



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(11) 321629

(13) B1

(51) Int Cl.

G01J 3/18 (2006.01)

G02B 5/18 (2006.01)

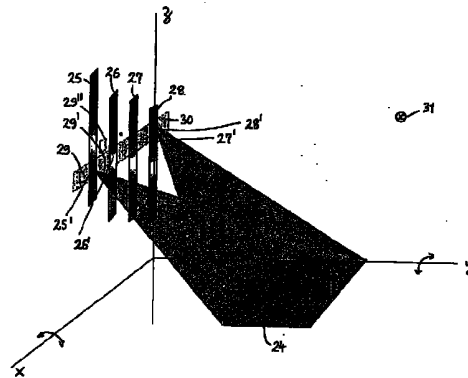
Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20006084	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2000.11.30	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2000.11.30	(30)	Prioritet	Ingen
(41)	Alm.tilgj	2002.05.31			
(45)	Meddelt	2006.06.12			
(73)	Innehaver	Tomra Systems ASA , Drengsrudhagen 2, 1385 Asker, NO			
(72)	Oppfinner	Odd Løvhaugen, Rødbråtbakken 3, 0874 OSLO, NO Ib-Rune Johansen, Svensenga 174, 0882 OSLO, NO			
(74)	Fullmektig	Zacco Norway AS , Postboks 2003 Vika, 0125 OSLO, NO			

(54)	Benevnelse	Anordning for bruk ved spektroskopi
(56)	Anførte publikasjoner	EP 75171, GB 1565377, GB 2000878, GB 2219853, US 4391523, US 4729658, US 5369276 WO 0062267, WO 9634256, WO 9961941

(57) Sammendrag

Anordning ved diffraktivt optisk element for bruk ved spektroskopi, der bredbåndet lys utsendes fra en lyskilde (31) mot det optiske elementet (24) og derfra overføres til minst én detektor (29; 29'). Det optiske elementet har et flertall av diffraktive, dispersivt fokuserende, fortrinnsvis delvis i hverandre integrerte, mønstre hvis respektive sentra er innbyrdes to-dimensjonalt forskjøvet for å tilveiebringe et flertall av spektra (25-28), der minst to er separate, men innbyrdes forskjøvet og/eller delvis overlappende. I en alternativ utførelse består det optiske elementet av enten ett diffraktivt, optisk element (60) som er relatert til en bølgelengde og tilveiebringer et spektrum, eller minst to diffraktive, optiske elementer (60, 61) som er relatert til respektive bølgelengder og som tilveiebringer minst to separate spektra eller minst to innbyrdes, delvis overlappende spektra til å gi et sammensatt spektrum. Midler er anbragt på eller i tilknytning til det optiske elementet for i nevnte spektrum å tilveiebringe minst én markering av øvre og/eller nedre bølgelengdeverdi.



Den foreliggende oppfinnelse vedrører en anordning for bruk ved spektroskopi, omfattende et diffraktivt optisk element, en lyskilde som utsender bredbåndet lys mot det optiske elementet, samt minst én detektor som mottar lys som går via det optiske elementet fra lyskilden, slik som angitt i ingressen av vedlagte patentkrav 1, 21, 27 og 28.

5

Til belysning av kjent teknikk vises til WO 9961941, US 4729658, WO 0062267, WO 9634256, EP 0075171, GB 2219853, US 5369276, US 4391523, GB 2000878 og GB 1565377.

- 10 Av disse publikasjoner kan nevnes at WO 9961941 omhandler et diffraktivt optisk element i to lag for å øke bølgelengdeområdet i den hensikt å korrigere for fargefeil (kromatisk aberrasjon). Det blir dermed samme fokus for blått og rødt, mens foreliggende oppfinnelse i realitet ønsker i stedet å sprede fargene, og dette oppnås bl.a. ved at mønstrene legges i samme plan. I US 4729658 anvendes et gitter som et diffraktivt, optisk
- 15 element, men der elementet ikke gir en fokuserende løsning. Fokusering skjer ved hjelp av en linse. For hvert lyspunkt tilveiebringer denne kjente løsning kun ett spekter, men foreliggende oppfinnelse tilveiebringer flere spektra for hvert lyspunkt. WO 0062267 omhandler en løsning som ikke gir noen spektraloppløsning og heller ikke noen dispersiv fokusering. Således tilveiebringes ikke et flertall av spektra. EP 0075171 beskriver
- 20 et standard gitterspektrometer med harmonisk deteksjon. Dette er en dispersiv, ikke-fokuserende løsning, der den spektrale responsen som treffer detektoren moduleres med en flytende-krySTALL lukkerinnretning. Løsningen er hverken fokuserende eller tilveiebringer et flertall av spektra. GB 1565377 angir en løsning der to spektra blir liggende med markant innbyrdes vinkel, hvilket skyldes at det anvendes et konkavt, holografisk
- 25 gitter, der det er gitterets konkavitet som bevirker fokusering.. Hensikten er bl.a. å oppnå et spektrometer for utvidet spektralfelt.

- Et siktemål med foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en anordning som ikke bare kan anvendes for spektroskopi i tilknytning til et medium, slik som for eksempel gass
- 30 eller fluid, men også kan anvendes for analysering av et medium, slik som en gjenstand, for eksempel av plast eller glass, men også til bruk for eventuell analysering av biologisk materiale, avfall, medisinske prøver, fluider og preparater, metaller og/eller legeringer derav og plastmaterialer eller glass generelt. Eventuelt kan nevnte medium utgjøres av for eksempel en celleholdig væske.

35

Et siktemål med foreliggende oppfinnelse har vært å konstruere diffraktive, optiske elementer for spektroskopi-formål. Målet har vært å få et spektrum ut fra et slikt diffraktivt

optisk element, slik som vanlig gitter ville muliggjøre, bortsett fra at det diffraktive optiske elementet kan konstrueres til å ha bestemte karakteristika, slik som eksempelvis fokuseringsvirkning.

- 5 Ifølge oppfinnelsen kjennetegnes anordningen ved de trekk som fremgår av den kjennetegende del i de vedlagte patentkrav 1, 21, 27 og 28.

Ytterligere utførelsesformer av respektive alternativer av anordningen vil fremgå av de respektive, vedlagte, underordnede patentkrav, samt av den nå etterfølgende beskrivelse.

10

Oppfinnelsen skal nå nærmere forklares under henvisning til de vedlagte tegninger.

Fig. 1 viser et prinsipp for et diffraktivt, optisk element.

15

Fig. 2 illustrerer reflektansen i tilknytning til et diffraktivt, optisk element.

Fig. 3 viser kilde og detektorplassering i tilknytning til en første utførelse.

- 20 Fig. 4 viser kilde og detektorplassering relativt optisk element, ifølge en andre utførelse.

Fig. 5a viser fasen av reflektansfunksjonen før den avkattes for å få det diffraktive, optiske elementets profil.

- 25 Fig. 5b viser distansen langs profilen.

Fig. 6a viser det diffraktive, optiske elementets profil, og fig. 6b viser distanse langs profilen.

- 30 Fig. 7 viser en ytre del av en Fresnel-soneplate.

Fig. 8 viser et diffraktivt optisk elementprofil for et tobølgelengdetilfelle.

- Fig. 9 viser et generelt tobølgelengdetilfelle knyttet til et diffraktivt optisk elements profil og relatert til den utførelse som fremgår av fig. 3.
- 35

Fig. 10 illustrerer tilveiebringelse av et spektrum basert på lys som sendes gjennom en Fresnel-soneplate.

Fig. 11 viser en modifikasjon av utførelsen vist på fig. 10.

5

Fig. 12 viser en variant av utførelsen vist på fig. 11.

Fig. 13 viser en ytterligere utvikling av utførelsen vist på fig. 12.

10 Fig. 14 viser enda en ytterligere variant av utførelsen vist på fig. 12 og 13.

Fig. 15 viser anvendelse av et diffraktivt, optisk element ved bruk av refleksjon.

15 Fig. 16 viser anvendelse av et diffraktivt, optisk ved bruk av lystransmisjon gjennom elementet.

Fig. 17 viser bruk av diffraktivt, optisk element, der enten elementet eller en samvirkende detektor er bevegelig.

20 Fig. 18 viser bølgelengdefokus-avhengighet for en Fresnel-soneplate i tilknytning til den del av linsen som befinner seg vekk fra linsens optiske akse.

Fig. 19 viser intensitetsfordeling for en Fresnel-soneplate for ulike bølgelengder.

25 Fig. 20 viser i forstørret målestokk spesifikasjoner for reflektive plan.

Fig. 21 viser en gitterskisse til bruk som diffraktivt, optisk element.

Fig. 22 viser et optisk element i form av et konkavt gitter.

30

Fig. 23 viser et spektrum oppnådd med et såkalt avbøyningsgitter (blazed grating)

Fig. 24 viser et diffraktivt, optisk element med støpte, reflekterende elementer (se fig. 21).

35

Fig. 25 viser et diffraktivt, optisk element som ligger vekk fra en Fresnel-soneplates ideelle, optiske akse, og der det omkring den optiske aksen er anbragt ett eller to referanseelementer.

- 5 Fig. 26 viser diffraksjonsmønstre fra referanseelementet for forskjellige bølgelengder av λ .

Fig. 27 viser et spektrum med referanser (se også fig. 19).

- 10 Fig. 28a viser usynlige spektra (IV) ved siden av hverandre.

Fig. 28b viser synlig og usynlig spektrum tilgrensende hverandre.

Fig. 28c viser synlig og usynlig spektrum i avstand fra hverandre.

15

Fig. 28d viser synlige spektra i avstand fra hverandre.

Fig. 28e viser usynlige spektra delvis overlappende hverandre.

- 20 Fig. 28f viser synlige spektra delvis overlappende hverandre.

Fig. 29 viser synlige og usynlige spektrum innbyrdes forskjøvet og i tilknytning til detektorer.

- 25 Fig. 30 viser anordningen, ifølge oppfinnelsen, i tilknytning til et gjennomsiktig eller gjennomskinnelig medium, for eksempel en gjenstand.

Fig. 31 viser en mindre modifikasjon av en del av anordningen vist på fig. 30.

- 30 Fig. 32 viser anordningen i en utførelse beregnet for detektering av et medium som har lysabsorpsjons-, lysrefleksjons-, luminescens- eller reemisjonsegenskaper.

- Fig. 33 viser en modifikasjon av anordningen ifølge oppfinnelsen beregnet for detektering av et gjennomsiktig eller gjennomskinnelig medium, der deteksjon er basert på nevnte mediums lysabsorpsjons-, luminescens- eller reemisjonsegenskaper.
- 35

Fig. 34 viser en utførelsesform av anordningen der diffraktivt, optisk element, lyskilde og lysdetektor er alle stasjonære.

Fig. 35 viser en utførelsesform av anordningen der det diffraktive, optiske elementet er 5 bevegelig om én eller to akser, eller der lyskilden er bevegelig.

Fig. 36 illustrerer mulig toveis bevegelse av et sett av spektra i forhold til en lysdetektor.

10 Fig. 37 viser som eksempel en innretning for vipping av et diffraktivt, optisk element.

Fig. 38 viser en innretning for bevegelse av en lyskilde.

Fig. 39a viser en alternativ innretning for bevegelse av en lyskilde, og fig. 39b viser en 15 innretning for å bevege en detektor i forhold til et flertall av spektra.

Fig. 40 viser tilveiebringelse av et spektrum basert på lys som sendes mot Fresnel-soneplate fragmenter, og er en variant av Fig. 12.

20 Fig. 41 viser en variant av fig. 40.

Fig. 42 og 43 viser skjematisk hvorledes Fresnel-soneplate fragmentene kan påvirkes mekanisk eller optisk avblendes.

25 Fig. 44 viser skjematisk hvorledes Fresnel-soneplate fragmentene kan optisk avblendes.

Fig. 1 viser prinsippet for bruk av to bølgelengder i tilknytning til et diffraktivt, optisk element, i det etterfølgende benevnt som DOE. DOE elementet avbilder punktet S1 til D1 (bølgelengde λ_1) og punktet S2 til D2 (bølgelengde λ_2). Har man en lyskilde S og 30 en detektor D vil skanderingen av nevnte DOE ha den virkning at λ_1 , henholdsvis λ_2 , avbildes på detektoren ved respektive skandervinkler θ_1 og θ_2 . Problemet ligger i å bestemme profilen av nevnte DOE som har disse karakteristika. Skandervinkelen (dvs. DOE – elementets vippevinkel) er angitt med SA. Det kan være nyttig å betrakte visse generelle sider ved foreliggende oppfinnelse. I tilknytning til en definisjon av bølgefront kan man betrakte en kilde s_n hvis sted defineres av vektoren $r_{s_n \text{ kilde}}(x_{s_n}, y_{s_n}, z_{s_n})$ og dens avbildning d_n hvis sted defineres av vektoren $r_{d_n \text{ detektor}}(x_{d_n}, y_{d_n}, z_{d_n})$ 35

$S_n(r)$ er den sfæriske bølgefront som kommer fra kilden:

$$S_n(r) = A_{s_n} \cdot e^{i k_n r_n} \quad (1)$$

med $k_n = 2\pi/\lambda_n$, $r_{s_n} = \sqrt{x_{s_n}^2 + y_{s_n}^2 + z_{s_n}^2}$, og $i = \sqrt{-1}$.

5 og der A_{s_n} er bølgefrontamplituden på nevnte DOE.

For enkelhets skyld kan man sette $x=0$ og $y=0$.

$D_n(r)$ er den sfæriske bølgefront som fokuseres på detektoren og definert ved ligningen:

$$D_n(r) = A_{d_n} \cdot e^{-i k_n r_{d_n}} \quad (2)$$

10 med $r_{d_n} = \sqrt{x_{d_n}^2 + y_{d_n}^2 + z_{d_n}^2}$, og der A_{d_n} er bølgefrontamplituden på nevnte DOE.

For enkelhets skyld kan man sette $x=0$ og $y=0$.

Det bemerkes at $S_n(r)$ bølgefrontintensiteten er

$$I_{s_n} = |S_n(r)|^2 = S_n(r) \cdot S_n(r)^* = A_{s_n}^2. \text{ Likeledes vil } I_{d_n} = A_{d_n}^2. \quad (3)$$

15

DOE elementets optiske reflektansfunksjon gis av ligningen $t(r) = A_0 \cdot e^{-i k_n 2f(r)}$ (4)

der $f(r)$ betegner DOE profilfunksjonen, $k_n = 2\pi/\lambda_n$, og λ_n lik bølgelengden av den innkomne bølge S_n .

20 Det antas her at faseforsinkelsen som bevirkes ved refleksjon på nevnte DOE er en ren geometrisk tilføyelse til den optiske banens lengde.

Gitt Fourier optikk kan man her skrive: Utkommende bølger = $S_n(r) \cdot t(r)$ (5).

25 Det kan også være nyttig å se noe nærmere på teorien knyttet til et diffraktivt, optisk element. Det kan tas utgangspunkt i enkelt-bølgelengdetilfellet.

Kilden S_1 utsender lys ved bølgelengde λ_1 og avbildes på d_1 . Gitt ligningene 4 og 5 får man:

30

Utkommende bølge = $D_1 = S_1 \cdot t(r) \Leftrightarrow$

$$t(r) = D_1 \cdot \frac{S_1^*}{|S_1|^2} \Leftrightarrow t(r) = \frac{A_{d1}}{A_{s1}} \cdot e^{-i k_1 (r_{s1} + r_{d1})} = A_0 \cdot e^{-i k_1 2f(r)}$$

Løser man denne ligning får man $f(r) = \frac{\text{mod}[k_1 \cdot (r_{s_1} + r_{d_1}), 2\pi]}{2 \cdot k_1}$.

Uttrykket "mod" kjennetegner resten av en heltallsfunksjon (modulofunksjon) der generelt $\text{mod}[a,b]$ gir $f(r) = \frac{a}{b} - \left\| \frac{a}{b} \right\|$.

5

Man kan nå se på den følgende systemgeometri som er vist på fig. 3 der SA som tidligere betegner skanderingsaksen. Figur 3 er videre relatert til det som fremgår og skal beskrives i tilknytning til fig. 5, 6 og 7. Fig. 5a og 5b viser fasen for reflektansfunksjonen $t(r)$ før den avkattes for å få DOE elementets profil, og der fig. 5a angir funksjonen

10 $r_{s_1} + r_{d_1}$, og der fig. 5b angir distanse langs DOE-elementets profil.

