

(19) DANMARK



(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT (11) 146106 B



DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENET

(21) Patentansøgning nr.: 0307/77

(51) Int.Cl.³: G 11 B 7/08

(22) Indleveringsdag: 25 jan 1977

(41) Alm. tilgængelig: 29 jul 1977

(44) Fremlagt: 27 jun 1983

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 28 jan 1976 NL 7600842

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

(72) Opfinder: Josephus Johannes Maria *Braat; NL.

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau

(54) **Apparat med et centreringsdetektorsystem til
aflæsning med en optisk aflæselig informations-
struktur**

Opfindelsen angår apparater til aflæsning af registreringsbærere, hvorpå information, f.eks. video- og/eller audioinformation er registreret i en optisk aflæselig sporformet informationsstruktur, hvilket apparat indeholder en strålekilde, et objektivsystem til at overføre strålingen fra strålekilden til et strålingsfølsomt informationsdetektorsystem via registreringsbæreren, hvilket detektorsystem omdanner et aflæsestrålebundt, der udsendes fra strålekilden og moduleres af informationsstrukturen, til et elektrisk signal, hvilket apparat endvidere indeholder et strålingsfølsomt centreringsdetektorsystem, som er forbundet til et elektrisk kredsløb til afledelse af et styresignal til korrigering af centreringen af aflæsestrålebundtet i forhold til den spordel, der skal aflæses.

LN 146106 B

Ved et centreringsdetektorsystem forstås et strålingsfølsomt detektorsystem, som afgiver et elektrisk signal, der giver en angivelse af afvigelsen mellem midten af en aflæseplet, som projiceres på registreringsbæreren, og midten af den spordel, der skal aflæses.

I "Philips' Technical Review" 33, No. 7, siderne 186-189 er beskrevet et apparat til aflæsning af en pladeformet rund registreringsbærer. På denne registreringsbærer er indregistreret et farvefjernsynsprogram. Informationsstrukturen omfatter et spiralformet spor, som består af en mængde fordybninger, som er presset ind i registreringsbæreren. Luminansinformationen er indeholdt i frekvensen af fordybningerne medens chrominans- og audioinformationen er indeholdt i en variation i længden af fordybningerne. Et aflæsestrålebundt fokuseres på informationsstrukturen til en stråleplet, hvis dimensioner er af samme størrelsesorden som dimensionerne af fordybningerne. Ved at bevæge registreringsbæreren i forhold til aflæsestrålebundtet moduleres dette strålebundt i overensstemmelse med den registrerede information. Et strålingsfølsomt informationsdetektorsystem omdanner modulationen i aflæsestrålebundtet til et elektrisk signal. I elektroniske kredsløb behandles dette signal således, at det kan tilføres en farvefjernsynsmodtager.

Ved aflæsning af registreringsbæreren skal man sørge for, at midten af aflæsepletten altid projiceres på midten af det spor, der skal aflæses, idet modulationsdybden af signalet fra informationsdetektorsystemet ellers bliver for lille, og krydstale kan opstå mellem ved siden af hinanden liggende spor. Følgelig skal positionen af aflæsepletten detekteres og korrigeres kontinuerligt.

I denne hensigt indeholder det i den ovenfor angivne artikel beskrevne apparat et hjælpesystem, hvormed to understrålebundter dannes og fokuseres på kanterne af den spordel, der skal aflæses. For hver af understrålebundterne findes en særskilt hjælpedetektor. Forskellen mellem udgangssignalerne fra disse hjælpedetektorer giver en angivelse af centreringsgraden af aflæsestrålebundtet i forhold til den spordel, som aflæses. Foruden de optiske elementer, der kræves til den faktiske aflæsning, omfatter det kendte apparat et antal optiske hjælpeelementer, der er nødvendige til detektering af en centreringsfejl.

Opfindelsen går ud på at tilvejebringe et aflæseapparat, hvori centreringsfejl kan detekteres ved anvendelse af et minimum af ekstra optiske elementer. Apparatet ifølge opfindelsen er ejendommeligt ved, at centreringsdetektorsystemet og informationsdetektor-

systemet udgøres af to eller fire strålingsfølsomme detektorer, der er beliggende i fjernfeltet for informationsstrukturen i de enkelte kvadranter af et tænkt X-Y-koordinatsystem, hvis begyndelsespunkt er beliggende på den optiske akse af objektivsystemet, og hvis X-akse effektivt strækker sig i sporretningen, medens Y-aksen effektivt strækker sig på tværs af sporretningen, og ved at udgangene fra to detektorer, som er beliggende på samme side af Y-aksen, er forbundet til både en subtraktionskreds og en additionskreds, samt ved at der findes en multiplikationskreds, til hvis indgange signaler fra subtraktionskredsen og fra additionskredsen tilføres, medens udgangen af multiplikationskredsen er forbundet til en filterkreds, som kun overfører frekvenser under den frekvens, som svarer til to gange den gennemsnitlige rumlige frekvens af informationsstrukturen i sporretningen, hvorhos der på udgangen af filterkredsen fås et styresignal til korrigering af centreringen af aflæsestrålebundtet.

Udtrykket "detektorerne er beliggende i fjernfeltet af informationsstrukturen" betyder, at disse detektorer er beliggende i en plan, hvori de forskellige diffraktionsordner af aflæsestrålebundtet, dannet af informationsstrukturen, er tilstrækkeligt tydelige, dvs. i en plan, som er tilstrækkelig langt fra billedet af informationsstrukturen.

Udtrykket "at X-aksen effektivt strækker sig i sporretningen, og Y-aksen effektivt strækker sig på tværs af sporretningen" betyder, at de tænkte projektioner af disse akser ind på informationsstrukturen (via objektivsystemet) forløber i sporretningen og på tværs af sporretningen.

Opfindelsen er baseret på den erkendelse, at centreringsfejl ved aflæsning af informationsstrukturen, der optræder som et todimensionalt diffraktionsgitter, resulterer i ekstra faseforskydninger mellem et understrålebundt af nulte orden og understrålebundter af højere orden. Disse faseforskydninger kan detekteres i informationsstrukturens fjernfelt ved hjælp af passende arrangerede detektorer. Ifølge opfindelsen fås et referencesignal ved hjælp af de samme detektorer, hvilket signal anvendes til afledning af styresignalet for korrigering af centreringen af aflæsepletten i forhold til den spor-del, der skal aflæses. Fordelen herved er, at referencesignalet og signalet, som giver en indikation af centreringsfejlene, påvirkes på samme måde af eventuelle forstyrrelser i aflæsesystemet, såsom optisk støj eller vibrationer af delene i aflæseapparatet. Som følge af den måde, hvorpå signalerne behandles, nemlig via såkaldt synkron detek-

tering, er det resulterende styresignal til centreringskorrektionen uafhængigt af de nævnte forstyrrelser.

