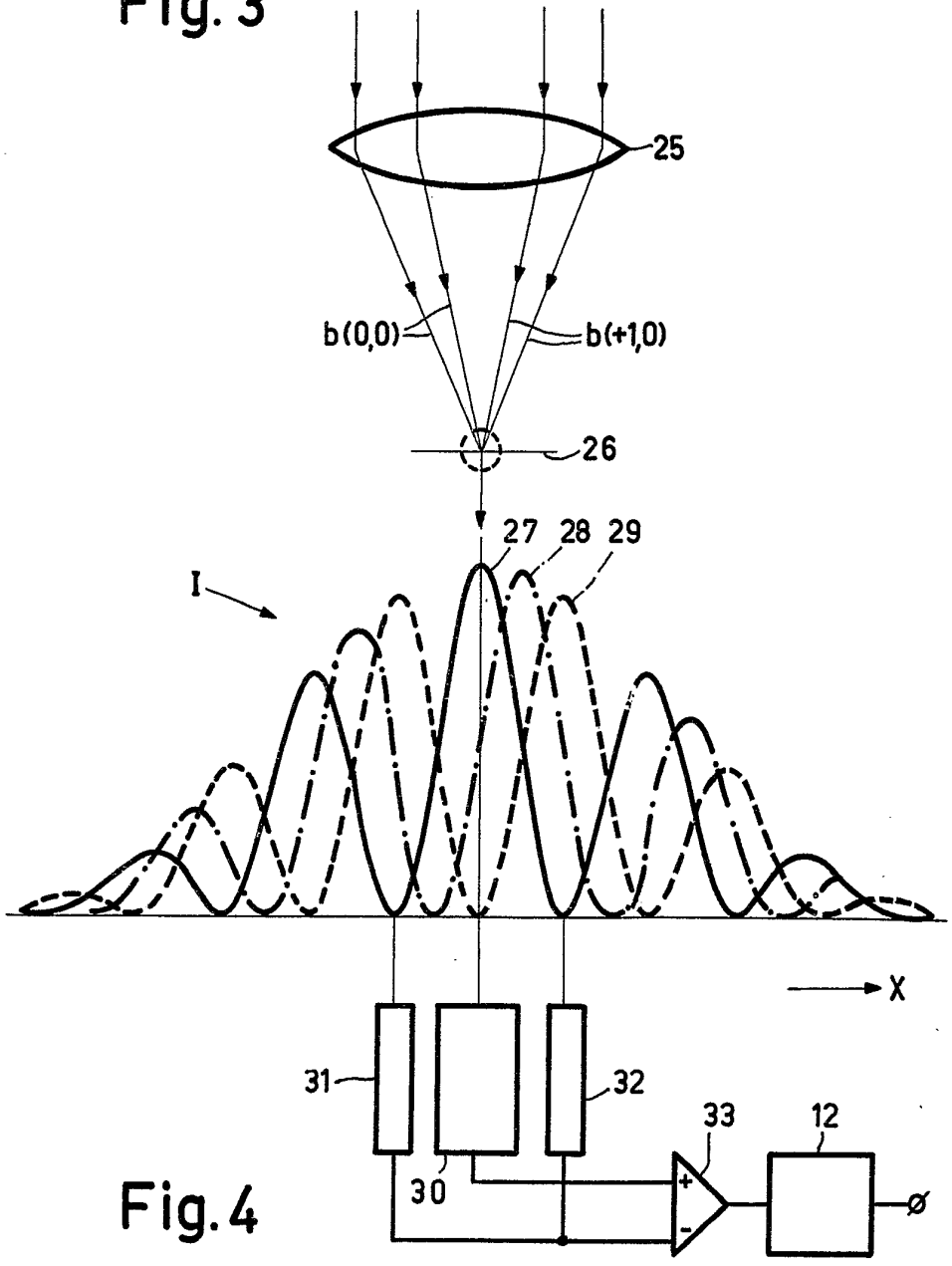


Fig. 4

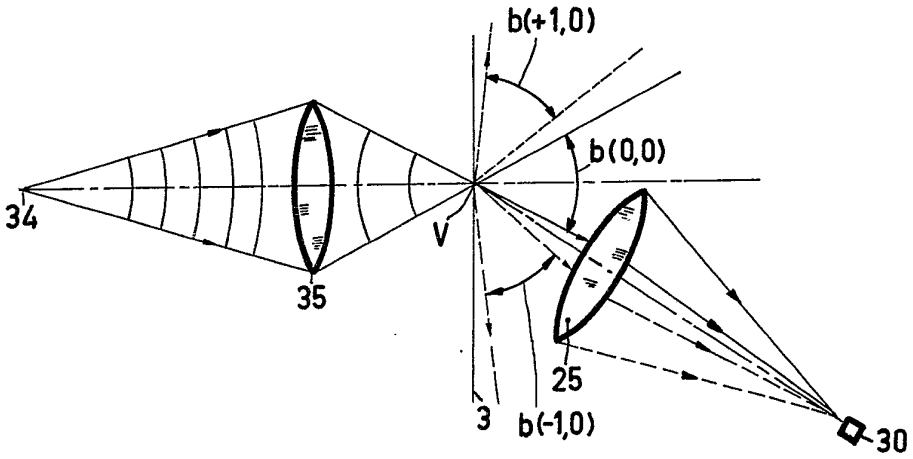


Fig.5