Fig. 6a viser DOE profilen som i dette tilfellet er en sentral del av en Fresnel-soneplate. Fig. 6b viser distansen langs profilen. Resultatet er i og for seg i henhold til forventning. Ikke desto mindre er den sentrale del av en Fresnel-soneplate kjent for å gi en bøl-
 15 gelengde-uavhengig retningsspredning, slik at hvilken som helst bølgelengde som kommer fra kilden ville fokusere på det samme stedet på detektoren. Ved å forskyve kilden S og detektoren D mot venstre, se fig. 4, blir så DOE profilen den akseforskjøvne del av en Fresnel linse som vist på fig. 7, hvilken således viser Fresnel-soneplatens ytre del. Denne profil er nå bølgelengde-avhengig, og en bølgefront med bølgelengde λ_1 som
 20 kommer fra kilden avbildes på detektoren og de andre bølgelengdene vil fokusere på forskjellige steder. Dette gjelder generelt også for flere-bølgelengde tilfellene og den valgte geometri er som vist på fig. 3.

Kort skal det beskrives to-bølgelengdetilfellet der man samtidig ønsker å avbilde s_1 (bøl-
 25 gelengde λ_1) på d_1 og s_2 (bølgelengde s_2) på d_2 . DOE elementets optiske reflektans bør da være

$$t(r) = D_1 \frac{S_1^*}{|S_1|^2} + D_2 \frac{S_2^*}{|S_2|^2} \quad (6)$$

Man kan her se på et særlig tilfelle som vist på fig. 8 der $r_{s_1} = r_{s_2}$ og $r_{d_2} = r_{d_1}$. To
 30 bølgelengder λ_1 og λ_2 som kommer fra kilden S avbildes på detektoren D. Fig. 8 viser således DOE profilen i dette tilfellet. Man vil se at den ligner på en type av blandede mønstre mellom to Fresnel-soneplater.

Det andre eksemplet fremgår av fig. 9 der beregningen har tatt utgangspunkt i det som fremgår av geometrien vist på fig. 3. Resultatet som her gis vil lettere fortolkes som to blandede Fresnel-soneplater og kurvene som adskiller de to Fresnel-soneplatene har forskjellige radiuser. Alle disse kurver er imidlertid tangerende til retningen av skanderingssaksen (aksen i X retning).

Ytterligere aspekter ved foreliggende oppfinnelse skal nå nærmere beskrives idet det tas utgangspunkt i fig. 10, der lys utsendes fra en kilde s gjennom et diffraktivt optisk element DOE og her angitt med henvisningstallet 1 mot en detektor D som kan detektere det spektrum 2 som fremkommer.

Ved å dreie eksempelvis elementet 1 om aksene y vil spekteret 2 bevege seg i forhold til detektoren D.

15

På fig. 11 er et modifisert diffraktivt, optisk element 3 vist. Når lys sendes mot elementet 3, fortrinnsvis fra en punktkilde og enten transmitteres gjennom elementet 3 eller reflekteres fra dette, vil det fremkomme i et plan parallelt med elementet 3 et spekter 4, og det vil sees at dette ikke er helt rektangulært, hvilket skyldes den geometri som råder.

20

Alternativt kan et spekter 5 som er parallelt med z-aksen frembringes. Det vil også her forstås at dersom det tilveiebringes en detektor 6 eller en detektor 7, vil spekteret 4 eller 5 forskyve seg når elementet 3 utsettes for en vippebevegelse. Derved kan detektoren 6 eller 7 detektere aktuelt sted på nevnte spekter.

25

Fører man dette prinsipp videre, slik som vist på fig. 12, og der det er anbragt et flertall av diffraktive, optiske elementer 8, 9, 10 og 11, vil man se at hvert av disse frembringer respektive spektra 12-15. Detektorens 16 deteksjonsområde er angitt med henvisningstallet 17. Det vil forstås at selv om kun én detektor 16 er vist, kan det i deteksjonsområdet 17 befinne seg to eller flere detektorer.

30

Elementene 8 – 11 viser kun som illustrasjon typiske akse-forskjøvne Fresnel-soneplate fragmenter, og selv om de på tegningen tilsynelatende er identiske, vil det forstås at de nødvendigvis må være innbyrdes forskjellige for å oppnå den tilsiktede virkning, ifølge oppfinnelsen.

35

Dersom elementene 8-11 samlet vippes om x-aksen vil de nevnte spektra 12-15 bevege seg på tvers av detektorfeltet 17. Dersom elementene 8-11 imidlertid vippes omkring y-

aksen, vil de nevnte spektra 12-15 bevege seg felles langs detektorfeltet 17 og suksessivt passere detektoren 16. Således vil det forstås at for en effektiv detektering av spektrene 12-15, må enten detektoren 16 beveges langs feltet 17 eller elementene 8-11 vip-
 5 petes om y-aksen for derved med et respektivt område av nevnte spektra å passere over detektoren 16 suksessivt. Dersom det eksempelvis anvendes flere enn én detektor, kan en detektor, slik som detektoren 16', være tilveiebragt.

Med ytterligere henvisning til fig. 13 vil det der sees at det diffraktive, optiske elementet 18 er oppdelt i et flertall av mindre, diffraktive, optiske elementer 19 hvorav kun et
 10 mindre antall er vist for tydelighets skyld. Det vil der sees at noen av de diffraktive, optiske elementene 19 danner visse deler av et spektrum, mens andre vil danne andre deler av et spektrum når lys bestråler elementet 18. Fig. 13 kan således anses å være sammensatt av et flertall av elementer, slik som av typen av elementer 8-11 vist på fig. 12. Det oppnås derved et totalt diffraktivt, optisk element 18 som har et flertall av diffrak-
 15 tive, dispersivt, fortrinnsvis delvis i hverandre integrerte elementmønstre 19, hvis respektive sentra er, slik det fremgår av fig. 13, innbyrdes todimensjonalt forskjøvet for å tilveiebringe et flertall av spektra, der minst to er separate, men innbyrdes forskjøvet og/eller delvis overlappende. Av fig. 13 vil det sees at de der viste spektra 20-23 er separate og innbyrdes forskjøvet, men ikke nødvendigvis overlappende.

20 Fig. 14 viser et ytterligere skritt i retning av å integrere de forskjellige diffraktive, optiske elementer i et sammensatt element, slik som det diffraktive, optiske element angitt med henvisningstallet 24 på fig. 14. Det vil sees at i det viste eksempel skaper dette element ved lysbestråling fire spektra 25-28. Det optiske elementet 24 har således et fler-
 25 tall av diffraktive, dispersivt fokuserende og fortrinnsvis delvis i hverandre integrerte mønstre, hvis respektive sentra, slik det også tydelig fremgår av fig. 12, og også av fig. 14, er innbyrdes todimensjonalt forskjøvet, slik at nevnte flertall av spektra 25-28 tilveiebringes og der minst to av disse er separate, men innbyrdes forskjøvet. Én eller flere detektorer 29, 29', 29'' kan være tilveiebragt med et tilhørende detekteringsfelt 30. Når det optiske elementet 24 bevirkes dreiet om minst en første akse y, vil nevnte minst
 30 ene detektor 29, 29' ved elementets 24 vipping bevirkes til å detektere et første sett av forskjellige spektralområder angitt med respektive henvisningstall 25', 26', 27', 28' i respektive av nevnte separate spektra 25-28. Det er også mulig å tenke seg at elementet 24 kan være dreibart om en andre akse x som er ortogonal på den første aksen y, slik at
 35 nevnte minst ene detektor 29, 29' ved nevnte vipping bevirkes til å detektere minst et andre sett av forskjellige spektralområder i respektive av nevnte spektra 25-28, idet detekteringsfeltet 30 fortsatt er uendret i z-retning, mens vippingen av det optiske elemen-

tet 24 om akse x bevirker at de nevnte spektra 25-28 forflyttes noe på tvers av detekteringsfeltet 22, dvs. i z -aksens retning. Et alternativ til å drive elementet 24 om en første akse y er selvsagt å holde det optiske elementet 24 i ro og i stedet bevege detektoren eller detektorene 29, 29' i x -retning, dvs. på tvers av de nevnte separate spektra's spektralbånd 25-28. I tillegg vil det også være tenkelig å kunne bevege detekteringsfeltet med detektorene 29, 29' og eventuelt flere eller færre detektorer i retning langs de nevnte spektralbånd 25-28.

Et ytterligere alternativ vil kunne være å la posisjonen for en lyskilde 31 være justerbar i retning av nevnte spektralbånd, for derved å forandre detektorenes posisjon eller detekteringsfeltets posisjon i forhold til nevnte spektra 25-28. Imidlertid bemerkes at både detektorene 29, 29' og lyskilden 31 er tilknyttet elektriske forbindelser som kan gjøre det uhensiktsmessig å mekanisk forflytte posisjonen av disse, mens derimot elementet 24 i og for seg ikke har noen aktive deler og dermed lettere kan beveges.

Lyskilden 31 vil fortrinnsvis utstråle gjennom en fast, fortrinnsvis liten apertur 32 (se fig. 38) og en roterende skive 33 kan være forsynt med minst en slisse 34 eller et flertall av ørsmå hull, slik at lys vil kunne passere gjennom slissen eller nevnte hull samtidig som slissen eller hullene ved sin buformede plassering på skiven vandrer over aperturens 32 lengde når skiven roterer.

Som et alternativ kan lyskilden, her angitt med henvisningstallet 35 på fig. 39a utstråle via en lysfiber 36 som er mekanisk flyttbar, for eksempel ved eksitering av et piezoelektrisk element 37 som lysfiberens endeparti 36' er festet på. Som angitt på fig. 29 kan det eventuelt være anordnet minst to detektorer, slik som detektorene 38 eller 39 vist på fig. 29 i retningen av nevnte spektras spektralbånd. Utmatningen fra nevnte minst to detektorer kan eventuelt hentes ved tids-multipleksing.

Det er også mulig å tenke seg at dette prinsipp med bruk av lysfiber eller lysleder kan brukes på detektorside, slik som antydnet på fig. 39 b der en detektor 122 via en lysleder 123 skanderer minst to spektra 125 som ligger i fokusplan for lyslederens ende 123', og der en innretning 124, for eksempel piezoelektrisk element, bevirker ved eksitering at lyslederens ende parti 123' beveger seg enten på tvers av nevnte spektra, eller eventuelt på langs av nevnte spektra.

Som tidligere antydnet vil det kunne være fordelaktig å la det diffraktive, optiske elementet utsettes for en vippebevegelse for derved å bevirke skandering gjennom de øns-

kede partier av de separate spektre. Fig. 17 skisserer dette nærmere, der henvisningstallet 40 betegner et diffraktivt, optisk element, og der lyskilden, som eventuelt utsender sitt lys via en lysspalte som tidligere beskrevet er angitt med henvisningstallet 41. Detektoren er angitt med henvisningstallet 42. Det diffraktive, optiske elementet 40 har sitt vippepunkt fortrinnsvis ved et endeparti derav, slik som angitt med vippepunktet 43. Ved denne løsning blir de ønskede, målte bølgelengder fokusert på en kurve 44, slik at de treffer midt i detektoren når skandering skjer gjennom en vinkel θ . Det bør imidlertid bemerkes at spekteret i planet ikke nødvendigvis er kontinuerlig slik som man kan se ved et gitterspektrometer, men vil bestå av på forhånd definerte bølgelengder, og disse bølgelengder behøver ikke å være i stigende eller synkende orden. Dette er for så vidt også klart vist ved det som fremgår av eksempelvis fig. 14. Intensiteten i det målte spektrum som funksjon av skandervinkelen θ sees tydelig øverst til høyre på fig. 17.

Som tidligere antydnet er det mulig å tenke seg at det diffraktive, optiske elementet enten baserer seg på refleksjon av lys eller transmisjon av lys. Gitter vil enten modulere amplituden eller fasen av en innfallende lysstråle. Et fasegitter vil gi den høyeste diffraksjonsvirkningsgrad. Dessuten vil denne type av diffraktivt element lett kunne gjengis på et kompaktplatesubstrat i store mengder ved pressing eller annen form for replisering, dvs. med lav individuell kostnad.

20

Tilfellet i fig. 15 skal først beskrives. Gitt at $\text{Pr}(x)$ representerer gitterelementets profil, n er dets brytningsindeks og konstanten $k = \frac{2\pi}{\lambda}$, vil faseprofilen som frembringes av et slikt gitter være $\Phi_{\text{gitter}}(x) = -2k \cdot \text{Pr}(x)$.

25 Vippingen av det innfallende felt (henholdsvis gitteret) vil ha følgende virkninger:

$$\Phi_{\text{vippfelt}}(x) = -k \cdot x \cdot \sin(\alpha)$$

$$\Phi_{\text{vippgitter}}(x) = 2k \cdot x \cdot \sin(\beta)$$

Til sist settes:

30

$$\Phi_{\text{Reflekterende}}(x) = \Phi_{\text{Gitter}} + \Phi_{\text{vippFelt}} + \Phi_{\text{vippGitter}}$$

Tilsvarende for det som er angitt på fig. 16 får man:

35

$$\Phi_{\text{gitter}}(x) = k \cdot (n-1) \cdot \text{Pr}(x)$$

Vippingen av det innfallende felt (henholdsvis gitteret) vil ha følgende virkninger:

$$\Phi_{vippFelt}(x) = k \cdot x \cdot \sin(\alpha)$$

$$\Phi_{vippFelt}(x) = -k \cdot x \cdot \sin(\beta)$$

5

Til sist får man:

$$\Phi_{Transmisjon}(x) = \Phi_{Gitter} + \Phi_{vippFelt} + \Phi_{vippGitter}$$

10 Det vil bemerkes at fortegnene for refleksjonstilfellet er de motsatte av transmisjonstilfellet, ettersom forplantningen er mot de negative z verdier.

Setter man dette opp i en sammenstilling i brøkkform, der $n \approx 1,5$, får man følgende :

$$15 \quad \frac{\Phi_{\text{Re fl. gitter}}}{\Phi_{\text{Transm. gitter}}} = \frac{2 \cdot k \cdot \text{Pr}(x)}{(n-1) \cdot k \cdot \text{Pr}(x)} = \frac{2}{n-1} \approx 4$$

Av dette vil man kunne slutte at den samme gitterprofil $\text{Pr}(x)$ genererer en fasefunksjon $\Phi(x)$ som er fire ganger større i det reflektive gitter enn for transmisjonsgittertilfellet.

En vippevinkel θ av transmisjonsgitteret vil forskyve spektrumet med en vinkel mindre enn θ , mens en vinkelvipping med vinkel θ for gittertilfellet med reflekterende gitter vil forskyve spektrumet gjennom en vinkel 2θ . Skanderingen i bølgelengde krever således en vipping for et transmisjonsgitter som er mer enn to ganger større enn for et reflekterende gitter. Således vil det være fordelaktig for foreliggende oppfinnelse å anvende prinsippet med reflekterende gitter, selv om en gitterløsning for diffraktivt, optisk element basert på transmisjon selvsagt også er tenkelig.

På fig. 15 og 16 er det innfallende lysfeltet angitt med bokstavene IF og det optiske elementet eller gitteret angitt med henvisningen DOE.

30 Vipping av det diffraktive, optiske elementet kan eksempelvis skje ved hjelp av en konstruksjon som vist på fig. 37. En spole 45 eksiteres av en pulserende eller periodisk varierende spenning U og vil påvirke et anker 46 som er festet til en vippbar plate 47 på hvilken det diffraktive, optiske elementet, her betegnet med henvisningstallet 48, er festet. På denne måten vil det diffraktive, optiske elementet 48 vippe om vippepunkter 49, 49'.

35

Det er selvfølgelig mulig å tenke seg alternative løsninger til det som er vist på fig. 37, for eksempel ved bruk av et piezoelektrisk element som kan bevirke en vippebevegelse, eller at det diffraktive, optiske elementet 48 er festet til en kondensatorplate som utsettes for vibrasjoner.

Som tidligere antydnet vil det være tjenlig å anvende et parti av en Fresnel-soneplate som befinner seg forskjøvet vekk fra Fresnel-soneplaten optiske akse for å kunne oppnå diffraksjon.

10

På fig. 18 er vist bølgelengdefokus avhengighet for Fresnel-soneplate. Strålene er opp-
 tegnet kun for den del av Fresnel-soneplaten som er beliggende vekk fra dens optiske
 akse. Det kan her tas utgangspunkt i et fokalplan med bølgelengde $1,7 \mu\text{m}$ (plan 1 på
 fig. 18). I dette plan vil bølgelengden lik $1,7 \mu\text{m}$ fokusere på den optiske aksene, mens
 bølgelengdene lik $1,6 \mu\text{m}$ og $1,8 \mu\text{m}$ er noe defokuserte og akseforskjøvet. Det kan her
 konkluderes med at den akseforskjøvne delen av Fresnel-soneplaten virker som et spre-
 dende element med en fokuserende virkning.