En anden fordel er, at opfindelsens anvendelighed ikke er begrænset til en speciel fasedybde af informationsstrukturen. Ved fasedybden forstås faseforskellen mellem understrålebundtet af nulte orden og understrålebundterne af første orden tilvejebragt af detaljerne i informationsstrukturen. Hvis informationsstrukturen er reflekterende og består af fordybninger, der er presset ind i registreringsbærerens overflade med en dybde på $\lambda/4$, hvor λ er bølgelængden af aflæsestrålebundtet, er fasedybden lig med π . Opfindelsen kan også anvendes ved amplitudestrukturer, hvis fasedybder også kan antages at være π .

Den valgte fasedybde af informationsstrukturen bestemmer imidlertid, hvorledes den faktiske information fortrinsvis aflæses, dvs. om summen af udgangssignalerne fra detektorerne på den ene side af Y-aksen skal adderes til eller subtraheres fra summen af udgangssignalerne fra detektorerne på den anden side af Y-aksen.

Principielt kan den ide, som ligger til grund for opfindelsen, iværksættes ved anvendelse af kun to detektorer. Ved at anvende fire detektorer fås et bedre signal/støjforhold for informationssignalet og for centreringsfejlsignalet.

Det skal bemærkes, at det tidligere har været foreslået i ansøgning nr. 795/76 at detektere centreringsfejl ved hjælp af en ekstra detektor, der er anbragt i fjernfeltet for informationsstrukturen. Som et alternativ kan der anvendes to ekstra detektorer. De sidstnævnte detektorer er imidlertid beliggende i samme kvadrant af det ovenfor nævnte, tænkte koordinatsystem, og udgangssignalerne fra disse detektorer subtraheres ikke fra hinanden til bestemmelse af en centreringsfejl. For dynamisk detektering af centreringsfejl i det tidligere foreslåede aflæseapparat skal den spordel, der skal aflæses, og aflæsepletten periodisk bevæges indbyrdes på tværs af sporretningen under aflæsningen. Dette kræver en tilpasning af enten registreringsbæreren eller aflæseapparatet.

Opfindelsen forklares i det følgende nærmere under henvisning til den skematiske tegning, hvor

fig. 1 viser en udførelsesform for et apparat ifølge opfindelsen,

fig. 2, 6, 6a, 7 og 8 eksempler på strålingsfølsomme detektorsystemer til anvendelse i dette apparat samt illustrationer af, hvorledes signalerne fra disse systemer behandles, og

fig. 3, 4 og 5 illustrationer af opfindelsens princip.

Fig. 1 viser en rund pladeformet registreringsbærer 1 i radialt snit. Informationsstrukturen antages at være reflekterende. Informationssporene er betegnet 3. En strålekilde 6, f.eks. en helium-neonlaser udsender et aflæsestrålebundt b. Et spejl 9 reflekterer dette strålebundt mod et objektivsystem 11, der skematisk er repræsenteret af en enkelt linse. Aflæsestrålebundtets vej indeholder en hjælpelinse 7, der sikrer, at aflæsestrålebundtet helt fylder pupillen af objektivsystemet. Der dannes så en stråleplet med minimale dimensioner på informationsstrukturens plan 2.

Aflæsestrålebundtet reflekteres af informationsstrukturen, og ved drejning af registreringsbæreren om en spindel 5, der strækker sig gennem en central åbning 4, moduleres strålebundtet i overensstemmelse med informationen, der er registreret i det spor, som aflæses. Det modulerede strålebundt går igen gennem objektivsystemet og reflekteres af spejlet 9 i retning af det strålebundt, som er udsendt af kilden 6. Strålevejen for aflæsestrålebundtet indeholder elementer til adskillelse af vejene for det modulerede strålebundt og det umodulerede strålebundt. Disse elementer kan f.eks. omfatte en samling af et polarisationsfølsomt opdelingsprisme og en $\lambda/4$ -plade. For enkelhedens skyld antages det i fig. 1, at disse midler udgøres af et halvgennemsigtigt spejl 8. Dette spejl reflekterer en del af det modulerede aflæsestrålebundt til et strålingsfølsomt detektorsystem 12.

De optiske detaljer i informationsstrukturen er meget små. Bredden af et spor er f.eks. 0,5 mikron, sporafstanden 1,2 mikron og gennemsnitsperioden for informationsområderne, som i det følgende antages at være fordybninger, 3 mikron for en pladeformet registreringsbærer, hvorpå et fjernsynsprogram på 30 minutter er registreret inden for et ringformet område med en indre diameter på 12 cm og en ydre diameter på 27 cm. Følgelig skal aflæsepletten forblive meget nøjagtigt centreret på det spor, der skal aflæses.

For at muliggøre detektering af centreringsfejl består detektorsystemet 12 ifølge opfindelsen af f.eks. fire strålingsfølsomme detektorer således som vist i fig. 2. De fire detektorer 13, 14, 15 og 16 er anbragt i fire forskellige kvadranter af et X-Y-koordinatsystem. Hvis den spordel, der skal aflæses, projiceres ind på detektorsystemet, vil længderetningen og tværretningen af spordelen være parallelle med henholdsvis X-aksen og Y-aksen.

De fire detektorer er f.eks. anbragt i den plan u, hvori bil-

ledet af udgangspupillen af objektivsystemet dannes af en hjælpe-
linse 28. For enkelhedens skyld er kun billedet a' af et
punkt a af udgangspupillen vist med punkterede linier i fig. 1.
Detektorerne 13, 14, 15 og 16 kan også anbringes i en anden
plan, når blot de understrålebundter, som dannes ved diffraktion
af forskellige ordener af informationsstrukturen er tilstrækkelig
tydelige.