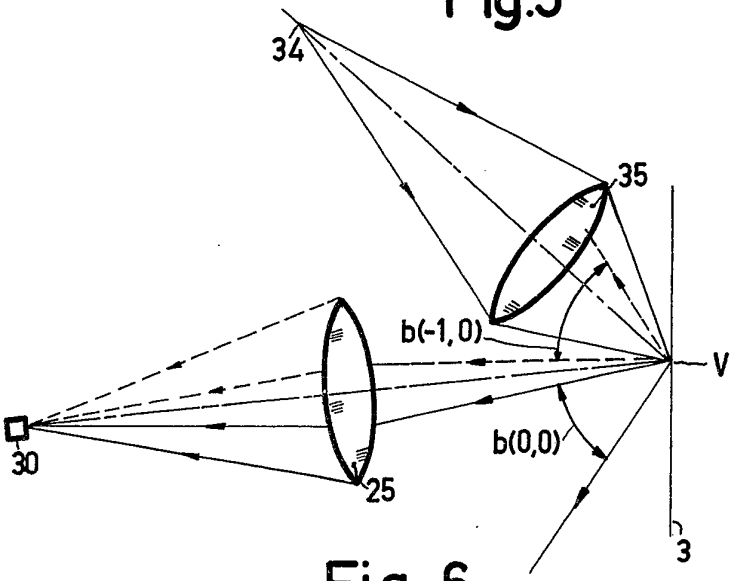


Fig. 6

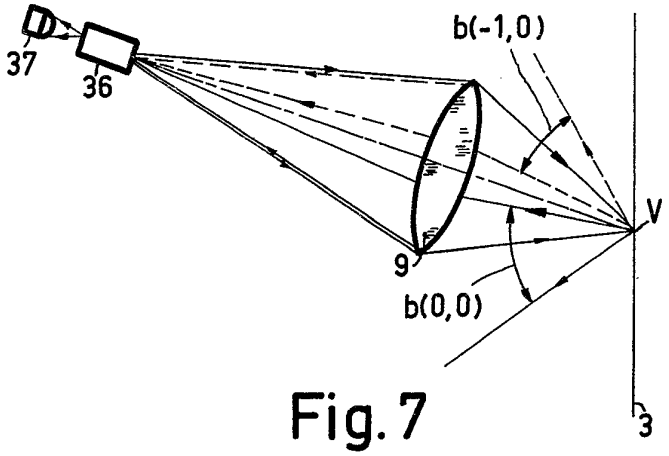


Fig. 7