På fig. 19 er vist hvorledes intensitetsfordelingen i planet 1 for forskjellige bølgeleng-
 der vil vise seg, idet det anvendes en 3 mm akseforskjøvet del av Fresnel-soneplaten.
 Den integrerte energi på en detektor i bølgelengdeområdet $1,64 \mu\text{m} - 1,76 \mu\text{m}$ er kon-
 stant på det som fremgår av fig. 19. Dersom eksempelvis et $3 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ element op-
 timalisert for $1,7 \mu\text{m}$ anvendes, vil intensiteten nødvendigvis bli redusert på andre bøl-
 gelengder. De stiplede firkanter på fig. 19 angir detektorer, hvis størrelse kan utgjøre ca.
 $300 \times 300 \mu\text{m}^2$. Detektorstørrelsen som her er antydnet vil begrense oppløsningen til 25
 nanometer. En mindre detektor vil nødvendigvis gi en høyere oppløsning på den angitte
 bølgelengde lik $1,7 \mu\text{m}$. De angitte verdier er således kun å oppfatte som eksempler til
 belysning av disse aspekter ved oppfinnelsen.

Et slikt diffraktivt, optisk element er vist i nærmere detalj på fig. 20 og 21 der typiske,
 men for oppfinnelsen ikke-begrensede, dimensjoner er angitt. Det foreligger to reflek-
 tive plan 50, 51 i tilknytning til det diffraktive, optiske elementet 52. De to reflektive
 plan 50, 51 for respektive referansemarkeringer $1,6 \mu\text{m}$ og $1,8 \mu\text{m}$ i det valgte eksempel
 virker i realiteten som speil. Deres helninger beregnes slik at lyset som reflekteres på
 disse plan vil fokusere på stedet for $1,6 \mu\text{m}$ og $1,8 \mu\text{m}$ strålene. Det er også mulig her å
 tenke seg at det diffraktive, optiske elementet eller gitteret kunne forsynes med grave-
 ring på et konkavt substrat 53 for å danne et gitter 56 eller optisk element, og der sub-

stratet konjugerer en lysslisse 57 til detektoren (ikke vist), se fig. 22. Avstanden mellom lysslissen og gitteret er i det valgte eksempel vist å være $d = 50$ mm og det konkave substratets radius bør være dermed 50 mm. Med en slik løsning blir man kvitt en mellomliggende linse, og de reflektive plan 50, 51 som vist på fig. 20 og 21 blir således her

5 vippede, konkave speil. På fig. 24 er vist konstruksjonen som beskrevet i forbindelse med fig. 20 og 21 der det vil sees at det spektrum som avbildes ved hjelp av de reflektive plan for referansene $1,6 \mu\text{m}$ og $1,8 \mu\text{m}$ får angitt referanser ved visse deler av nevnte spektrum, slik at en detektor helt entydig kan bestemme hvor i nevnte spektrum det eksempelvis finnes en signaltopp. Det vil her sees at det er tatt i bruk en linse 58,

10 hvilken ble unngått med den løsning som ble vist på fig. 22. For et reflekterende diffraktivt, optisk element innenfor området $1,6$ til $1,8 \mu\text{m}$ og for et gitt gitter eller element, vil det spektrum som i alminnelighet oppnås fremkomme som angitt på fig. 22. Selv om det i og for seg er mulig å bruke reflektive plan 50, 51 i tilknytning til et diffraktivt, optisk element, er det også mulig å tenke seg at man kan anvende sfæriske speil eller

15 Fresnel-soneplate senterområde for å tilveiebringe de nevnte referanser for $1,6 \mu\text{m}$ og $1,8 \mu\text{m}$ i det valgte eksempel. Det diffraktive, optiske elementet for frembringelse av ønsket spektrum vil ligge akse-forskjøvet i forhold til en ideell Fresnel-soneplates optiske akse. Dette fremgår noe mer av fig. 25. Referanseelementene er på fig. 25 angitt med henvisningstallet 59 og det diffraktive, optiske elementet som er akseforskjøvet er

20 angitt med henvisningstallet 60. Dersom det for referanseelementene 59 anvendes sfæriske speil vil det ha en fordel ved at slike speil er akromatiske. Fig. 26 viser i denne forbindelse diffraksjonsmønsteret for en sentral Fresnel-soneplate som virker som referanse for λ i området $1,2 - 2,0 \mu\text{m}$ og med oppløsning lik ca. 30 nanometer.

25 Den totale referanseintensitet vil være summen av samtlige av disse bidrag og vil ha sin toppintensitet tilsvarende intensiteten for den sentrale strålen ved $\lambda = 1,7 \mu\text{m}$ (se fig. 19). Plottingen på fig. 19 blir nå slik den fremtrer på fig. 27, dvs. med tydelige markeringer for henholdsvis bølgelengdene $1,6 \mu\text{m}$ og $1,8 \mu\text{m}$. Ved å lage en mosaikk av forskjellige elementer er det mulig å gjøre intensitetsfordelingen mer ensartet. Ulempene

30 med en slik løsning er imidlertid en mer asymmetrisk fordeling av hver bølgelengde, hvilket betyr at eksempelvis $\lambda = 1,8 \mu\text{m}$ vil ha små bidrag fra $1,77 \mu\text{m}$ og $1,83 \mu\text{m}$. Det vil være mulig å redusere intensiteten ved å brette ut den spredende virkning i x-akseretningen for et diffraktivt, optisk element som eksempelvis er $1 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ i dimensjon og likeledes den geometriske virkning av å anvende en 10 mm del av en Fresnel-soneplate på y-akse retningen, slik at intensitetsreduksjonen kan beregnes. Dersom et slikt

35 element optimaliseres for eksempelvis $1,7 \mu\text{m}$, vil intensiteten ved $1,6$ og $1,8 \mu\text{m}$ kunne reduseres til 50%. Dette kan verifiseres ved å beregne mengden av energikjeglen som

geometrisk treffer detektoren i y-retning, ettersom forskjellige bølgelengder har forskjellige fokallengder i y-retningen. For å redusere variasjonen blir 3 forskjellige elementer, hver 1 mm og med forskjellige konstruksjonsbølgelengder, sammensatt i en mosaikk. Reduksjonen ved 1,6 og 1,8 mikrometer vil da være kun 15%, hvilket gir en

5 temmelig flat reaksjon over det bølgelengdeområdet som er av særlig interesse. I likhet med det som er tidligere beskrevet kan det optiske elementet være vipbart i minst første plan, slik at nevnte minst ene detektor som vil inngå ved elementets vipping bevirkes til å detektere suksessivt forskjellige spektralområder i nevnte spektra eller et sammensatt spektrum. Et sammensatt spektrum kan oppnås ved bruk av flere diffraktive, optiske elementer 60, 61. Dette kan være en fordel for å oppnå et mest mulig ens-

10 artet spektrum over det aktuelle bølgelengdeområdet. Som et alternativ kan den nevnte minst ene detektor, slik som eksempelvis detektoren 62 vist på fig. 24, være bevegelig langs nevnte spektra eller sammensatt spektrums spektralbånd. Imidlertid vil det, slik som antydnet tidligere være noe mer foretrukket å anvende et vipbart, optisk element, i

15 stedet for forflytning av detektor.

På fig. 28 og 29 betegner IV usynlig spekter, mens V betegner synlig spekter. For de to primære, alternative utførelser av oppfinnelsen kan de nevnte spektra ligge i et usynlig og/eller et synlig spektralområde. De nevnte spektra kan således være valgt fra gruppen

20 bestående av: usynlige, innbyrdes adskilte spektra; synlige, innbyrdes adskilte spektra, usynlige, tilgrensende eller delvis overlappende spektra; synlige, innbyrdes tilgrensende eller delvis overlappende spektra; synlige og usynlige, adskilte spektra, og usynlige og synlige, innbyrdes tilgrensende eller delvis overlappende spektra.

25 Ved eksempelvis fargedeteksjon for å kunne detektere sammensatte farger i det synlige spekter V, kan det være fordelaktig å anvende minst to overlappende, synlige spektra, slik som antydnet på fig. 28f. Dette kan for eksempel tilveiebringes ved å anvende to innbyrdes justerbare, diffraktive optiske elementer.

30 I tilknytning til eksempelvis synlige spektrum, for eksempel for fargedeteksjon kan det være fordelaktig å anvende flere detektorer 38, mens det i det usynlige spektrum kan anvendes et færre antall detektorer 39, slik som angitt på fig. 29.

35 Praktiske løsninger i tilknytning til den foreliggende oppfinnelse skal nå nærmere beskrives under henvisning til fig. 30-34.

På fig. 30 er vist en lyskilde 63 som kan stråle mot et reflekterende element 64 for foku-
sering av lyset mot en lysslisse 65 i et apparatus 66 der lyset i det valgte, ikke-begren-
sende eksempel treffer en linse 67 og går mot det dispersive, optiske elementet 68,
hvorfra lys føres mot en detektor 69. Linsen 67 og elementet 68 kan eventuelt være er-
5 stattet av et dispersivt, fokuserende, diffraktivt element (DOE). Slissen 65 vil fortrinns-
vis ha en liten dimensjon, eksempelvis, men ikke begrensende, i størrelse 0,3 x 3 mm.
Det er også tenkelig å la slissen erstattes av en firkantet, polygon, rund eller ovalt for-
met apertur. Særlig anvendelse av denne løsning kan være aktuell i tilknytning til utfø-
relsen vist på fig. 12 – 15. Detektoren 69 kan eksempelvis ha en dimensjon lik 0,3 mm.
10 Selve huset 66 kan for eksempel ha en dimensjon lik 60 mm x 10 mm selv om dette
ikke skal på noen måte oppfattes i begrensende henseende. For å kunne begrense lys-
spredning er det, som vist på fig. 31, plassert ledeplater 70 i huset 66.

For å kunne vippe det diffraktive, optiske elementet om en vippeakse 71 er det, som vist
15 på fig. 31, tilveiebragte et piezoelektrisk element 72 ved en andre ende av elementet 68,
slik at ved eksitering av elementet 72 vil elementet 68 vippe om punktet 71. I lysbanen
mellom lyskilden 63, 64 og detektoren 69 kan det innføres et gjennomiktig eller gjen-
nomskinnelig medium for eksempel fluid eller gjenstand 73. Det eller de spektra som
fremvises og detekteres av detektoren 69 vil her være en funksjon av nevnte mediums
20 73 lysabsorpsjonsegenskaper.

En variant er skissert på fig. 33 der det optiske elementet er angitt med henvisningstallet
74, lyskilden med henvisningstallet 75, apparathuset med henvisningstallet 76 og detek-
toren med henvisningstallet 77. Som alternativ til lyskilden 75 kan det være anbragt en
25 eksterne lyskilde 75' vist med stiplet linje og som via en apertur 75'' i huset 76 oppnår
det samme som lyskilden 75. Lys utsendes fra lyskilden 75 via det diffraktive, optiske
elementet 74 via en slisse 78 i apparathuset 76 mot et reflekterende element 79, slik at
lysstrålene som danner et spektrum treffer detektoren 77. I dette tilfellet vil det i lysba-
nen mellom det optiske elementet 74 og detektoren 77 kunne innføres et gjennomiktig
30 eller gjennomskinnelig medium 80, slik at det eller de spektra som fremvises og detek-
teres av detektoren 77 blir en funksjon av nevnte mediums 80 lysabsorpsjonsegenska-
per. For det tilfellet at det nevnte medium i stedet for å være gjennomiktig eller gjen-
nomskinnelig er i alt vesentlig lysreflekterende, slik det antydes på fig. 32, kan det i
lysbanen mellom en lyskilde 81 som får sitt lys reflektert av en reflektor 82, og det op-
35 tiske elementet 68 innføres et lysreflekterende medium 83, for eksempel fluid eller gjen-
stand. Nevnte medium 83 vil dermed reflektere lyset mot det optiske elementet 68 via
en linse 84 og slissen 65. Det eller de spektra som dermed fremvises og detekteres av

detektoren 69 vil være en funksjon av nevnte mediums 83 lysabsorpsjons- og/eller lysrefleksjonsegenskaper, og/eller nevnte mediums luminescens- eller reemisjonsegenskaper.

- 5 I tilknytning til utførelsen vist på fig. 30 og 33 vil det forstås at ikke bare lysabsorpsjonsegenskaper kan være detekterbare, men også lysrefleksjonsegenskaper.

Ved de løsninger som er vist på fig. 30-33 kan det tenkes at det eller de spektra som fremvises kan eventuelt være en funksjon av det nevnte mediums luminescens- eller
10 reemisjonsegenskaper. I denne forbindelse tenkes det her særlig på at nevnte medium kan være en celleholdig væske.

Imidlertid er det også mulig å tenke seg at det nevnte medium kan utgjøres av minst ett av følgende elementer: gass, biologisk materiale, sammensatt avfall, fluider, medi-
15 sinske prøver og preparater, matvarer, papirprodukter, treprodukter, metaller og/eller legeringer derav, plastmaterialer, glass eller gjenstand av plast eller glass, f.eks. drikkevareemballasje.

I det tilfellet som er vist på fig. 33 er det også mulig å forestille seg at det nevnte me-
20 dium kan være eksempelvis en gass, slik at huset 76 for eksempel fylles av denne gassen. I dette tilfellet vil det særlig være gassens absorpsjonsegenskaper som vil være av interesse.

Det er også mulig å forestille seg at man i stedet for å bevege det diffraktive, optiske
25 elementet, slik som elementet 85, vist på fig. 34, i lysbanen mellom lysgiver 86 og detektor 87, tilveiebringer et vipbart speil 88. Speilet 88 er ved et første endeparti dreibart anordnet ved et dreiepunkt 89 og ved en andre ende forbundet eksempelvis med et piezoelektrisk element 90 som ved eksitering vil bevirke speilet 88 til å kunne vippe om punktet 89. Det er her selvsagt mulig å tenke seg at med noen små modifikasjoner
30 kan lysgiveren 86 og detektoren 87 bytte plass uten at det vil påvirke måleresultatet vesentlig. Det er således mulig å tenke seg at vipbart speil kan være anbragt i lysbanen mellom lysgiveren 86 og det diffraktive, optiske element 85 og/eller mellom det diffraktive optiske element 85 og detektoren 87.

- 35 Fig. 35 og 36 anskueliggjør prinsippet for vipping og ev. dreining av et optisk element 91. Ved vipping elementet 91 i pilretningen 92 vil spektrene 95 – 98 bevege seg i retning 92', og ved dreining av elementet i pilretningen 93 vil spektrene 95 – 98 bevege

seg i retningen 93'. Derved vil det forstås at det er mulig ved vippingen i retningen 92 å bevirke et forutbestemt område av respektivt spektrum 95 – 98 å bli suksessivt ført over en detektor 94 , mens dreining i pilretning 93 vil bevirke at et respektivt annet område av hvert spektrum 95 – 98 blir ført over detektoren når vippingen i retning 92 skjer om
 5 en vippeakse 99.

På fig. 40 er vist en lyskilde 100 som sender lys mot et flertall av diffraktive, optiske elementer 101, 102, 103 og 104 i form av Fresnel-soneplate fragmenter. Det frembringes fra hvert element et spektrum, men for enkelhets og tydelighets skyld er det kun vist
 10 to spektra 105 og 106 fra henholdsvis elementene 104 og 101. Det vil sees at spekteret 106 ligger til siden for spekteret 105 og dessuten er angitt svakere, hvilket markerer at spekteret er ute av fokus i forhold til det mørkt markerte feltet 109 som angir lysdetektor. Det sees videre at elementene 101, 102 og 103 er angitt svakere enn elementet 104, hvilket skyldes at disse tre elementer er blitt mekanisk påvirket eller optisk avblendet på
 15 slik måte at lyset fra lyskilden 100 enten vil skape et spekter som er ute av fokus eller et praktisk talt ikke synlig spekter. Dette betyr at man i realitet undersøker hvert spekter suksessivt ikke ved å vippe samtlige elementer om for eksempel y-aksen, men i stedet bringer elementene 101– 104 i slik stilling at hvert av disse suksessivt tilveiebringer ett spektrum som er i fokus, mens de øvrige da er ute av fokus, hvorved slikt spekter som
 20 er i fokus blir godt synlig for detektoren 109, mens øvrige spektre blir liggende slik at de ikke får vesentlig betydning for den deteksjon som detektoren 109 utfører.

På fig. 41 er vist en lyskilde 100 som sender lys mot et flertall av diffraktive, optiske elementer 101, 102, 103 og 104 i form av Fresnel-soneplate fragmenter. Det frembringes fra hvert element et spektrum, men for enkelhets og tydelighets skyld er det kun vist
 25 to spektra 107 og 108 fra henholdsvis elementene 101 og 104. Det vil sees at spekteret 108 ligger bakenfor spekteret 107 og dessuten er angitt svakere, hvilket markerer at spekteret er ute av fokus i forhold til det mørkt markerte feltet 109 som angir lysdetektor. Det sees videre at elementene 102 , 103 og 104 er angitt svakere enn elementet
 30 101, hvilket skyldes at disse tre elementer er blitt mekanisk påvirket eller optisk avblendet på slik måte at lyset fra lyskilden 100 enten vil skape et spekter som er ute av fokus eller et praktisk talt ikke synlig spekter. Dette betyr at man i realitet undersøker hvert spekter suksessivt ikke ved å vippe samtlige elementer om for eksempel y-aksen, men i stedet bringer elementene 101– 104 i slik stilling at hvert av disse suksessivt tilveiebringer ett spektrum som er i fokus, mens de øvrige da er ute av fokus, hvorved slikt
 35 spekter som er i fokus blir godt synlig for detektoren 109, mens øvrige spektre blir ligg-

ende slik at de ikke får vesentlig betydning for den deteksjon som detektoren 109 utfører.