Som det endvidere fremgår af fig. 2, subtraheres udgangssig-
nalerne fra detektorerne 13 og 16 fra hinanden ved hjælp af en
subtraktionskreds 17, og udgangssignalerne fra detektorerne
14 og 15 subtraheres fra hinanden ved hjælp af en subtraktions-
kreds 18. Udgangssignalerne fra subtraktionskredsene 17 og 18
subtraheres fra hinanden i en subtraktionskreds 19. Udgangen fra
denne kreds er forbundet til den ene indgang i en multiplikator-
kreds 22. Udgangssignalet fra kredsen 22 tilføjes et lavpasfilter 23.
På udgangen af dette filter fås det ønskede signal S_r således
som det vil blive forklaret nærmere i det følgende.

Til aflæsning af informationen på registreringsbæreren,
f.eks. et fjernsynsprogram, kan udgangssignalerne fra detektorerne
13 og 16 adderes i en additionskreds 21, og udgangssignalerne
fra detektorerne 14 og 15 kan adderes ved hjælp af additions-
kredsen 20. Udgangssignalerne fra disse additionskredse 20 og
21 kan subtraheres fra hinanden i en kreds 24. Det informations-
signal S_{24} , som optræder på udgangen af subtraktionstrinnet 24,
afkodes i en i og for sig kendt elektronisk kreds 26 og det
afkodede signal gengives, hvis der er tale om et fjernsynsprogram,
synligt og hørligt ved hjælp af en sædvanlig fjernsynsmodtager 27.
Endvidere tilføjes signalet S_{24} en anden indgang i multiplikations-
kredsen 22.

Den fysiske baggrund for opfindelsen vil nu blive beskrevet
nærmere. Informationsstrukturen på registreringsbæreren, der består
af spor som igen omfatter en mængde områder og mellemrum, hvoraf
områderne kan være fordybninger, kan betragtes som et todimensionalt
diffraktionsgitter. Dette gitter deler aflæsestrålebundtet b i
et understrålebundt af nulte orden et antal understrålebundter af
første orden samt et antal understrålebundter af højere orden.
En del af strålingen i understrålebundterne går gennem pupillen af
objektivsystemet 11 og kunne samles i billedplanen for informations-
strukturen. I denne billedplan er de enkelte diffraktionsordener
ikke adskilt. I planen for udgangspupillen for objektivsystemet

eller i en plan, hvor der dannes et billede af denne udgangspupil, er diffraktionsordenerne imidlertid mere eller mindre adskilt. Fig. 3 og 4 viser situationen i planen for udgangspupillen.

I fig. 3 repræsenterer cirklen 30 med centrum 35 tværsnittet af understrålebundtet $b(0,0)$ af nulte orden i planen for udgangspupillen for objektivsystemet. Cirklerne 31, 32, 33 og 34 repræsenterer tværsnittene af de ved diagonaldiffraktion bøjede understrålebundter $b(+1, +1)$, $b(-1, +1)$, $b(-1, -1)$ og $b(+1, -1)$.

Udover at give diffraktion i diagonalretningen giver informationsstrukturen også diffraktion af aflæsestrålebundtet i sporretningen og i retningen på tværs af sporretningen. Herved fås der også understrålebundter af $(+1,0)$ - og $(-1,0)$ -orden, alene som følge af fordybningerne i den spordel, der skal aflæses, samt understrålebundter af $(0,+1)$ - og $(0,-1)$ -orden alene som følge af gitterstrukturen på tværs af sporretningen. I fig. 4 repræsenterer cirklerne 41, 42, 43 og 44 tværsnittene af understrålebundterne $b(+1,0)$, $b(0,+1)$, $b(-1,0)$ og $b(0,-1)$ på det sted, hvor objektivsystemets udgangspupil befinder sig.

X-aksen og Y-aksen i fig. 3 og 4 svarer til X-aksen og Y-aksen i fig. 2. Afstanden e fra centrene 36, 37, 38, 39, 46 og 48 for cirklerne 31, 32, 33, 34, 42 og 44 til X-aksen er bestemt af λ/q , hvor q er den rumlige periode af informationsstrukturen i retning på tværs af sporretningen, og hvor λ er bølgelængden af aflæsestrålebundtet b . Perioden q kan antages at være konstant. Afstanden f af centrene 36, 37, 38, 39, 45 og 47 fra Y-aksen er bestemt af λ/p , hvor p repræsenterer den lokale rumlige periode af fordybningerne i den spordel, der skal aflæses.

Til bestemmelse af centreringsfejl udnyttes ændringerne i fasen af de diagonale understrålebundter af første orden i forhold til understrålebundtet af nulte orden.

I de skraverede områder i fig. 3 overlapper de diagonale understrålebundter $b(+1,+1)$, $b(-1,+1)$, $b(-1,-1)$ og $b(+1,-1)$ af første orden understrålebundtet $b(0,0)$ af nulte orden, og der optræder interferens. Fasen af de diagonale understrålebundter af første orden varierer med høj frekvens som følge af bevægelsen af aflæsepletten hen over informationsstrukturen i sporretningen og med lav frekvens som følge af en eventuel bevægelse af aflæsepletten i retning på tværs af sporretningen. Dette giver anledning til intensitetsvariationer i udgangspupillen eller i den effektive

udgangspupil fra objektivsystemet, hvilke variationer kan detekteres med f.eks. det detektorarrangement, der er vist i fig. 2. Når midten af aflæsepletten falder sammen med midten af en fordybning, fås en vis faseforskel Ψ mellem understrålebundtet af første orden og understrålebundtet af nulte orden. Størrelsen af Ψ afhænger af formen af informationsstrukturen og i tilfælde af en struktur med fordybninger afhænger den hovedsagelig af fasedybden af fordybningerne. Når aflæsepletten bevæger sig fra en første fordybning til en anden fordybning, vil fasen af f.eks. understrålebundtet $b(+1,+1)$ af den første orden i forhold til strålebundtet af nulte orden forøges kontinuerligt med 2π . Følgelig kan det antages, at når aflæsepletten bevæger sig i sporretningen, vil fasen af understrålebundtet $b(+1,+1)$ af første orden i forhold til understrålebundtet af nulte orden ændre sig med ωt . Her er ω en tidbaseret frekvens, som er bestemt af den rumlige eller stedbaserede frekvens af fordybningerne i den spordel, der skal aflæses, og af den hastighed, hvormed aflæsepletten bevæges hen over denne spordel. Også i tilfælde af en bevægelse af aflæsepletten på tværs af sporretningen vil fasen af understrålebundtet $b(+1,+1)$ af første orden i forhold til understrålebundtet af nulte orden ændres. Denne faseforskydning kan repræsenteres af $2\pi \cdot \frac{\Delta r}{q}$, hvor Δr er afstanden mellem centeret af aflæsepletten og centeret af den spordel, der skal aflæses.