På fig. 42 er angitt diffraktive, optiske elementer 110, 111 (henholdsvis DOE1 og DOE2) som hver ligger avtettet mot et respektivt trykkammer 112, 113 der det kan med tidsmessig mellomrom tilføres for eksempel et respektivt undertrykk $-\Delta P1$ og $-\Delta P2$, slik at et spektrum som skapes av for eksempel elementet 110 bringes ut av fokus når et undertrykk tilføres kammeret 112, samtidig som trykkammeret 113 har nominelt trykk, slik et spekter tilveiebragt av elementet 111 da vil ligge i fokus for detektoren 109 for den del av spekteret som skal undersøkes.

Tilsvarende resonnement gjelder for utførelsen på fig. 43 der de diffraktive, optiske elementer (henholdsvis DOE1 og DOE2) er betegnet med 114 og 115. I dette tilfellet bruker man i stedet for trykkamre elektrisk aktiverbare innretninger 116 og 117 som ved tidsmessig sett forskjellig tilførsel av drivspenning $\Delta V1$ og $\Delta V2$ bevirker for eksempel nedbøyning av det respektive element. Innretningene 116 og 117 kan for eksempel utgjøres av piezoelektriske elementer eller elektrostatiske virkende elementer, hvorved nedbøyning eller oppbøyning av de optiske elementene vil finne sted avhengig av tilført drivspenning. Ved bruk av elektrostatiske prinsipp vil én del av slik innretning være festet til det optiske elementet, mens en andre del vil være festet til en basis 126. Ved bruk av piezoelektrisk element vil dette ligge mellom det optiske elementet 114, 115 og basisen 126. Dersom det optiske elementet eksempelvis understøttes kun ved én kant og ved en andre kan bæres av nevnte innretning, kan det optiske elementet i realitet vippe i forhold til x- eller y-aksen, hvilket betyr at det er mulig enten å forskyve det spekter som frembringes sideveis eller i spekterets langsgående retning. Dette kan være effektivt enten for teste forskjellig fargekombinasjoner ved i lengderetning delvis overlappende spektra, eller for å bringe et spektrum utenfor et deteksjonsfelt.

På fig. 44 er antydnet diffraktive, optiske elementer (henholdsvis DOE1 og DOE2) betegnet med 118 og 119. I dette tilfellet er elementene overdekket av lysventiler LV1 og LV2, betegnet med henvisningstallene 120 og 121. Lysventilene aktiveres (adresseres) tidsmessig forskjellig, slik at kun ett av elementene av gangen blir i stand til å skape et spektrum når det belyses fra en lyskilde.

I de tilfeller der det kan være gunstig å vurdere samtidig både IR spektrum og farger vil det være hensiktsmessig å bruke flere detektorer. Et eksempel på dette er gitt på fig. 12 og 14 der det er lagt til minst én ytterligere detektor 16", henholdsvis 29" som ligger

utenfor detekteringsfeltet 17, henholdsvis 30. Det er også mulig å tenke seg at detektorne kan ligge i forskjellige y-posisjoner på grunn av forskjellig fokuseringsforskjell på IR relatert spektrum og typisk fargespektrum.

- 5 Den løsning som er vist på fig. 41, der de forskjellige, frembringbare spektra ville ligget tilnærmet overlappet hverandre dersom samtlige elementer 101 – 104 hadde gitt likt fokuserte spektra samtidig, muliggjør i realitet at mange mulige fargekombinasjoner av eksempelvis et medium, slik som en gjenstand, kan granskes ved å kombinere to eller flere spektra, dvs. at minst to elementer tilveiebringer hver sitt spektrum som overlappes hverandre , men som er innbyrdes forskjøvet.
- 10

P a t e n t k r a v

1.

Anordning for bruk ved spektroskopi, omfattende et diffraktivt optisk element, en lyskilde som utsender bredbåndet lys mot det optiske elementet, samt minst én detektor som mottar lys som går via det optiske elementet fra lyskilden,

k a r a k t e r i s e r t v e d

- at det diffraktive, optiske elementet har et flertall av diffraktive, dispersivt fokuserende mønstre som danner én mønsterflate eller flere samvirkende, men ikke overlappende mønsterflater og hvis respektive sentra er innbyrdes todimensjonalt forskjøvet for å tilveiebringe et flertall av spektra, der minst to spektra er valgt fra gruppen bestående av: a) separate spektra som er innbyrdes forskjøvet, b) separate spektra som er delvis overlappende, og c) separate spektra som er innbyrdes forskjøvet og delvis overlappende, og
- at minst del av nevnte spektra avbildes på nevnte minst ene detektor.

2.

Anordning som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at nevnte flertall av mønstre er delvis integrert i hverandre.

20

3.

Anordning som angitt i krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d

- at det optiske elementet er vipbart om minst en første akse, slik at nevnte minst ene detektor ved elementets vipping bevirkes til å detektere et første sett av forskjellige spektralområder i respektive av nevnte separate spektra.

25

4.

Anordning som angitt i krav 3, k a r a k t e r i s e r t v e d

- at det optiske elementet er vipbart om en andre akse som er ortogonal på den første aksen, slik at nevnte minst ene detektor ved nevnte vipping bevirkes til å detektere minst et andre sett av forskjellige spektralområder i respektive av nevnte separate spektra.

30

35 5.

Anordning som angitt i krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d

- at nevnte minst ene detektor er bevegelig på tvers av nevnte separate spektras spektralbånd.

6.

5 Anordning som angitt i krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d

- at nevnte minst ene detektors posisjon er justerbar i retning langs nevnte spektralbånd.

7.

10 Anordning som angitt i krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t

v e d at lyskildens posisjon er justerbar i retning langs nevnte spektralbånd.

8.

Anordning som angitt i krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d

- 15 - at lyskilden utstråler gjennom en fast apertur, og
- at det er anordnet en roterende skive foran aperturen, idet skiven er utstyrt med minst én slisse eller et flertall av ørsmå hull, slik at lys passerer gjennom slissen eller nevnte hull samtidig som slissen eller hullene ved sin buformede plassering på skiven vandrer over aperturens lengde når skiven roterer.

20

9.

Anordning som angitt i krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d

- at lyskilden utstråler via en lysfiber som er mekanisk flyttbar, for eksempel ved eksitering av et piezo-elektrisk element som lysfiberens endeparti er festet på.

25

10.

Anordning som angitt i ett eller flere av de foregående krav,

k a r a k t e r i s e r t v e d

- at det er anordnet minst to detektorer i retningen av nevnte spektras spektralbånd.

30

11.

Anordning som angitt i krav 10, k a r a k t e r i s e r t v e d

- at utmatningen fra nevnte minst to detektorer hentes ved tidsmultipleksing.

35

12.

Anordning som angitt i krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t
v e d

- 5 - at det i lysbanen mellom lyskilden og det optiske elementet er anbragt et lysav-
bøyende element, for eksempel et vipbart speil.

13.

Anordning som angitt i krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t
v e d

- 10 - at det i lysbanen mellom det optiske elementet og detektoren er anbragt et lysav-
bøyende element, for eksempel et vipbart speil.

14.

Anordning som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d

- 15 - at mønstrene danner fragmenter, der minst ett av fragmentene er tilordnet middel
for å bevirke at fragmentet selektivt er påvirkbart mekanisk for å deformere slikt
fragment, slik at frembragt spektrum enten a) bringes ut av fokus i forhold til en
detektor, eller b) legger seg utenfor slik detektors detekteringsområde, eller c)
legger seg i fokus for en andre detektor.

20

15.

Anordning som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d

- 25 - at mønstrene danner fragmenter, der minst ett av fragmentene er tilordnet middel
for å bevirke at fragmentet selektivt er påvirkbart ved lyskontrollerende å sperre
for lysrefleksjon derfra.

16.

Anordning som angitt i krav 14 eller 15, k a r a k t e r i s e r t
v e d

- 30 - at lyskildens posisjon er justerbar i retning langs nevnte spektralbånd.

17.

Anordning som angitt i krav 16, k a r a k t e r i s e r t v e d

- 35 - at lyskilden utstråler gjennom en fast apertur, og
- at det er anordnet en roterende skive foran aperturen, idet skiven er utstyrt med
minst én slisse eller et flertall av ørsmå hull, slik at lys passerer gjennom slissen

eller nevnte hull samtidig som slissen eller hullene ved sin buformede plassering på skiven vandrer over aperturens lengde når skiven roterer.

18.

5 Anordning som angitt i krav 14 eller 15, k a r a k t e r i s e r t
v e d

- at lyskilden utstråler via en lysfiber som er mekanisk flyttbar, for eksempel ved eksitering av et piezo-elektrisk element som lysfiberens endeparti er festet på.

10 19.

Anordning som angitt i krav 17 eller 18, k a r a k t e r i s e r t
v e d

- at det i lysbanen mellom lyskilden og det optiske elementet er anbragt et lysavbøyende element, for eksempel et vipbart speil.

15

20.

Anordning som angitt i krav 17 eller 18, k a r a k t e r i s e r t
v e d

- at det i lysbanen mellom det optiske elementet og detektoren er anbragt et lysavbøyende element, for eksempel et vipbart speil.

20

21.

Anordning for bruk ved spektroskopi, omfattende et diffraktivt optisk element, en lyskilde som utsender bredbåndet lys, eventuelt via en lysspalte, samt minst én detektor
25 som mottar lys som går via det optiske elementet fra lyskilden,

k a r a k t e r i s e r t v e d

- at det optiske elementet består av minst to diffraktive, dispersivt fokuserende, optiske elementdeler som er relatert til respektive bølgelengder og som tilveiebringer minst to separate spektra eller minst to innbyrdes, delvis overlappende spektra til å gi et sammensatt spektrum,
- at optisk avbøyende midler er anbragt på eller i tilknytning til det optiske elementet for i nevnte spektrum å tilveiebringe bølgelengdeverdimarkering som angir én eller begge av øvre og nedre bølgelengdeverdi, og
- at det optiske elementet er vipbart om minst en første akse, slik at nevnte minst
30 ene detektor ved elementets vipping bevirkes til å detektere suksessivt forskjellige spektralområder i nevnte spektra eller sammensatte spektrum ved belysning
35 av det diffraktive optiske elementet.

22.

Anordning som angitt i krav 1, 2, 10 eller 21, k a r a k t e r i s e r t
v e d

- 5 - at nevnte minst ene detektor er bevegelig i retning langs nevnte spektras eller sammensatte spektrums spektralbånd.

23.

Anordning som angitt i et eller flere av de foregående krav,
k a r a k t e r i s e r t v e d

- 10 - at det er anordnet minst to detektorer i retningen (z-retning) av nevnte spektras spektralbånd.

24.

Anordning som angitt i et eller flere av de foregående krav,
15 k a r a k t e r i s e r t v e d

- at det er anordnet minst to detektorer i retningen (x-retning) på tvers av nevnte spektras spektralbånd.

25.

20 Anordning som angitt i et eller flere av de foregående krav,
k a r a k t e r i s e r t v e d

- at det er anordnet minst to detektorer i y-retning.

26.

25 Anordning som angitt i krav 23, 24 eller 25, k a r a k t e r i s e r t
v e d

- at utmatningen fra nevnte minst to detektorer hentes ved tidsmultipleksing.

27.

30 Anordning for bruk ved spektroskopi omfattende et diffraktivt optisk element, en lyskilde som utsender bredbåndet lys mot det optiske elementet, samt minst én detektor som mottar lys som går via det optiske elementet fra lyskilden,

k a r a k t e r i s e r t v e d

- 35 - at det optiske elementet består av minst to diffraktive, dispersivt fokuserende optiske elementdeler som er relatert til respektive bølgelengder og som tilveiebringer ved belysning av det optiske elementet minst to separate spektra eller minst to innbyrdes, delvis overlappende spektra til å gi et sammensatt spek-

trum, idet minst én av elementdelene er tilordnet middel for å bevirke at den selektivt er påvirkbar mekanisk for å deformere slik elementdel, slik at frembragt spektrum enten a) bringes ut av fokus i forhold til en detektor, eller b) legger seg utenfor slik detektors detekteringsområde, eller c) legger seg i fokus for en andre
 5 detektor.

28.

Anordning for bruk ved spektroskopi , omfattende et diffraktivt optisk element, en lyskilde som utsender bredbåndet lys mot det optiske elementet, samt minst én detektor
 10 som mottar lys som går via det optiske elementet fra lyskilden,

k a r a k t e r i s e r t v e d

- at det optiske elementet består av minst to diffraktive, dispersivt fokuserende, optiske elementdeler som er relatert til respektive bølgelengder og som tilveiebringer ved belysning av det optiske elementet minst to separate spektra eller
 15 minst to innbyrdes, delvis overlappende spektra til å gi et sammensatt spektrum, idet minst én av elementdelene er tilordnet middel for å bevirke at den selektivt er påvirkbar ved lyskontrollerende å sperre for lysrefleksjon derfra.

29.

20 Anordning som angitt i et eller flere av de foregående krav,

k a r a k t e r i s e r t v e d

- at nevnte spektra ligger i et usynlig og/eller et synlig spektralområde.

30.

25 Anordning som angitt i et eller flere av de foregående krav,

k a r a k t e r i s e r t v e d

- at nevnte spektra er valgt fra gruppen bestående av:
 - usynlige, innbyrdes atskilte spektra,
 - synlige, innbyrdes atskilte spektra,
 - 30 - usynlige, innbyrdes tilgrensende eller delvis overlappende spektra,
 - synlige, innbyrdes tilgrensende eller delvis overlappende spektra,
 - usynlige og synlige, atskilte spektra,
 - usynlige og synlige, innbyrdes tilgrensende eller delvis overlappende spektra.

35 31.

Anordning som angitt i et eller flere av de foregående krav,

k a r a k t e r i s e r t v e d

- at lysbanen mellom lyskilden og det optiske elementet og/eller mellom det optiske elementet og detektoren er slik anordnet at et gjennomsiktig eller gjennomskinnelig medium kan innføres i denne, og
- at det eller de spektra som fremvises og detekteres er en funksjon av egenskaper ved nevnte medium valgt fra gruppen: lysabsorpsjon, lysrefleksjon, luminescens og re-emisjon.

32.

Anordning som angitt i et eller flere av de foregående krav 1 – 31,

10 k a r a k t e r i s e r t v e d

- at lysbanen mellom lyskilden og det optiske elementet er slik utformet at et lysreflekterende medium kan innføres i denne, idet nevnte medium dermed vil reflektere lyset mot det optiske elementet, og
- at det eller de spektra som fremvises og detekteres er en funksjon av egenskaper ved nevnte medium valgt fra gruppen: lysabsorpsjon, lysrefleksjon, luminescens og reemisjon.

33.

Anordning som angitt i krav 32 eller 33, k a r a k t e r i s e r t

20 v e d

- at det gjennomsiktige eller gjennomskinnelige medium er et fluid eller en gjenstand.

34.

25 Anordning som angitt i krav 32, k a r a k t e r i s e r t v e d

- at nevnte medium er en celleholdig væske.

35.