Fasen $\emptyset$ ($\pm 1, \pm 1$) af de forskellige diagonale understrålebundter af første orden i forhold til understrålebundtet af nulte orden kan følgelig repræsenteres ved:

$$\begin{aligned}\emptyset (+1, +1) &= \Psi + \omega t + 2\pi \frac{\Delta r}{q} \\ \emptyset (-1, +1) &= \Psi - \omega t + 2\pi \frac{\Delta r}{q} \\ \emptyset (-1, -1) &= \Psi - \omega t - 2\pi \frac{\Delta r}{q} \\ \emptyset (+1, -1) &= \Psi + \omega t - 2\pi \frac{\Delta r}{q}\end{aligned}$$

Intensitetsvariationerne i udgangspupillen for obejktivsystemet som følge af interferens mellem de diagonale understrålebundter af første orden og understrålebundtet af nulte orden omdannes til elektriske signaler af detektorerne 13, 14, 15 og 16. De tidsafhængige udgangssignaler S_{13} , S_{14} , S_{15} og S_{16} fra detektorerne 13, 14, 15 og 16 kan angives ved:

$$\begin{aligned}
 S_{13} &= A \cos \left(\Psi + \omega t + 2\pi \frac{\Delta r}{q} \right) \\
 S_{14} &= A \cos \left(\Psi - \omega t + 2\pi \frac{\Delta r}{q} \right) \\
 S_{15} &= A \cos \left(\Psi - \omega t - 2\pi \frac{\Delta r}{q} \right) \\
 S_{16} &= A \cos \left(\Psi + \omega t - 2\pi \frac{\Delta r}{q} \right)
 \end{aligned}$$

hvor A er en konstant.

Som vist i fig. 2 subtraheres signalerne S_{13} og S_{16} fra hinanden ligesom også signalerne S_{14} og S_{15} . Signalerne på udgangene af subtraktionskredsene 17 og 18 er:

$$\begin{aligned}
 S_{17} &= S_{13} - S_{16} = -B \sin \left(\Psi + \omega t \right) \sin \left(2\pi \frac{\Delta r}{q} \right) \\
 S_{18} &= S_{14} - S_{15} = -B \sin \left(\Psi - \omega t \right) \sin \left(2\pi \frac{\Delta r}{q} \right)
 \end{aligned}$$

hvor B er en positiv konstant. Signalerne S_{17} og S_{18} subtraheres fra hinanden i subtraktionskredsen 19. Udgangssignalet S_{19} kan repræsenteres af:

$$S_{19} = -C \cos \Psi \cdot \sin \left(2\pi \frac{\Delta r}{q} \right) \cdot \sin \omega t$$

hvor C er en positiv konstant. Faktoren $\sin 2\pi \frac{\Delta r}{q}$ er en ulige funktion af Δr så at signalet S_{19} indeholder information om både størrelsen og retningen af en centreringsfejl af aflæsepletten i forhold til den spordel, der skal aflæses. Faktoren $\sin \omega t$ varierer med tiden i afhængighed af den information, der er registreret i spordelen, men er uafhængig af en centreringsfejl Δr .

Som vist i fig. 2 adderes udgangssignalerne fra detektorerne 13 og 16 i kredsen 21. Udtrykkene ωt i signalerne S_{13} og S_{16} har samme fortegn, medens udtrykkene $2\pi \frac{\Delta r}{q}$ har modsat fortegn. Som følge heraf vil variationen i summen af signalerne S_{13} og S_{16} som følge af centreringsfejl være væsentlig mindre end denne variation i signalet S_{17} . Sumsignalet $S_{13} + S_{16}$ er hovedsagelig bestemt af førsteordensleddene ved diffraktion i sporretningen. Dette sumsignal kan skrives:

$$S_{21} = S_{13} + S_{16} = D \cos \left(\Psi + \omega t \right) \left(1 + m \cos 2\pi \frac{\Delta r}{q} \right)$$

hvor m er en konstant, der mindre end 1, så at fortegnet af S_{21} ikke kan ændres som følge af en centreringsfejl. Tilsvarende kan sumsignalet $S_{14} + S_{15}$ skrives som:

$$S_{20} = E \cos (\Psi - \omega t) \left(1 + m \cos 2\pi \frac{\Delta r}{q}\right).$$

Signalerne S_{20} og S_{21} tilføres subtraktionskredsen 24 på hvis udgang følgende signal optræder:

$$S_{24} = -F \sin \Psi \left[1 + m \cos \left(2\pi \frac{\Delta r}{q}\right)\right] \sin \omega t$$

Efter multiplikation i kredsen 22 giver dette:

$$S_{22} = S_{19} \times S_{24} = G \cos \Psi \sin \Psi \sin \left(2\pi \frac{\Delta r}{q}\right) \left[1 + m \cos \left(2\pi \frac{\Delta r}{q}\right)\right] \sin^2 \omega t$$

Faktoren $\sin^2 \omega t$ kan skrives som $\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos (2 \omega t)$

og faktoren $\sin \Psi \cos \Psi$ kan skrives som

$\frac{1}{2} \sin (2 \Psi)$ og hvoraf fås

$$S_{22} = \sin 2 \Psi K(\Delta r) \sin \left(2\pi \frac{\Delta r}{q}\right) [1 - \cos (2 \omega t)]$$

hvor $K = \frac{1}{4} G \left[1 + m \cos \left(2\pi \frac{\Delta r}{q}\right)\right]$, og er altid positiv. I de ovenfor stående udtryk er D , E , F og G positive konstanter. Signalet S_{22} føres til slut gennem lavpasfilteret 23 som kun overfører frekvenser, der er lavere end frekvensen 2ω , så at der fås et signal

$$S_r = \sin 2 \Psi K(\Delta r) \sin \left(2\pi \frac{\Delta r}{q}\right).$$

Da Ψ er bestemt af fasedybden, som er konstant for en bestemt registreringsbærer, er størrelsen $\sin 2 \Psi$ også konstant.

Følgelig er signalet S_r en ulige funktion af centreringsfejlen Δr , så at både størrelsen og retningen af centreringsfejlen bestemmes ved hjælp af det beskrevne detektorarrangement og den beskrevne signalbehandling. Signalet S_r kan anvendes til at korrigere positionen af aflæsepletten i forhold til sporpositionen på i og for sig kendt måde, f.eks. ved at vippe spejlet 9 i retning af pilen 10, jfr. fig. 1.