Anordning som angitt i krav 31 eller 32, k a r a k t e r i s e r t

30 v e d

at nevnte medium utgjøres av minst ett av følgende elementer:

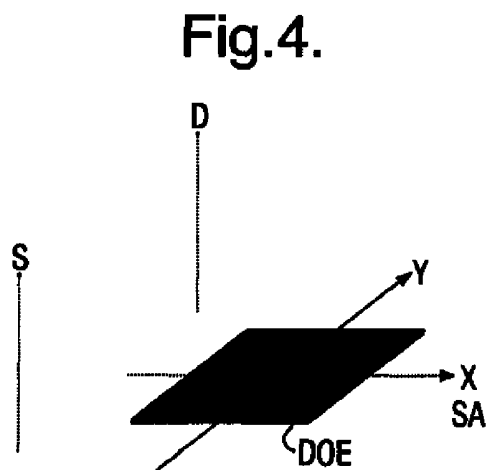
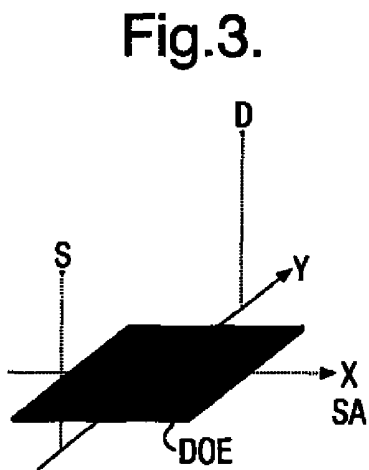
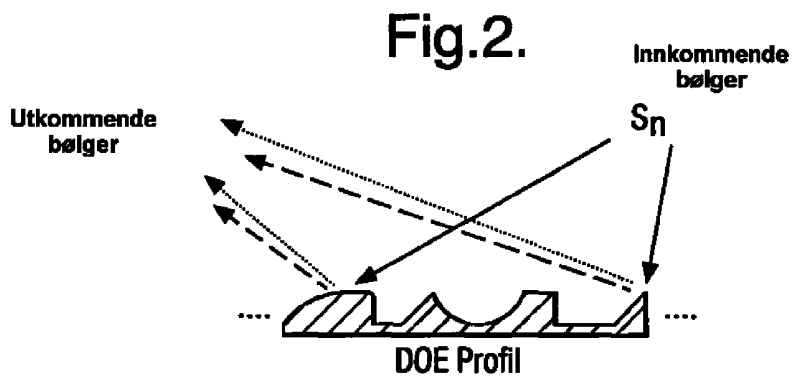
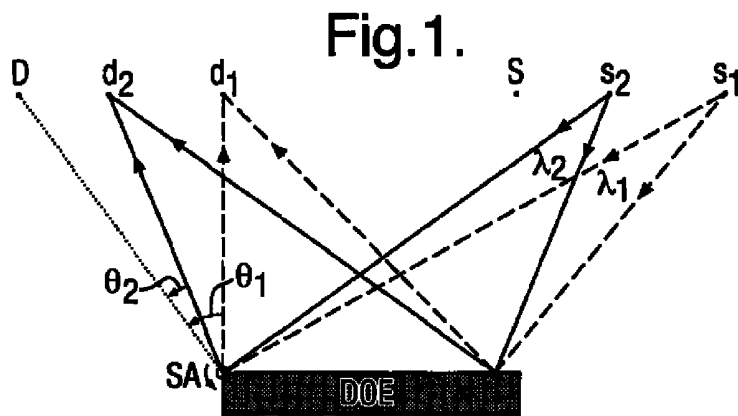
- gass,
- biologisk materiale,
- sammensatt avfall,
- 35 - fluider,
- medisinske prøver og preparater,
- matvarer,

- papirprodukter,
- treprodukter,
- metaller og/eller legeringer derav,
- plastmaterialer,
- 5 - glass,
- tre,
- gjenstand av plast eller glass, for eksempel drikkevareemballasje.

36.

- 10 Anordning som angitt i et hvilket som helst av kravene 5, 6, 10 – 14, 19 – 22 og 24 - 32,
k a r a k t e r i s e r t v e d
- at detektoren er innrettet til å betrakte nevnte minst to spektra via en lysfiber som er mekanisk flyttbar, for eksempel ved eksitering av et piezo-elektrisk element som lysfiberens endeparti er festet på.

15



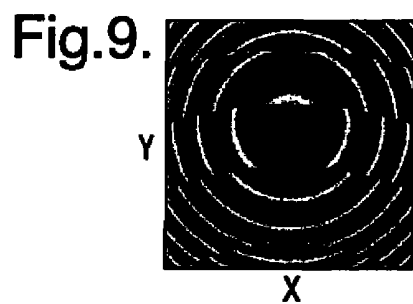
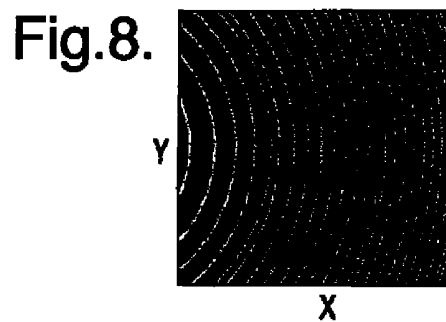
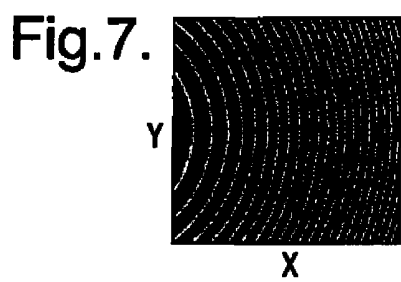
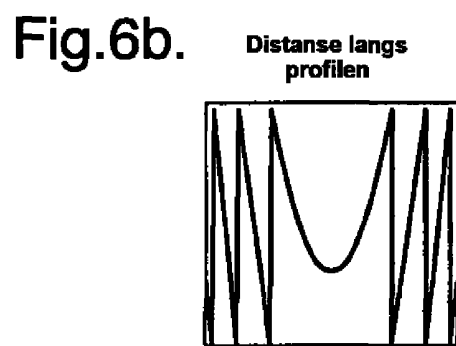
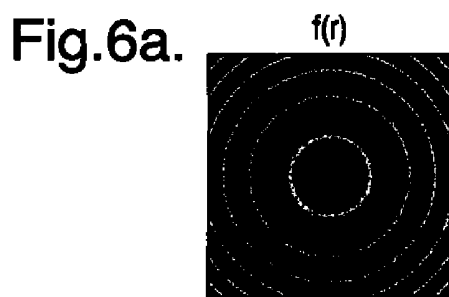
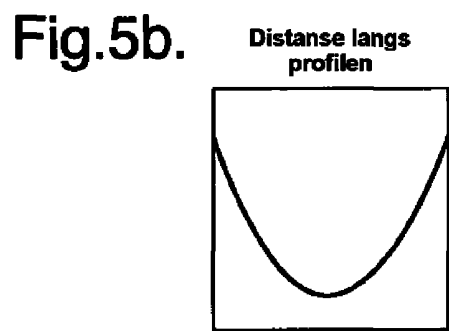
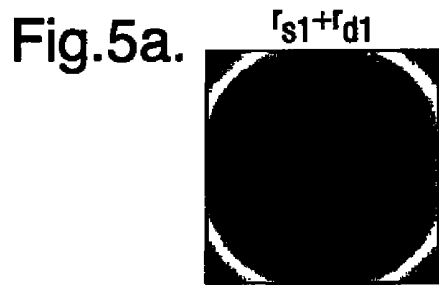
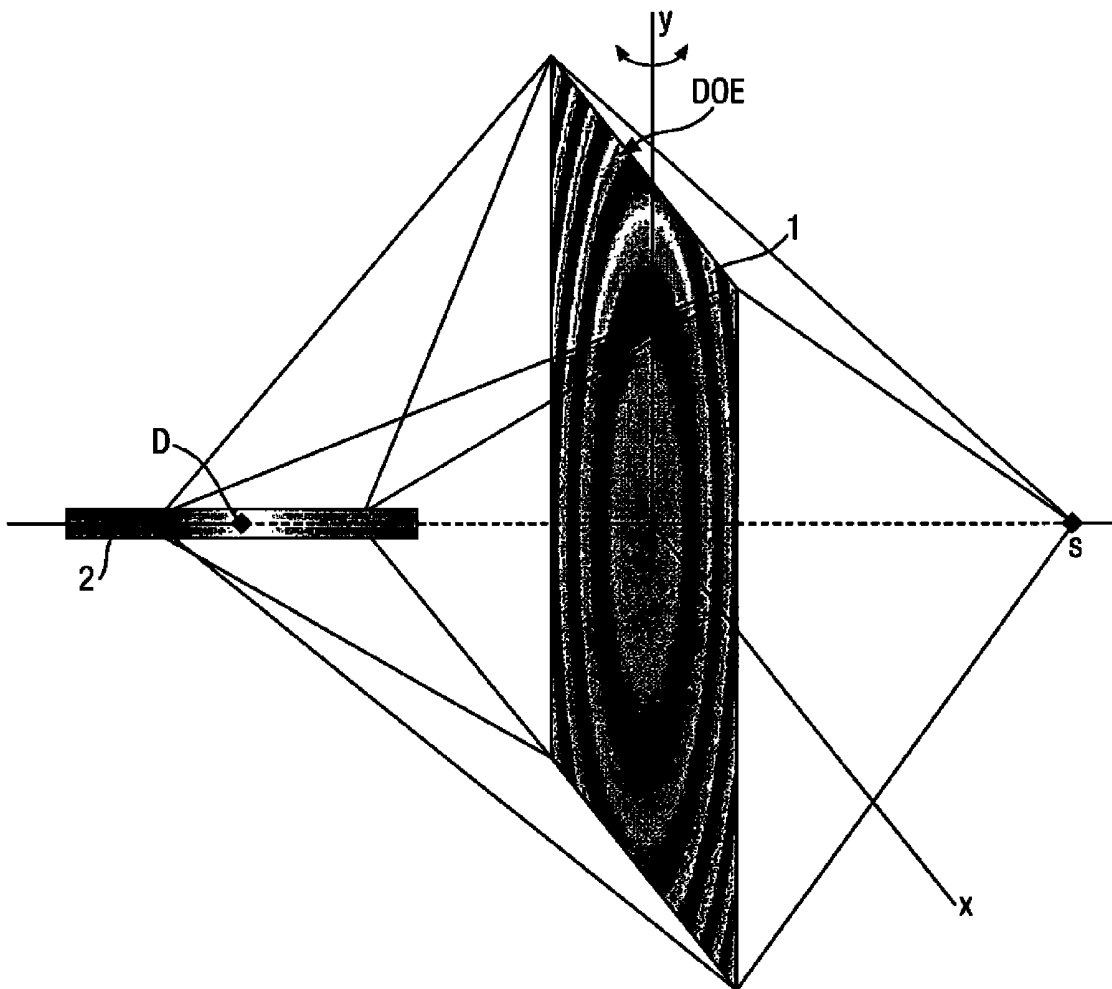


Fig.10.



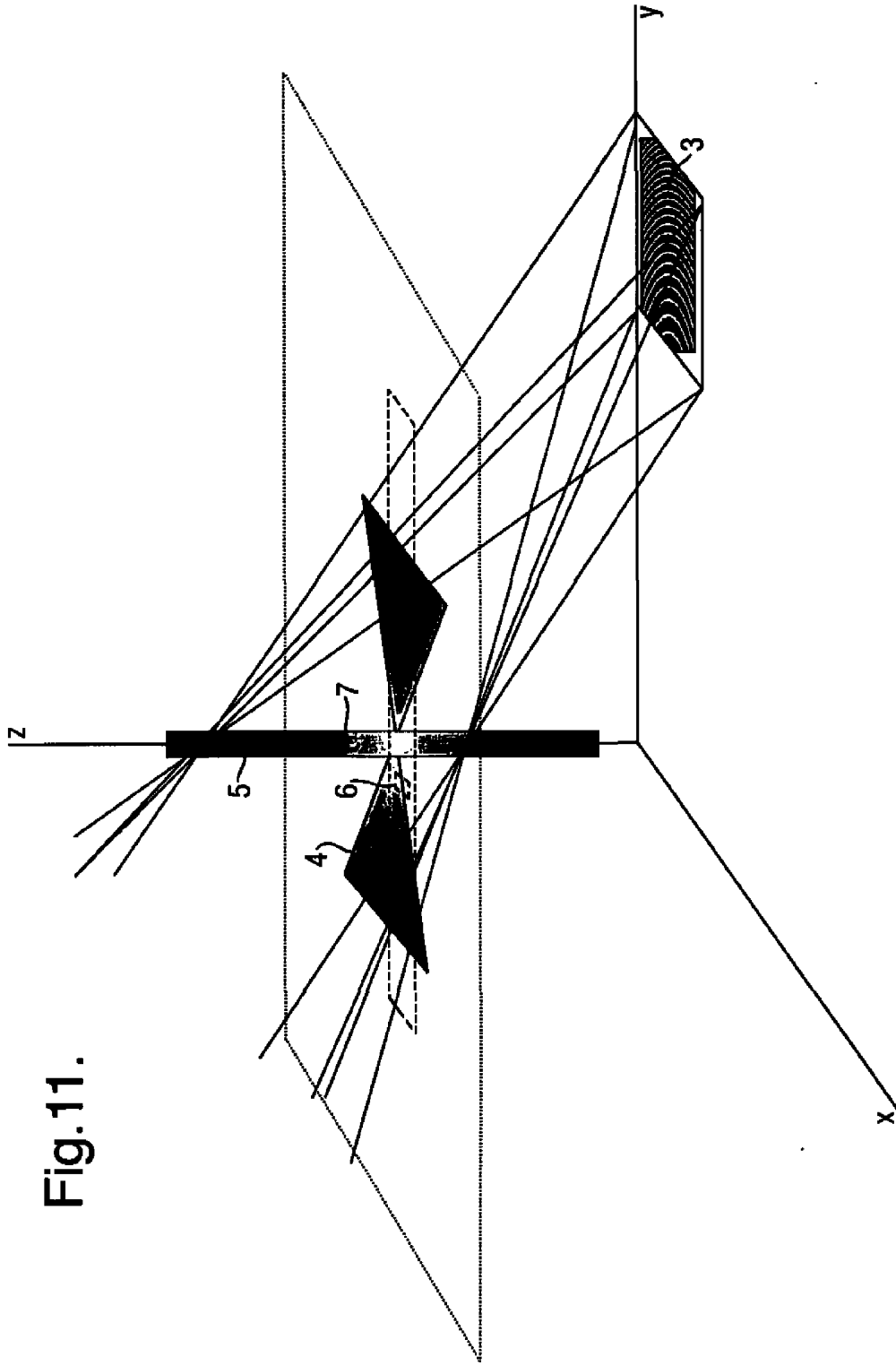


Fig.11.

Fig.12.

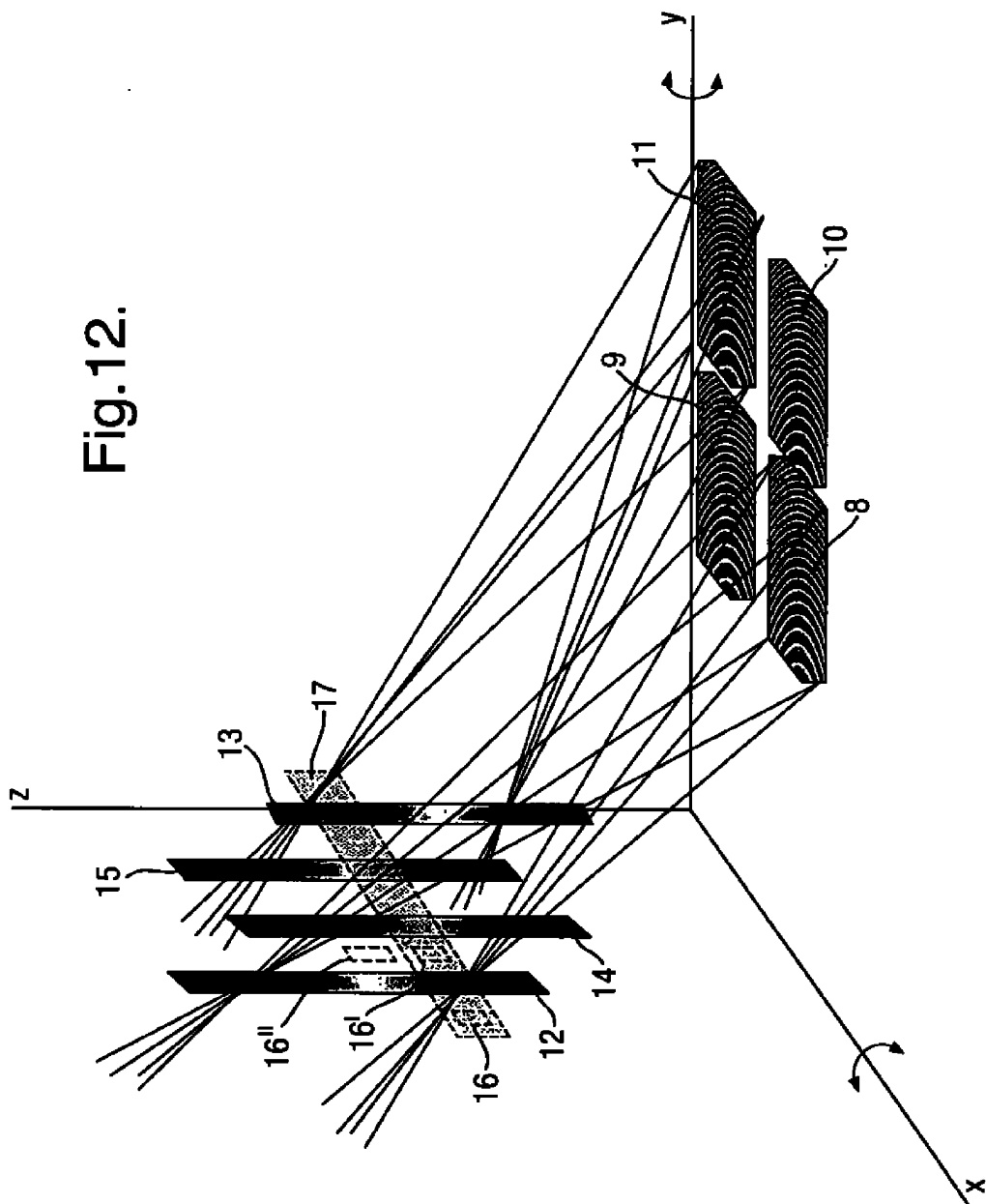


Fig.13.

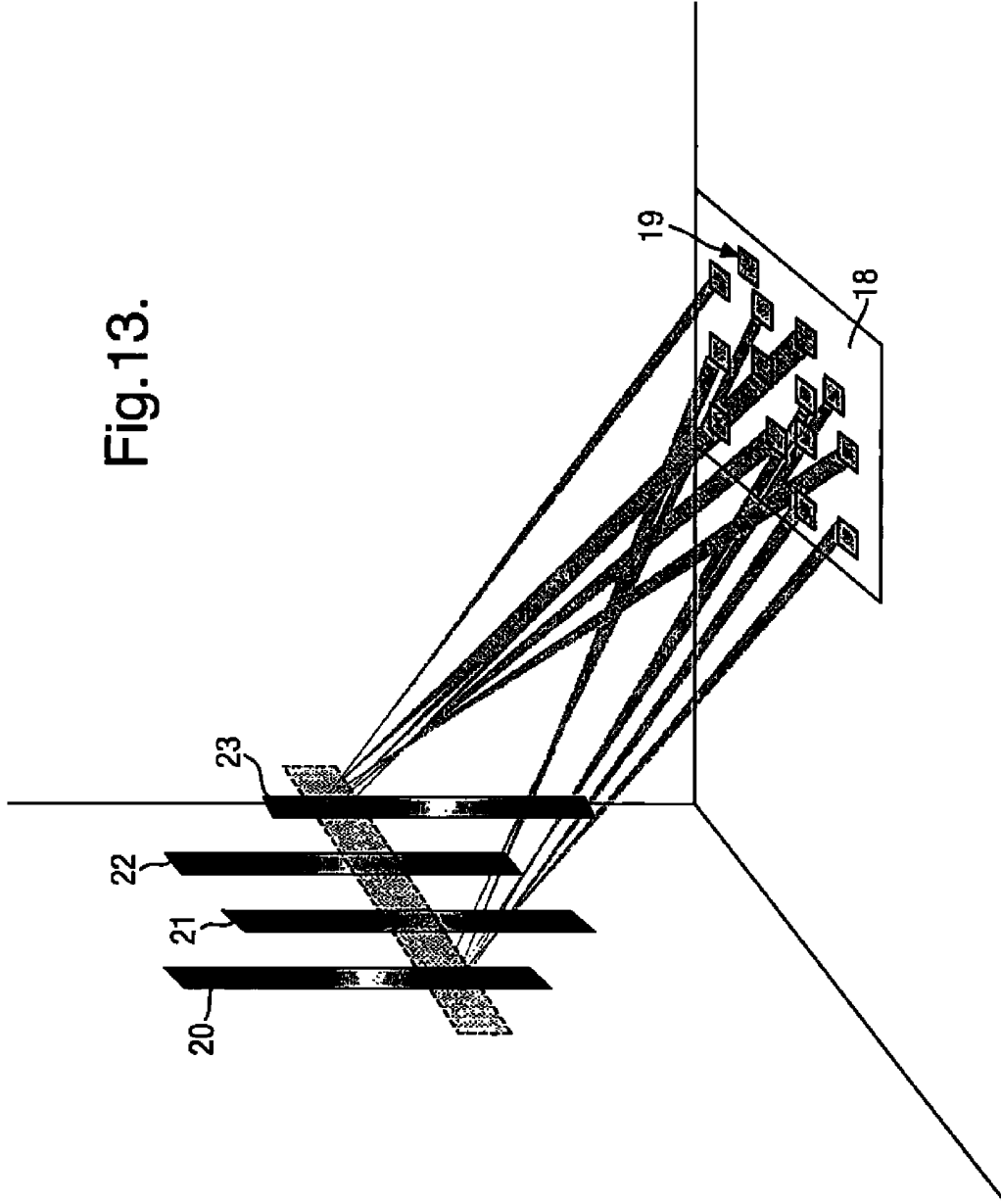


Fig. 14.

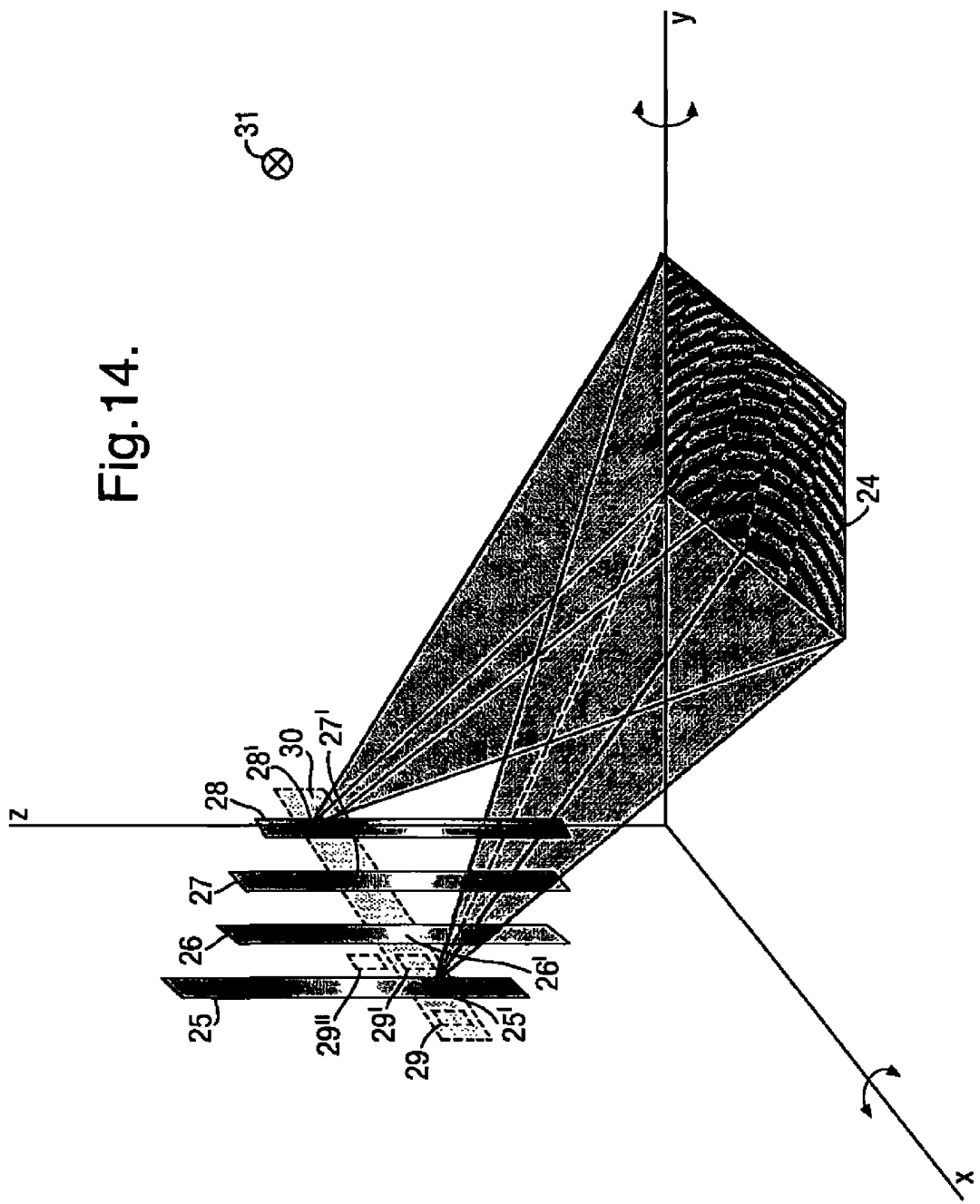


Fig.15.

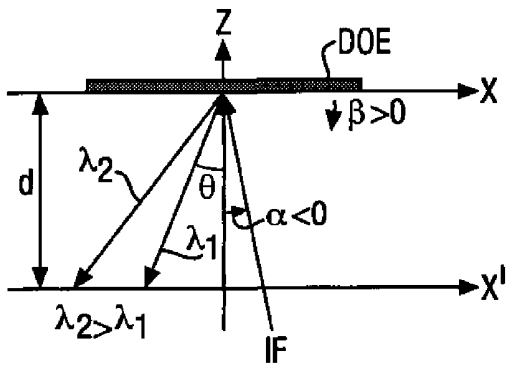


Fig.16.

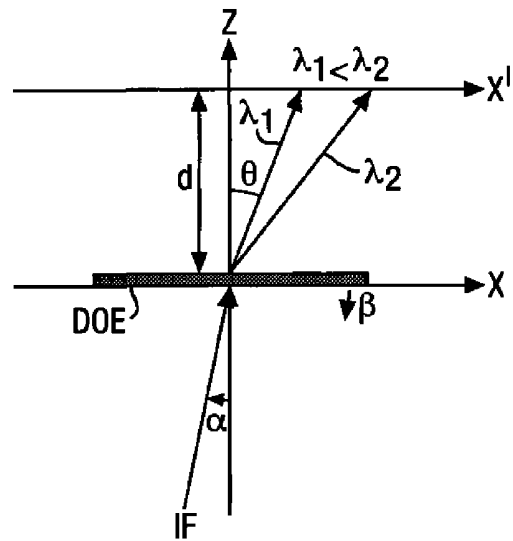


Fig.17.

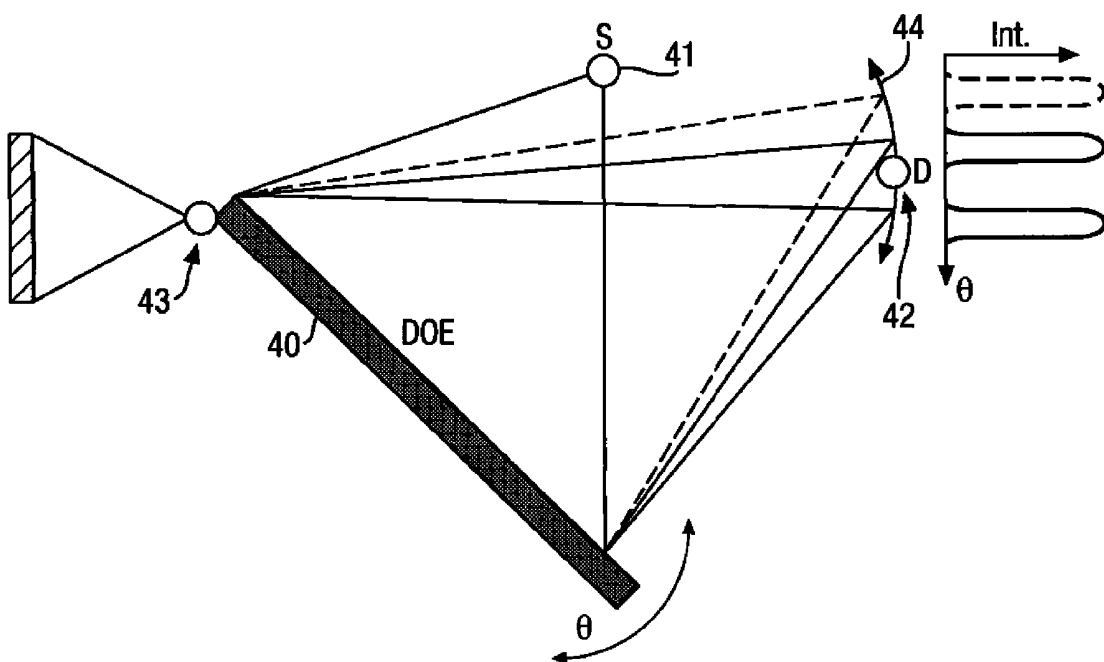


Fig.18.

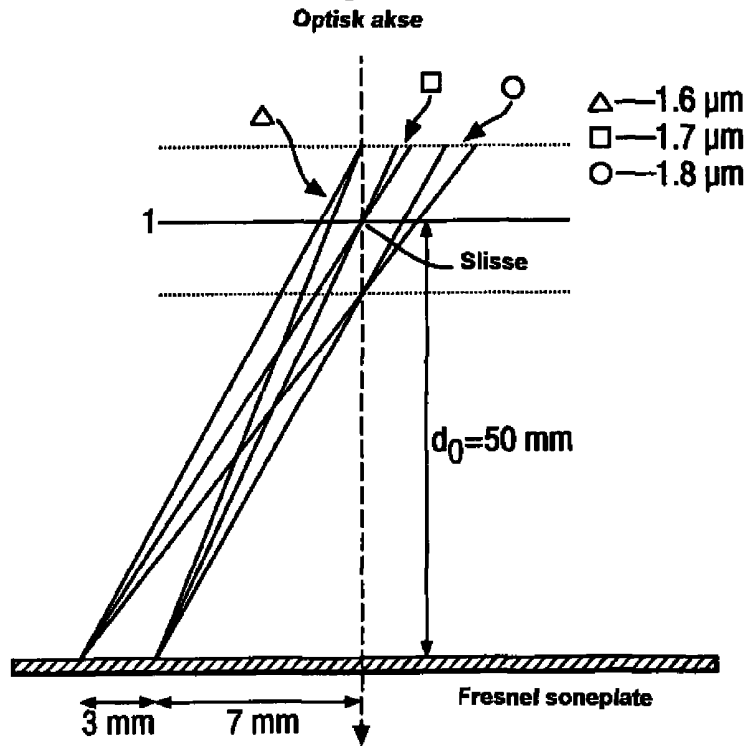
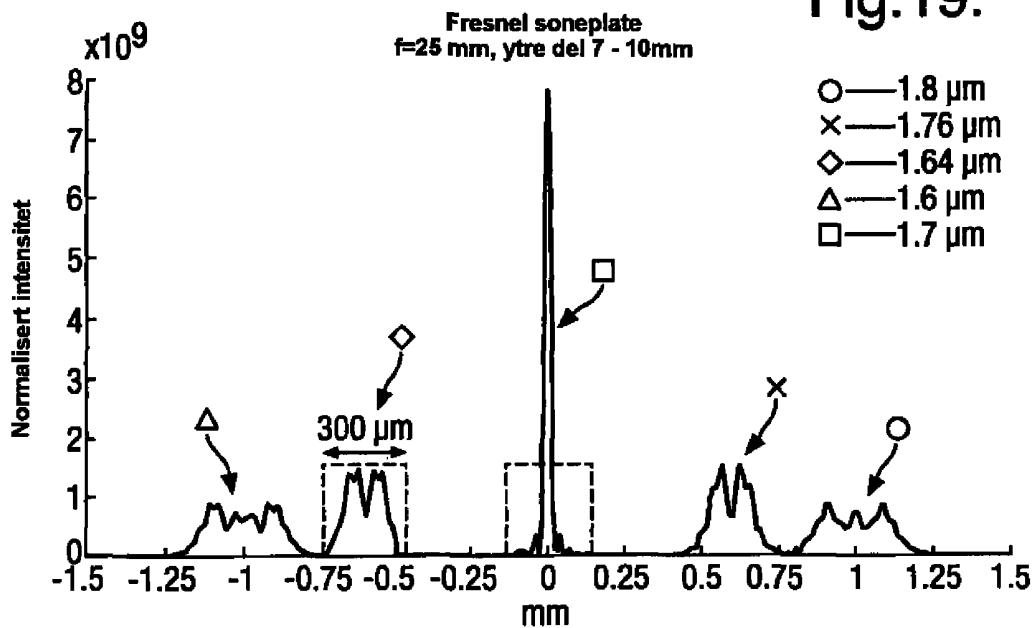


Fig.19.