Udtrykket $K(\Delta r) \sin \left(2\pi \frac{\Delta r}{q}\right)$ kan skrives som:

$$\frac{1}{4} G \left[\sin \left(2\pi \frac{\Delta r}{q}\right) + \frac{m}{2} \sin \left(4\pi \frac{\Delta r}{q}\right) \right].$$

I fig. 5 er funktionerne $\sin \left(2\pi \frac{\Delta r}{q}\right)$ og $\frac{m}{2} \sin \left(4\pi \frac{\Delta r}{q}\right)$ repræsenteret af de punkterede kurver 1_1 og 1_2 og sumfunktionen med en fuldt op-

trukken kurve l_3 . Det ses heraf, at i området omkring $\Delta r = 0$, som er af betydning for servostyringen, vil signalet $\frac{m}{2} \sin(4\pi \frac{\Delta r}{q})$ lægge sig til signalet $\sin(2\pi \frac{\Delta r}{q})$ så at hældningen af kurven l_3 omkring $\Delta r = 0$ er stejlere end hældningen af kurven l_1 .

Det skal bemærkes, at i de skraverede områder i fig. 4 overlapper understrålebundterne, som er bøjet ved diffraktion i X-retningen, de understrålebundter, som er bøjet ved diffraktion i Y-retningen. Udgangssignalerne fra detektorerne 13, 14, 15 og 16 er derfor ikke alene bestemt af interferensen mellem understrålebundterne af nulte orden og understrålebundterne af første orden som er bøjet ved diffraktion i diagonal retning, men også af interferensen mellem understrålebundterne af første orden som er afbøjet i sporretningen og på tværs af sporretningen for så vidt disse strålebundter falder inden for pupillen af objektivsystemet.

Faseforskellen mellem f.eks. understrålebundtet $b(+1,0)$ og understrålebundtet $b(0,+1)$ kan skrives: $\omega t + 2\pi \frac{\Delta r}{q}$. I denne faseforskel optræder fasevinklen Ψ ikke længere, idet både understrålebundtet $b(+1,0)$ og understrålebundtet $b(0,+1)$ udviser en fasevinkel Ψ i forhold til understrålebundtet $b(0,0)$ af nulte orden. Interferens mellem understrålebundterne $b(+1,0)$, $b(0,+1)$, $b(-1,0)$ og $b(0,-1)$ giver følgende signaler på udgangene af detektorerne 13, 14, 15 og 16:

$$\begin{aligned} S'_{13} &= \cos(\omega t - 2\pi \frac{\Delta r}{q}) \\ S'_{14} &= \cos(-\omega t - 2\pi \frac{\Delta r}{q}) \\ S'_{15} &= \cos(-\omega t + 2\pi \frac{\Delta r}{q}) \\ S'_{16} &= \cos(+\omega t + 2\pi \frac{\Delta r}{q}) \end{aligned}$$

Disse signaler behandles på tilsvarende måde som signalerne S_{13} , S_{14} , S_{15} og S_{16} , hvorved fås:

$$\begin{aligned} S'_{17} &= S'_{13} - S'_{16} = +B' \sin \omega t \cdot \sin(2\pi \frac{\Delta r}{q}) \\ S'_{18} &= S'_{14} - S'_{15} = -B' \sin \omega t \cdot \sin(2\pi \frac{\Delta r}{q}) \end{aligned}$$

hvoraf

$$S'_{19} = S'_{17} - S'_{18} = C' \sin 2\pi \frac{\Delta r}{q} \sin \omega t$$

hvor B' og C' er positive konstanter. Signalerne S_{19} og S'_{19} modvirker ikke hinanden, men forstærker hinanden, så at beskrevne centre-

reringsfejldetektering er mulig hvis $-C \cos \Psi$ er positiv eller hvis $\cos \Psi$ er negativ.

Indtil nu er kun understrålebundter af første orden blev diskuteret. Det er klart, at informationsstrukturen også vil give diffraktion i strålebundter af højere orden, men strålingsenergien i disse højere diffraktionsordener er i det væsentlige lille og diffraktionsvinklerne er sådanne, at kun en lille del af understrålebundterne af højere orden falder inden for pupillen af objektivsystemet. Følgelig kan indflydelsen af strålebundterne af højere orden lades ude af betragtning.

For at muliggøre at aflæse en registreringsbærer med et bestemt optisk system, bør de rumlige frekvenser i informationsstrukturen ligge inden for visse grænser. Fig. 3 og 4 viser situationen, hvor de rumlige frekvenser i sporretningen og på tværs af sporretningen svarer til det halve af afskæringsfrekvensen for det optiske aflæsesystem. Modulationsdybden af informationssignalet S_{24} er så maksimal og modulationsdybden af centreringsfejlsignalet S_r er tilnærmelsesvis maksimal. Når den rumlige frekvens af fordybningerne i en spordel, der skal aflæses, stiger, vil understrålebundterne af første orden ved diffraktion bøjes en større vinkel, dvs., at afstanden f stiger. Ved en vis rumlig frekvens, som svarer til afskæringsfrekvensen for det optiske system, vil der ikke længere være en overlapning mellem strålebundterne af første orden med strålebundtet af nulte orden samt mellem strålebundterne af første orden indbyrdes. Der vil så ikke længere være nogen interferens i områderne, der er dækket af detektorerne, og det er ikke længere muligt at aflede et informationssignal. Da afstandene fra centrene 36, 37, 38 og 39 til centret 35 er proportional med $\sqrt{e^2 + f^2}$ vil den højeste rumlige frekvens af fordybningerne i et spor, for hvilket et centreringsfejlsignal kan afledes, være en lille smule mindre, f.eks. 15% lavere end den højeste rumlige frekvens for hvilket et informationssignal S_{24} kan opnås. Hvis på den anden side den rumlige frekvens af fordybningerne nærmer sig 0, vil afstanden f også nærme sig 0. De forskellige understrålebundter af første orden kan så ikke længere adskilles så at det ikke længere er muligt at opnå et informationssignal. Den laveste værdi af den rumlige frekvens af fordybningerne, for hvilken et centreringsfejlsignal kan afledes, er en lille smule mindre end den værdi, for hvilken et informationssignal stadig kan fås. Den laveste grænse for den rumlige frekvens på registreringsbæreren, for hvilken et centre-

ringsfejlsignal stadig kan opnås, er den rumlige frekvens, for hvilken det stadig er muligt at aflede et informationssignal.

Det er klart, at de samme bemærkninger kan gøres med hensyn til den rumlige frekvens af informationsstrukturen i retning på tværs af sporretningen.

Følgelig er der en optimal værdi af den rumlige frekvens af informationsstrukturen i sporretningen og i retningen på tværs heraf, for hvilken et optimalt centreringsfejlsignal kan opnås. Der er imidlertid et stor område af rumlige frekvenser omkring den optimale værdi inden for hvilket det er muligt at aflede et informations-signal og et centreringsfejlsignal med et tilfredsstillende signal/støjforhold.

I det i fig. 2 viste apparat subtraheres signalerne fra venstre og højre del af udgangspupillen fra hinanden for afledning af informationssignalet S_{24} . Dette apparat er især egnet til aflæsning af en registreringsbærer med en lille fasedybde eller en lille fordybningsdybde. I udtrykket for S_r når $\sin 2\psi$ så en yder-værdi for $\psi = \frac{3}{4}\pi$, medens $\cos \psi$ så er negativ.

Til aflæsning af en registreringsbærer med større fasedybde er det fordelagtigt at addere signalerne fra venstre og højre del af udgangspupillen. I denne hensigt kan subtraktionskredsen 24 i det i fig. 2 viste arrangement erstattes af en additionskreds 24', der er vist med punkterede linier i fig. 2. Desuden skal der mellem denne additionskreds og multiplikator-kredsen indskydes en fase-drejende kreds, f.eks. en differentiationskreds 25 der er vist med punkterede linier i fig. 2. Det er imidlertid så også muligt at addere udgangssignalerne fra detektorerne 13 og 15 og signalerne fra detektorerne 14 og 16 til hinanden. De signalbehandlende kredse kan så forenkles som vist i fig. 6.

I det i fig. 6 viste kredsløbsarrangement fås følgende signaler:

$$S_{60} = S_{13} + S_{15} = B_1 \cos \psi \cos \left(\omega t + 2\pi \frac{\Delta r}{q} \right)$$

$$S_{61} = S_{14} + S_{16} = B_1 \cos \psi \cos \left(\omega t - 2\pi \frac{\Delta r}{q} \right)$$

$$S_{62} = S_{60} - S_{61} = -C_1 \cos \psi \sin \left(2\pi \frac{\Delta r}{q} \right) \sin \omega t$$

$$S_{63} = S_{60} + S_{61} = D_1 \cos \psi \left[1 + m \cdot \cos \left(2\pi \frac{\Delta r}{q} \right) \right] \cos \omega t$$

Faktorerne i udtrykkene S_{62} og S_{63} , der varierer med ωt er fase-forskuet $\frac{\pi}{2}$ i forhold til hinanden, så at også her skal det ene af de to signaler S_{62} og S_{63} føres gennem en faseforskydningskreds.

Denne kreds kunne være et differentiationskredsløb, jfr. kredsen 25 i fig. 2. Faseforskydningskredsen 64 er imidlertid fortrinsvis udformet som en såkaldt faselåst sløjfe.

Fig. 6a viser kredsløbsskemaet for et sådant kredsløbsarrangement. Henvisningsbetegnelsen 66 angiver en oscillator, som tilvejebringer en cos-funktion på udgangen 67 og en sin-funktion på udgangen 68. Udgangen 67 er forbundet til en første indgang af en frekvenskomparator 65, hvori frekvensen fra oscillatoren 66 sammenlignes med frekvensen af signalet $\cos \omega t$, hvis fase skal forskydes 90° . Udgangssignalet fra komparatoren 65 kobles tilbage til oscillatoren, så at frekvensen af denne oscillator bliver lig med frekvensen af signalet $\cos \omega t$. En sin-funktion med den ønskede frekvens ω fås så på udgangen 68 fra oscillatoren.

Følgelig omdanner kredsen 64 signalet S_{63} til et signal:

$$S_{64} = -E \cdot \cos \Psi \left[1 + m \cdot \cos \left(2\pi \frac{\Delta r}{q} \right) \right] \sin \omega t$$

Multiplikation af signalerne S_{62} og S_{64} og filtrering af produkt-signalet giver

$$S_r = K_1 (\Delta r) \cdot \cos^2 \Psi \cdot \sin \left(2\pi \frac{\Delta r}{q} \right)$$

hvor K_1 igen er en funktion af Δr og altid er positiv. B_1 , C_1 , D_1 og E_1 er positive konstanter. S_r er igen en ulige funktion af centreringsfejlen Δr . Størrelsen $\cos^2 \Psi$ er maksimum for en fase-dybde $\Psi = \pi$, så at det i fig. 6 viste apparat er egnet til aflæsning af en registreringsbærer med en større fasedybde og også til aflæsning af en registreringsbærer med en amplitudestruktur, hvis fasedybde kan antages at være π radian.

I stedet for at anvende hele udgangspupillen er det også muligt at anvende kun halvdelen af udgangspupillen. Et hertil egnet arrangement er vist i fig. 7. Af det foregående vil det være klart, at følgende ligninger gælder for det i fig. 7 viste arrangement:

$$\begin{aligned} S_{17} &= S_{13} - S_{16} = -B_2 \sin (\Psi + \omega t) \cdot \sin \left(2\pi \frac{\Delta r}{q} \right) \\ S_{21} &= S_{13} + S_{16} = D_2 \cos (\Psi + \omega t) \cdot \left[1 + m \cos \left(2\pi \frac{\Delta r}{q} \right) \right] \end{aligned}$$

Efter fasedrejning på $\pi/2$ af signalet S_{21} giver multiplikation af det fasedrejede signal med signalet S_{17} :

$$S_{22} = G_2 \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos 2(\Psi + \omega t) \right] \cdot \sin \left(2\pi \frac{\Delta r}{q} \right) \cdot \left[1 + m \cos \left(2\pi \frac{\Delta r}{q} \right) \right]$$

Filtrering af dette signal giver signalet S_r :

$$S_r = K_2 (\Delta r) \cdot \sin 2\pi \frac{\Delta r}{q}$$

hvor B_2 , D_2 og G_2 er positive konstanter. K_2 er en positiv funktion af Δr , så at S_r er en ulige funktion af Δr . Dette udtryk for S_r indeholder ikke nogen funktion af Ψ , så at apparatet, der er vist i fig. 7, er egnet til aflæsning af både registreringsbærere med lille fasedybde og registreringsbærere med stor fasedybde.