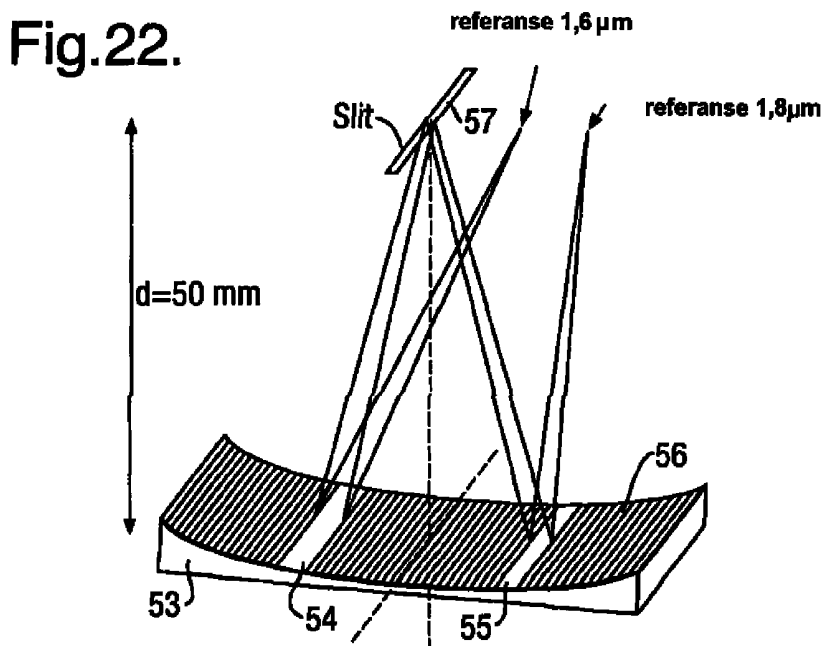
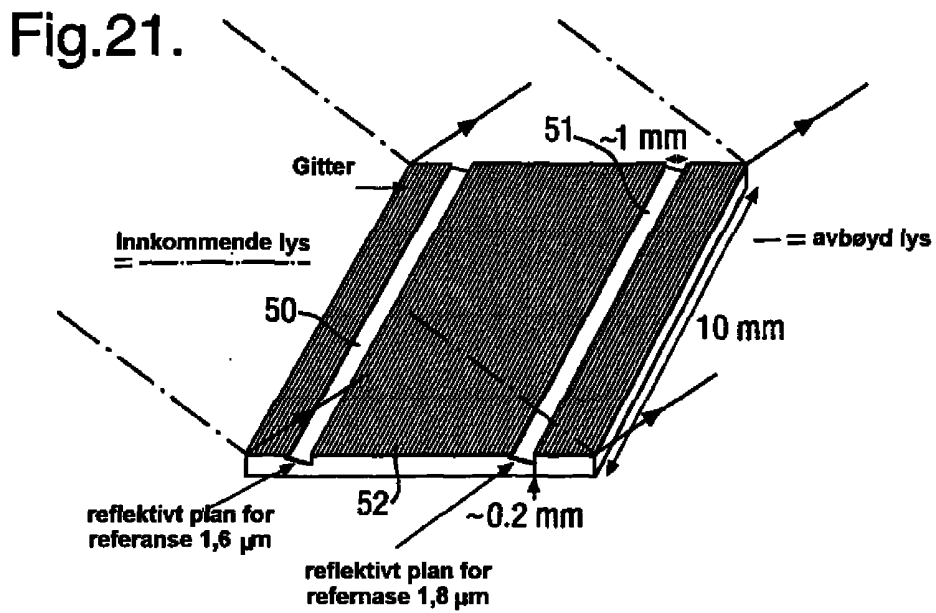
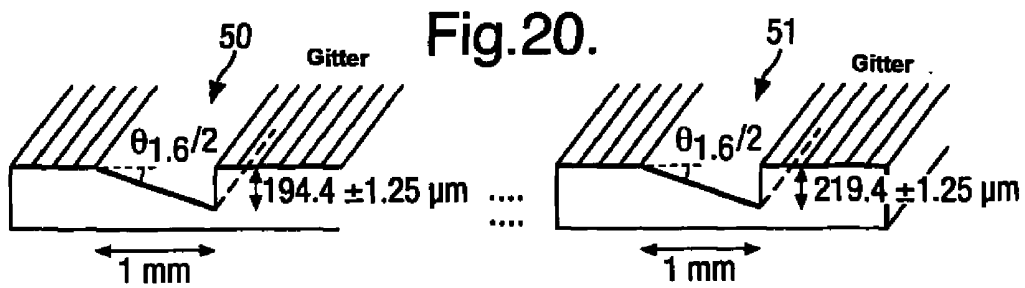


Fig.23.

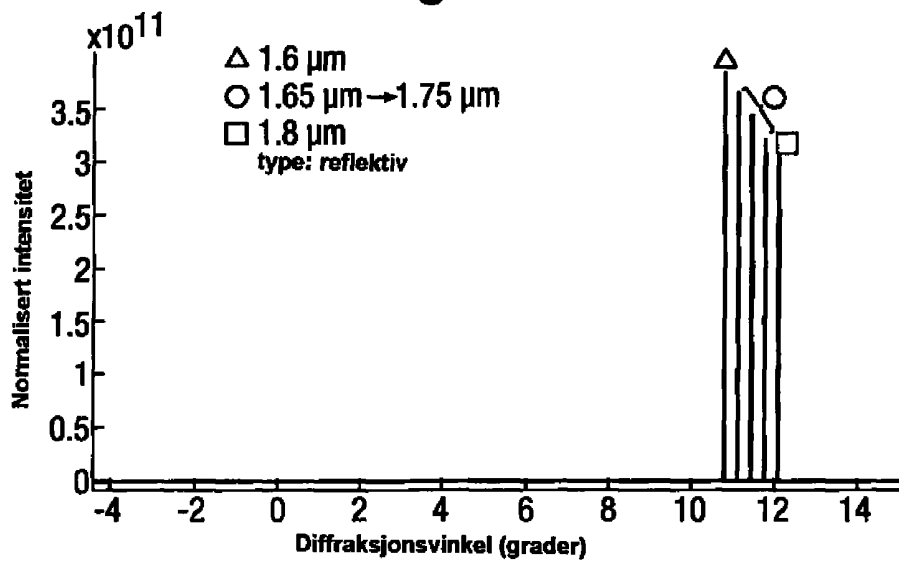


Fig.24.

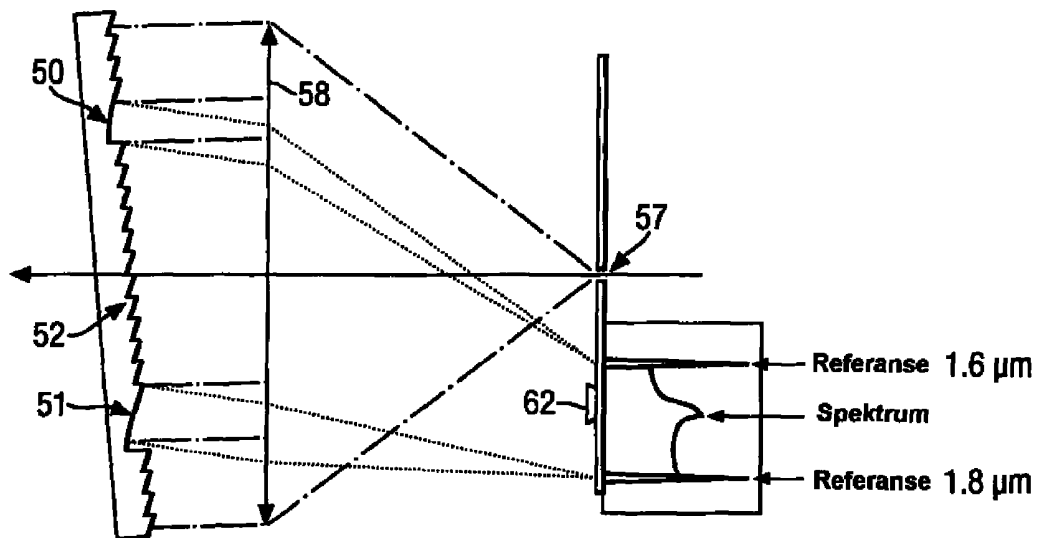


Fig.25.

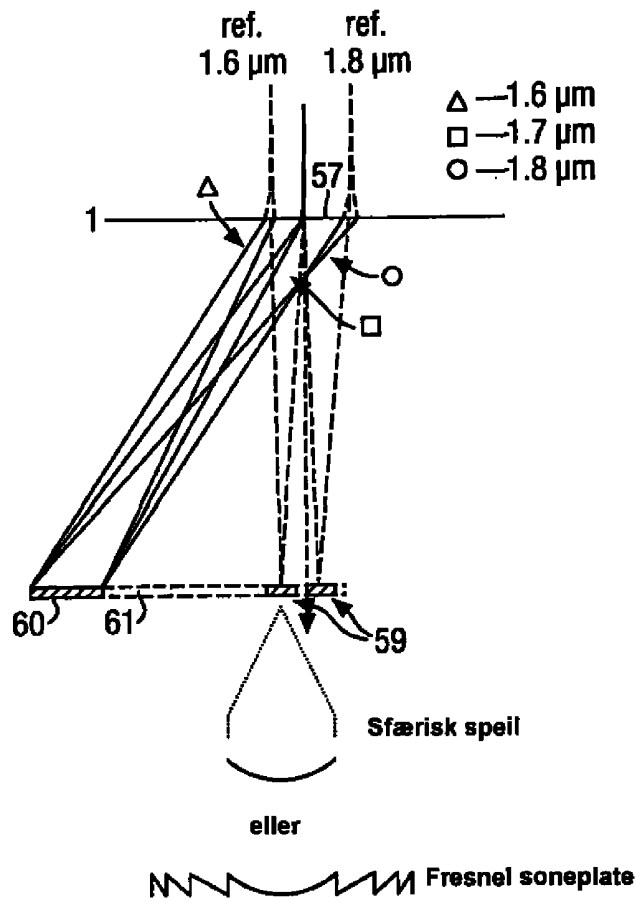


Fig.26.

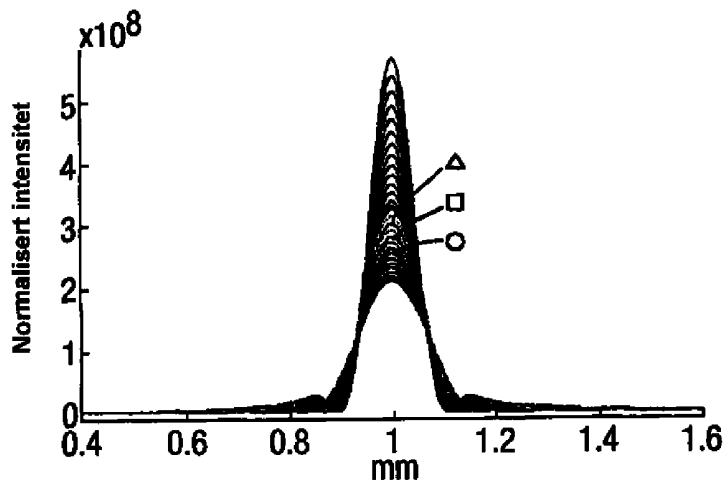


Fig.27.

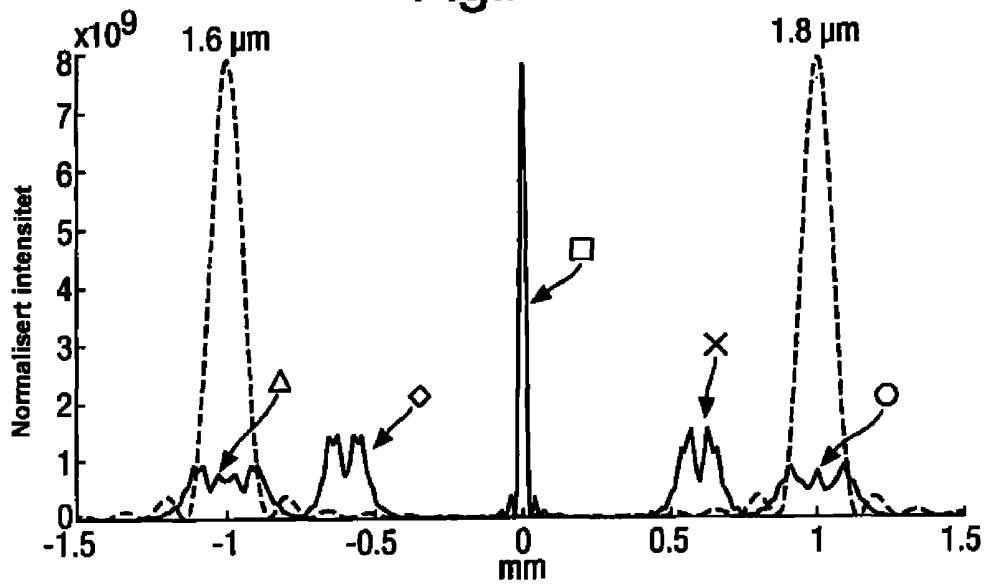


Fig.28a.



Fig.28b.

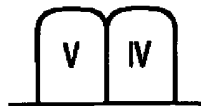


Fig.28c.



Fig.28d.



Fig.28e.

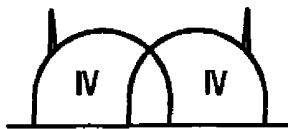


Fig.28f.

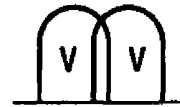


Fig.29.



Fig.30.

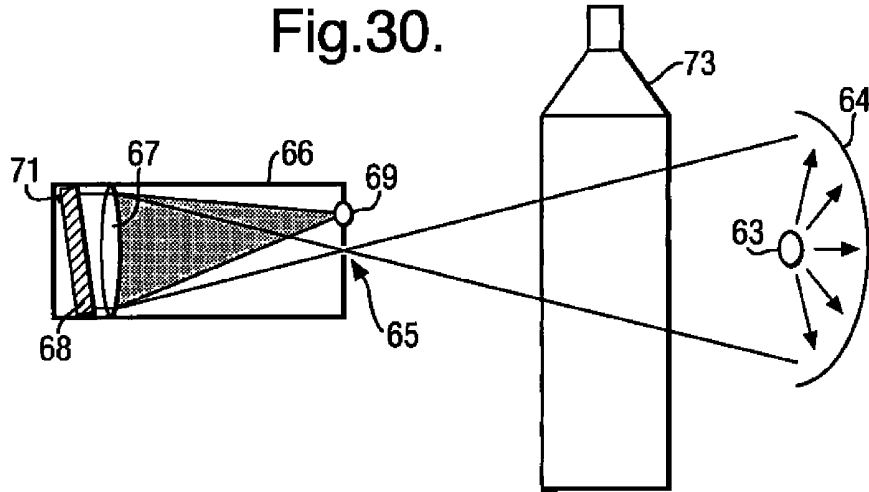


Fig.31.

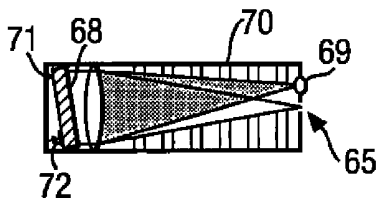


Fig.32.

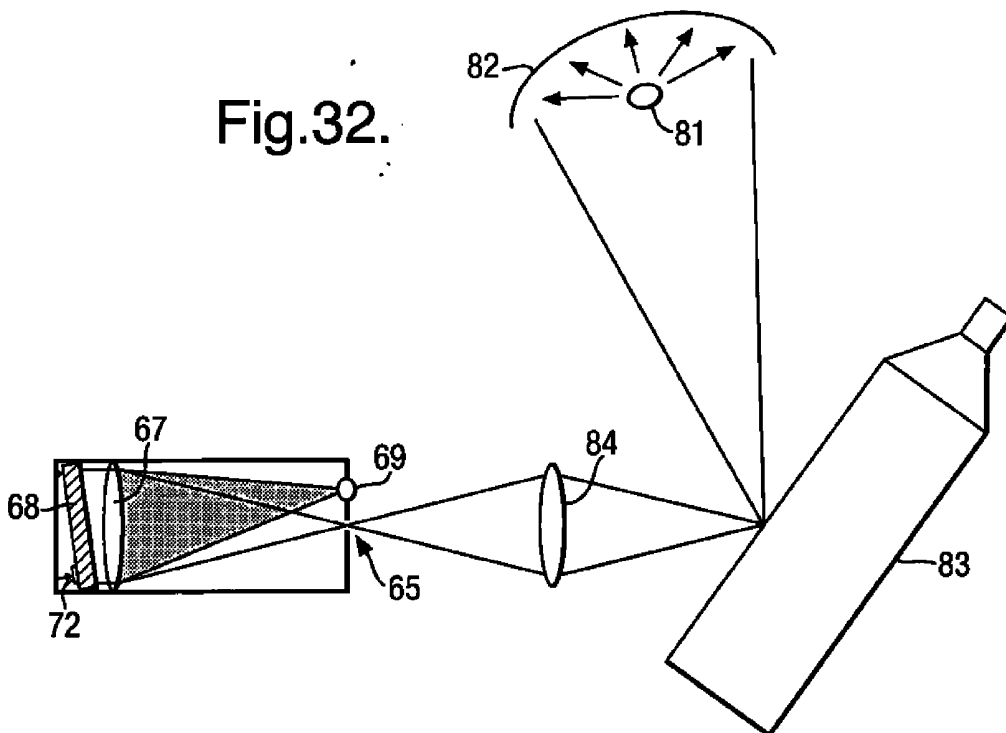


Fig.33.

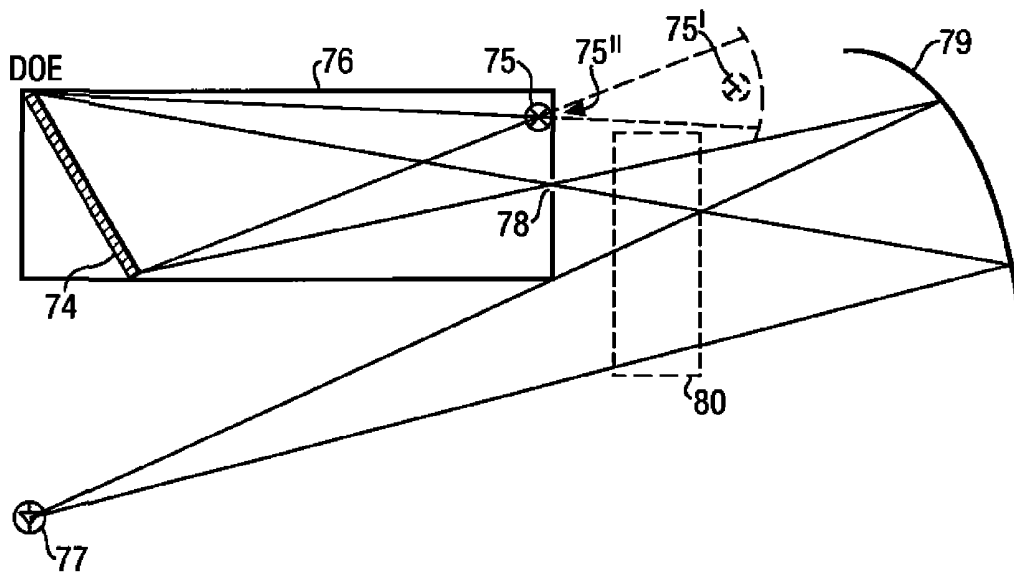
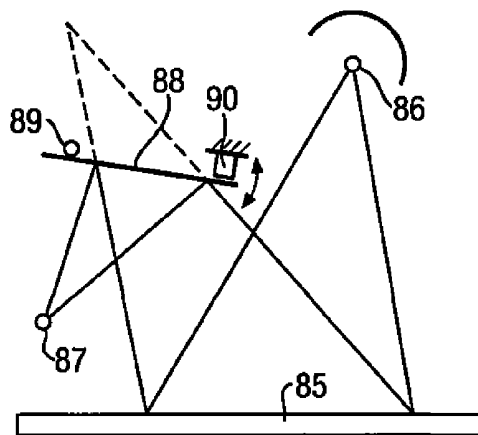


Fig.34.



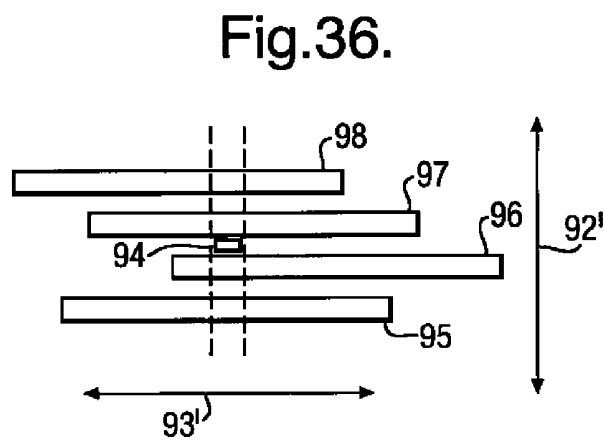
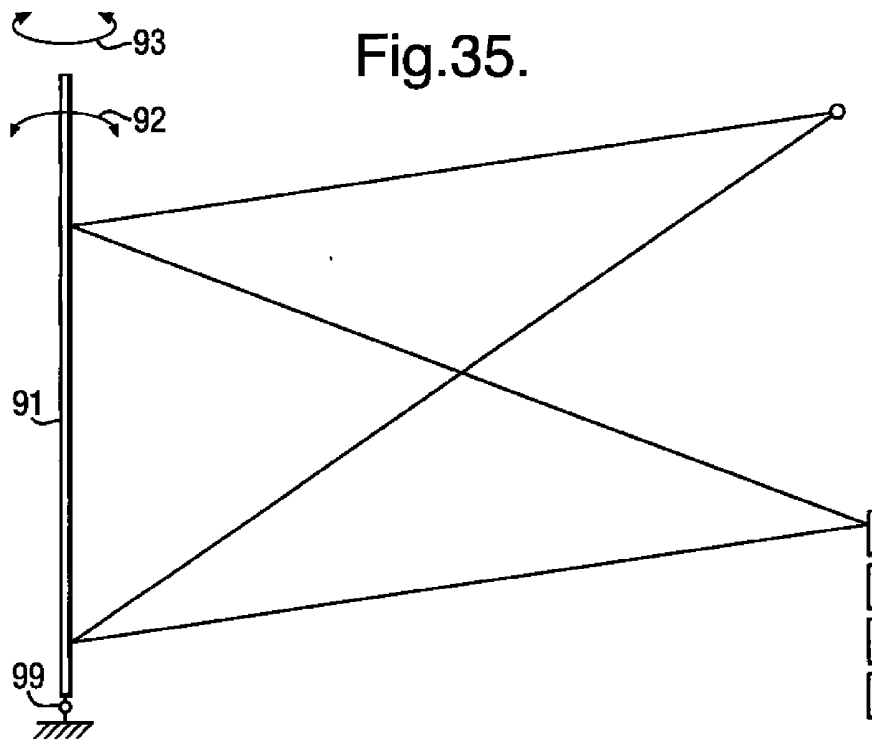


Fig.37.

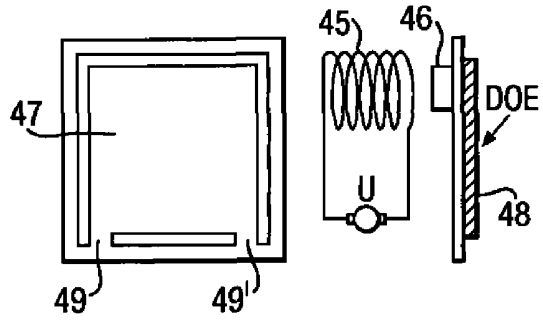


Fig.38.

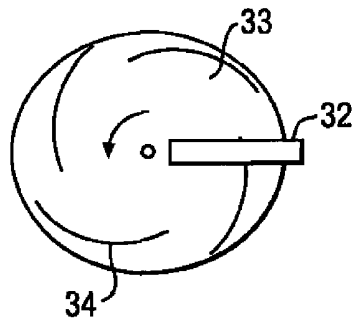


Fig.39a.

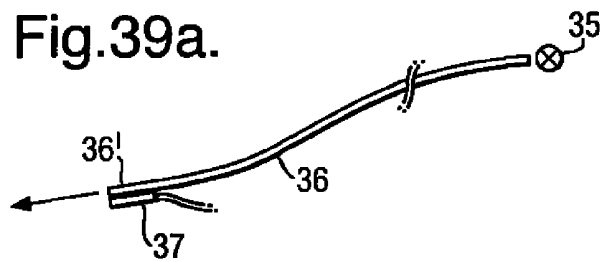
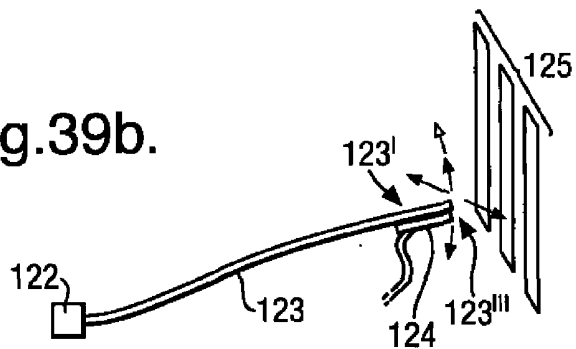


Fig.39b.



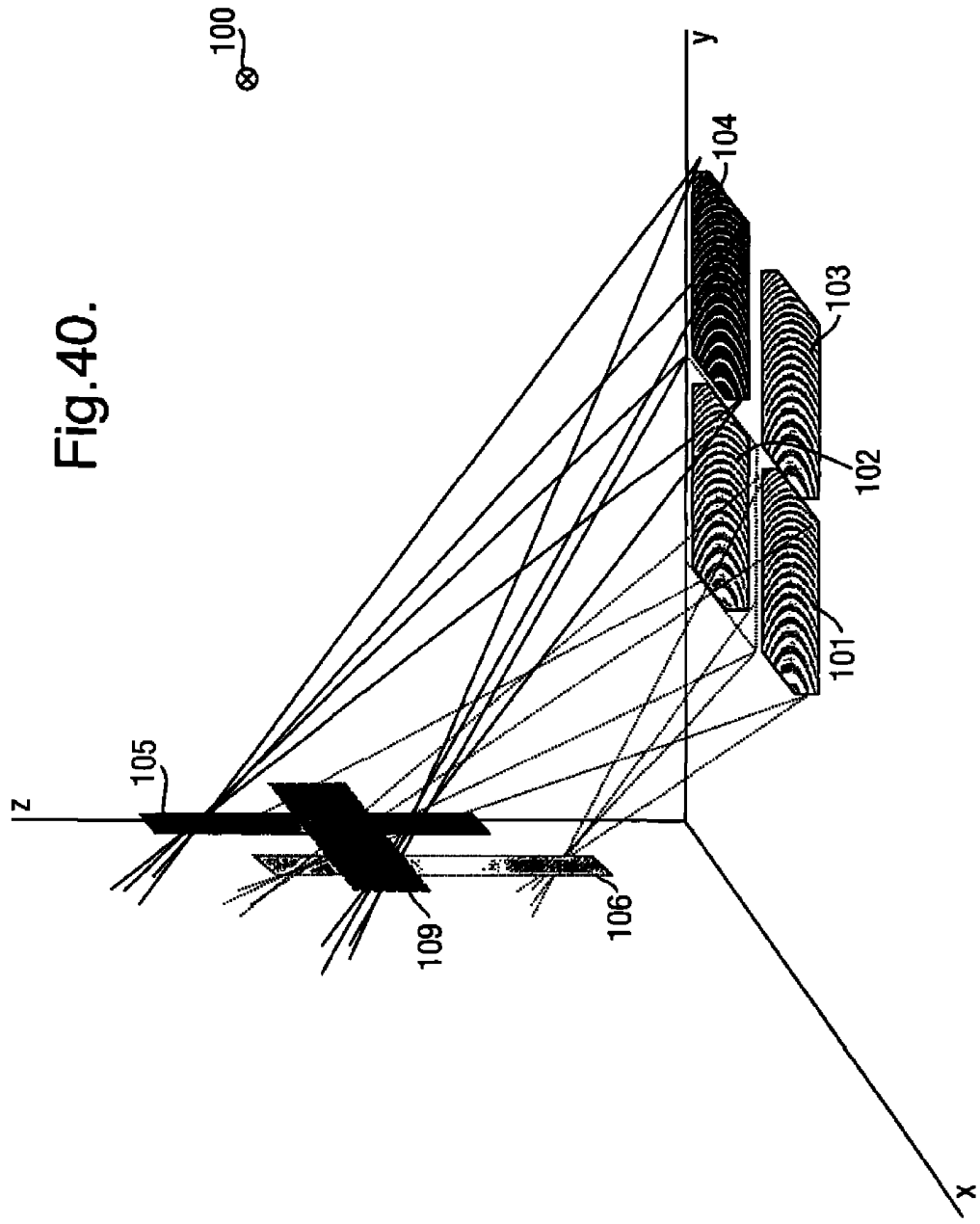


Fig.40.

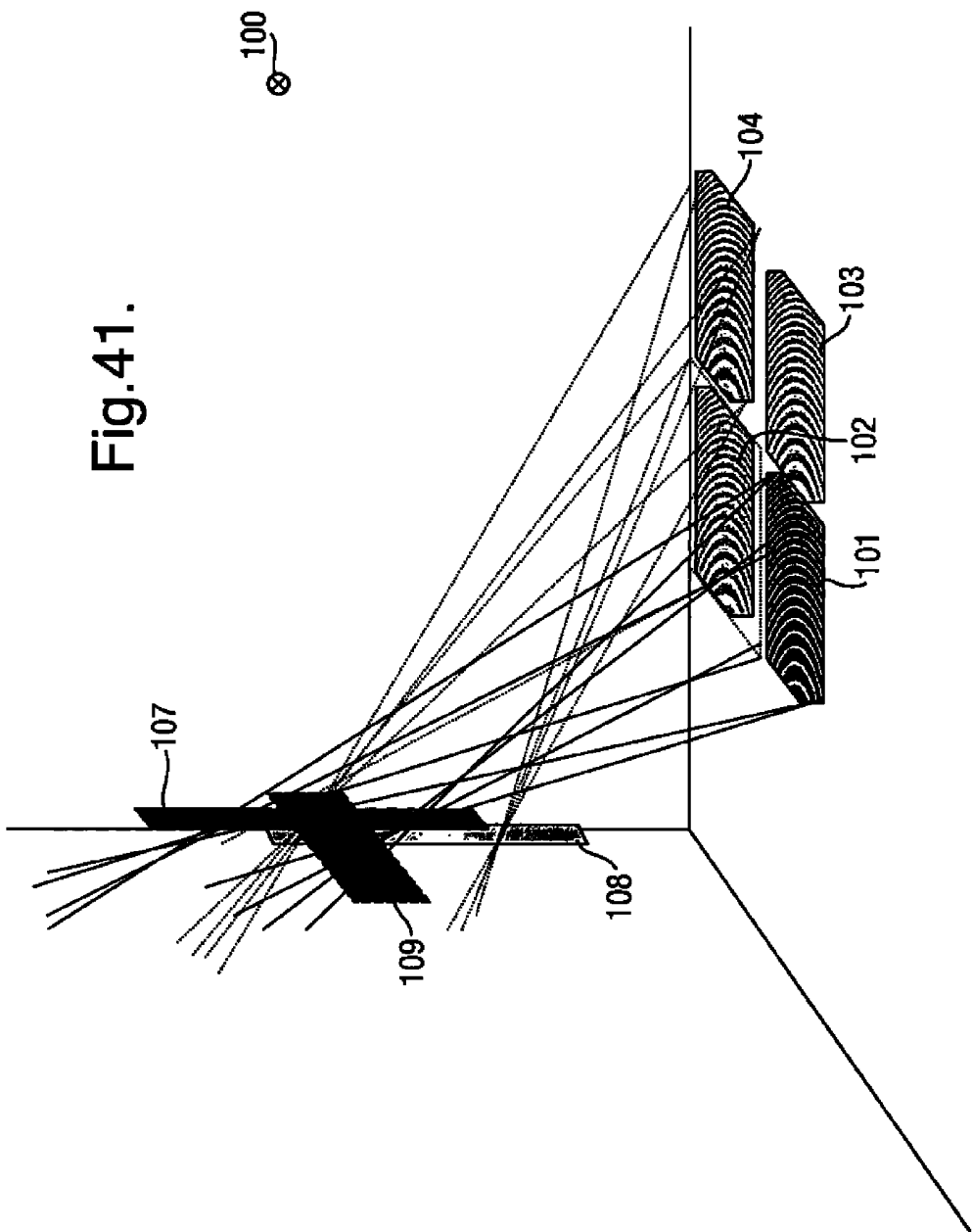


Fig.41.

Fig.42.

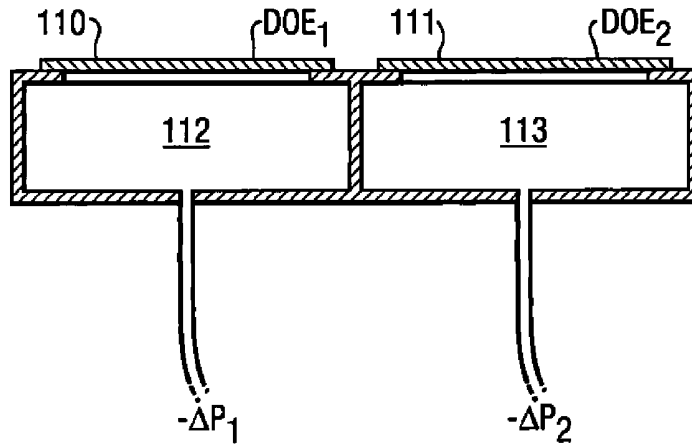


Fig.43.

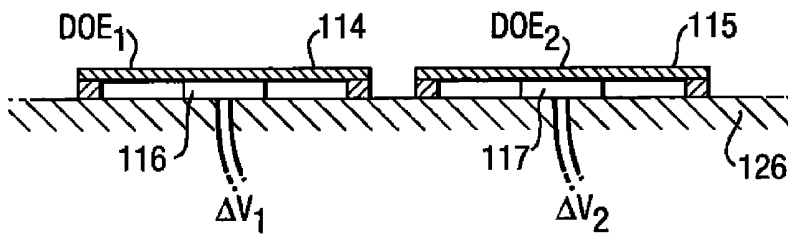


Fig.44.