Det skal bemærkes, at når signalerne fra hele udgangspupillen anvendes, er signal/støj-forholdet for informationssignalet og for centreringsfejlsignalet bedre end i det tilfælde, hvor kun signalerne fra halvdelen af udgangspupillen udnyttes.

Opfindelsen er beskrevet i forbindelse med et eksempel under henvisning til en rund skiveformet registreringsbærer med en strålings-reflekterende informationsstruktur. Det vil være klart, at det også er muligt at aflæse strålingstransmitterende registreringsbærere med et apparat ifølge opfindelsen. Registreringsbæreren behøver ikke at være rund og pladeformet, men kan også have form som et bånd med et antal informationsspor.

Med hensyn til informationsstrukturen skal det bemærkes, at det eneste krav er, at denne struktur skal kunne aflæses med optiske organer. Denne struktur kan være en fordybningsstruktur, en sort-hvid-struktur eller f.eks. en magneto-optisk struktur. Foruden et fjernsynsprogram kan registreringsbæreren f.eks. også indeholde digitalinformation til en regnemaskine.

Til bestemmelse af centreringsfejl anvendes mønsteret af interferenslinier i pupillen af objektivsystemet, hvilket mønster er tilvejebragt ved interferens mellem understrålebundtet af nulte orden og understrålebundterne af første orden. Fasen af liniemønsteret i forhold til detektorerne er bestemt af, i hvor høj grad aflæsepletten er centreret i forhold til det spor, der skal aflæses. Den rumlige frekvens af liniemønsteret er imidlertid bestemt af, i hvor høj grad aflæsestrålebundtet er fokuseret på planen for informationsstrukturen. Ved store fokuseringsfejl er denne periode lille og ved små fokuseringsfejl er perioden stor. Den måde, hvorpå fokuseringen korrigeres, spiller ingen rolle for

den foreliggende opfindelse og er derfor ikke omtalt. Det skal imidlertid bemærkes, at fokuseringsfejl kan influere på valget af formen af detektorerne i fig. 7.

Det er i det foregående antaget, at detektorerne 13 og 16 er rektangulære detektorer. Udgangssignalet fra en rektangulær detektor over for et linieformet intensitetsmønster er en kurve, som varierer i overensstemmelse med $\frac{\sin x}{x}$, hvor $\frac{1}{x}$ er lig med den rumlige periode af liniemønsteret. Denne udgangssignalkurve har en værdi lig med 0, hvis denne rumlige periode er lig med bredden af detektoren. I dette tilfælde vil detektoren altid "se" én periode af liniemønsteret uafhængig af fasen af liniemønsteret og derfor uafhængig af centreringen. Når den rumlige periode af intensitetsmønsteret ved store fokuseringsfejl bliver mindre end bredden af detektoren, vil udgangssignalkurven have en negativ del. Dette vil sige, at centreringsservosystemet kunne bevæge aflæsepletten i den forkerte retning, og at en eventuel centreringsfejl ville forøges. Ved anvendelse af rektangulære detektorer er der risiko for, at centreringsservosystemet som følge af tilstedeværelse af fokuseringsfejl bevirker, at midten af aflæsepletten ikke forbliver i midterlinien for den spordel, der skal aflæses, men projiceres ind i en fast afstand fra denne midterlinie.

Dette problem kan overvindes ved at anvende trekantede detektorer i stedet for rektangulære detektorer. Fig. 8 viser et sådant par detektorer 13' og 16', som kan erstatte detektorerne 13 og 16 i fig. 7. Udgangssignalkurven for de trekantede detektorer stemmer overens med $(\frac{\sin x}{x})^2$ og har følgelig ikke nogen negativ del.

Det er klart, at det nævnte problem ikke optræder, hvis aflæseapparatet er forsynet med en servostyring, som sikrer, at aflæsepletten altid forbliver korrekt fokuseret på informationsstrukturen.

P A T E N T K R A V

1. Apparat til aflæsning af en registreringsbærer, hvorpå information, f.eks. video- og/eller audioinformation, er registreret i en optisk aflæselig, sporformet informationsstruktur, hvilket apparat omfatter en strålekilde, et objektivsystem til overføring af strålingen fra strålekilden til et strålingsfølsomt informationsdetektorsystem via registreringsbæreren, hvilket detektorsystem omdanner et aflæsestrålebundt, som afgives af strålekilden og moduleres af informationsstrukturen, til et elektrisk signal, hvilket apparat endvidere indeholder et strålingsfølsomt centreringsdetektorsystem, som er forbundet til en elektronisk kreds for afledning af et styresignal til korrigering af centreringen af aflæsestrålebundtet i forhold til den spordel, der skal aflæses, k e n d e t e g n e t ved, at centreringsdetektorsystemet og informationsdetektorsystemet udgøres af to eller fire strålingsfølsomme detektorer (13-16; 13,16; 13', 16'), som er beliggende i fjernfeltet for informationsstrukturen i de enkelte kvadranter af et tænkt X-Y-koordinatsystem, hvis begyndelsespunkt er beliggende på den optiske akse for objektivsystemet, og hvis X-akse effektivt strækker sig i sporretningen, og hvis Y-akse effektivt strækker sig på tværs af sporretningen, og ved at udgangssignalerne fra to detektorer (13,16 eller 14,15; 13,16; 13',16'), som er anbragt på samme side af Y-aksen, er forbundet til både en subtraktionskreds (17 eller 18; 62; 17) og en additionskreds (21 eller 20; 63; 21), medens der findes en multiplikatorokreds (22), til hvis indgange signalerne, der afledes fra subtraktionskredsen og fra additionskredsen, tilføres, medens udgangen fra multiplikatorokredsen er forbundet til en filterkreds (23), som alene overfører frekvenser, der er lavere end den frekvens, som svarer til to gange den gennemsnitlige rumlige frekvens af informationsstrukturen i sporretningen, på hvilken filterkreds' (23) udgang der fås et styresignal (S_x) til korrigering af centreringen af aflæsestrålebundtet (b).

2. Apparat ifølge krav 1 med fire detektorer (13-16), k e n d e t e g n e t ved, at udgangen fra en første subtraktionskreds (17), hvis indgange er forbundet til de detektorer (13,16), som er beliggende på den ene side af Y-aksen, og udgangen fra en anden subtraktionskreds (18), hvis indgange er forbundet til de detektorer (14,15), der er beliggende på den anden side af Y-aksen, er forbundet til indgangene i en tredje subtraktionskreds (19), hvis udgang er forbundet til en første indgang i multiplikatorokredsen (22), og ved at udgangen

fra en første additionskreds (21), hvis indgange er forbundet til de detektorer (13,16), der er beliggende på den ene side af Y-aksen, og udgangen fra en anden additionskreds (20), hvis indgange er forbundet til de detektorer (14,15), der er beliggende på den anden side af Y-aksen, er forbundet til en fjerde subtraktionskreds (24), hvis udgang er forbundet til en anden indgang til multiplikator kredsen (22). (Fig. 2).

3. Apparat ifølge krav 1 med fire detektorer (13-16), k e n d e t e g n e t ved, at udgangene fra de detektorer (13,15), der er beliggende i første og tredje kvadrant, er forbundet til den nævnte additionskreds (63) og den nævnte subtraktionskreds (62) over en anden additionskreds (60), og ved at udgangene fra de detektorer (14,16), der er beliggende i anden og fjerde kvadrant, er forbundet til den nævnte additionskreds (63) og den nævnte subtraktionskreds (62) over en tredje additionskreds (61), medens der er indskudt et faseforskydningskredsløb (64) i enten forbindelsen mellem den nævnte additionskreds (63) og en af indgangene til multiplikator kredsen (22) eller forbindelsen mellem subtraktionskredsen (62) og den anden indgang til multiplikator kredsen (22). (Fig. 6).

4. Apparat ifølge krav 1 med to detektorer (13,16), der er anbragt ved den ene side af Y-aksen af koordinatsystemet, k e n d e t e g n e t ved, at en af forbindelserne mellem additionskredsen (21) og multiplikator kredsen (22) og mellem subtraktionskredsen (17) og multiplikator kredsen (22) indeholder et faseforskydningskredsløb (64) (Fig. 7).

5. Apparat ifølge krav 4, k e n d e t e g n e t ved, at detektorerne (13',16') har form som ligesidede trekanter, hvis grundlinjer er parallelle med X-aksen. (Fig. 8).

Fremdragne publikationer:

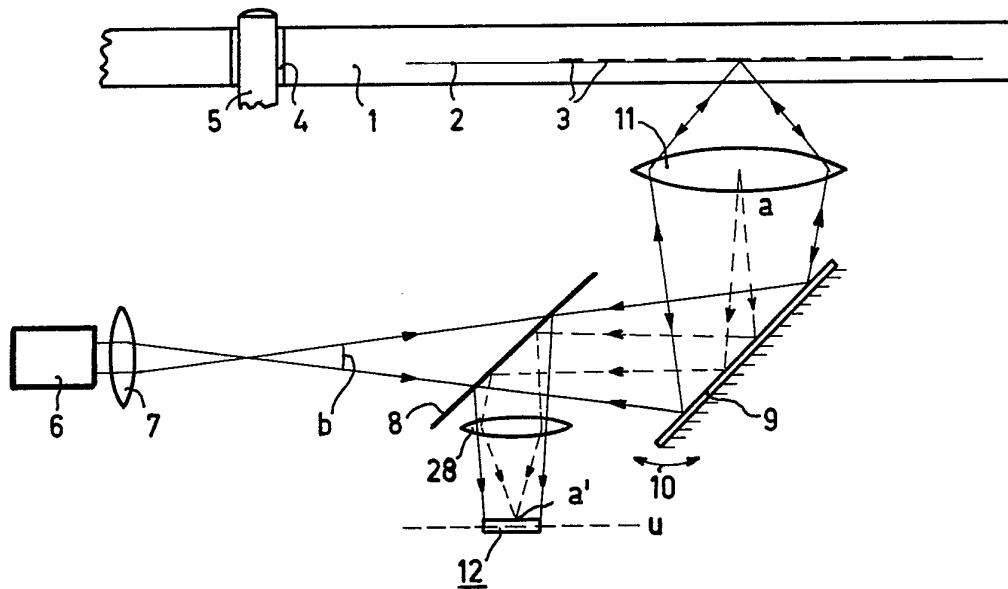


Fig.1

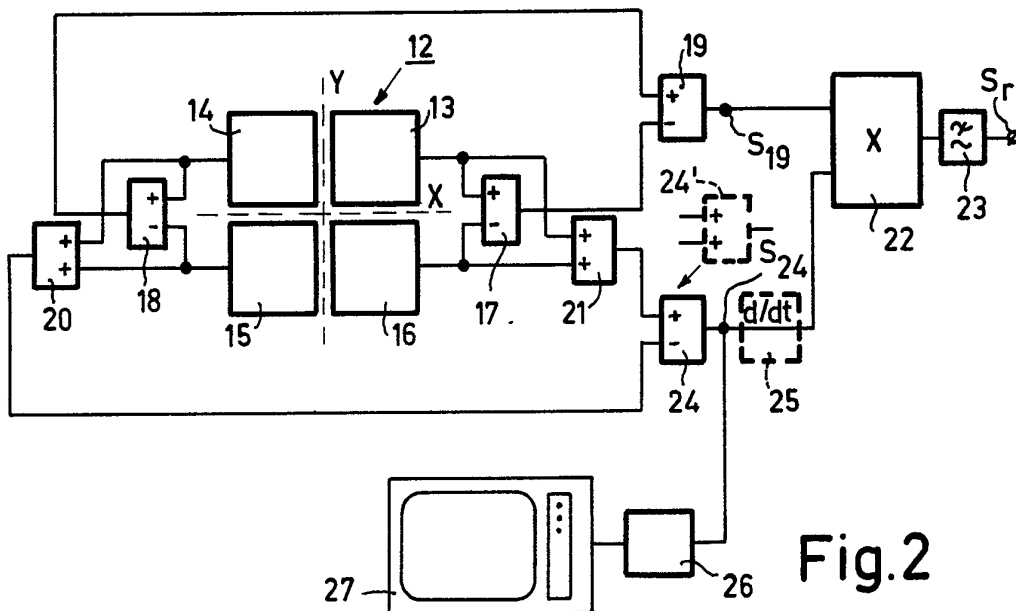


Fig.2

