



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 135004

(51) Int. Cl.² G 01 N 21/26

(21) Patentsøknad nr. 3876/72

(22) Inngitt 27.10.72

(23) Løpedag 27.10.72

(41) Alment tilgjengelig fra 02.05.73

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 11.10.76

(30) Prioritet begjært 28.10.71, USA, nr. 193439

(54) Oppfinnelsens benevnelse Fremgangsmåte og apparat for påvisning av petroleumsprodukter i et vannområde.

(71)(73) Søker/Patenthaver TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED,
13500 North Central Expressway,
Dallas, TX,
USA.

(72) Oppfinner KENT MCCORMACK,
Richardson, TX,
USA.

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

(56) Anførte publikasjoner Svensk utl. skrift nr. 303054
US patent nr. 3603952

Oppfinnelsen angår en fremgangsmåte for angivelse av nærvær eller fravær av olje eller oljeprodukter i et vannområde, omfattende de trinn å belyse et åpent vannområde med modulert infrarød stråling, å oppsamle og fokusere den modulerte infrarøde stråling som reflekteres fra det nevnte område, å detektere i hovedsaken samtidig den reflekterte, fokuserte infrarøde stråling fra det nevnte område ved to forskjellige bølgelengder λ_1 og λ_2 nær resonansbølgelengden for vann henholdsvis olje eller oljeprodukter, og å frembringe detektorutgangsspenninger som er proporsjonale med den infrarøde stråling detektert ved bølgelengdene λ_1 og λ_2 . Videre angår oppfinnelsen et apparat for utførelse av fremgangsmåten.

Eksistensen av oljesøl i Atlanterhavet og Stillehavet og eksempelvis også i den Meksikanske Gulf danner lite tiltalende syn og frembringer ubehagelig lukt, og forårsaker dessuten skade på det marine liv. Behovet for et raskt varslingsystem for å påvise overtrederen og å innlede opprenskningsmetoder fremstår på grunn av kostnadene ved opprenskning i noen av den senere tids oljesøltilfeller hvor millioner av kroner er blitt brukt av de større oljeselskaper for å renske opp forskjellige kystlinjer.

Størstedelen av den olje som spilles, skriver seg imidlertid ikke fra de store teatralske hendelser som publiseres, såsom lekkasje fra eller ødeleggelse av en oljetanker eller lekkasje i forbindelse med fralandsoljedrift. Størstedelen av oljeforurensningene skriver seg fra mindre, mer vanlige spill på mellom 100 og 1000 fat olje som oversvømmer de innenrikske leder. Det er følgelig et behov for å samle en tilstrekkelig mengde data, på kontinuerlig reelltidbasis, til å kunne identifisere den part som er ansvarlig for den påviste utstrømning, og kvantitativt bestemme mengden og typen av utstrømning.

135004

2

Fra US patent nr. 3 603 952 er det kjent en anordning for påvisning av en oljefilm på en vannoverflate ved deteksjon av infrarød stråling, hvor det benyttes flytende følerenheter som er anbrakt rundt et vannområde som skal overvåkes. Ved nærvær av olje i en følerenhet detekteres en øket infrarød stråling, og et signal fra et bolometer aktiverer en synlig eller hørbar alarm. Denne kjente anordning for overvåkning av flytende hydrokarboner på en vannoverflate er imidlertid overflateavhengig, dvs. en endring fra en bølgende til en rolig overflate uten olje vil kunne frembringe et falskt alarmsignal på grunn av den økede strålings-refleksjonsevne fra den rolige overflate. Faren for falsk alarm blir i en viss grad redusert ved at detektoren er innesluttet i et flytende hus i følerenheten, men dette innebærer at det flytende hus er avgjørende for anordningens funksjon.

Formålet med oppfinnelsen er å tilveiebringe en fremgangsmåte og et apparat for påvisning av petroleumsprodukter i eller på vann, uavhengig av vannets overflatetilstand, og hvor apparatet kan arbeide under alle omgivelsesbetingelser, deriblant regn, tåke, vannsprøyt og luftforurensninger. Samtidig er det et formål at det tilveiebrakte apparat skal kunne detektere petroleumsprodukter fra store høyder over vannets overflate, at det skal være kompakt med hensyn til størrelse, og billig å fremstille og lett å vedlikeholde.

For oppnåelse av ovennevnte formål er det tilveiebrakt en fremgangsmåte av den innledningsvis angitte art, som ifølge oppfinnelsen er kjennetegnet ved at detektorutgangsspenningene behandles i første og andre logaritmiske forsterkerkretser for å frembringe signaler i $V(\lambda_1)/V_{B1}$ henholdsvis $\ln V(\lambda_2)/V_{B2}$, og at signalene avveies ved å innstille forspenningene V_{B1} og V_{B2} slik at de oppveier hverandre i en differensialforsterker for å frembringe et utgangs-signatursignal $\Phi_{12} = \ln r(\lambda_1)/r(\lambda_2)$, hvor $r(\lambda_1)$ er refleksjonsevnen ved den korte bølgelengde for stikkprøven, og $r(\lambda_2)$ er refleksjonsevnen ved den lange bølgelengde for stikkprøven.

Et apparat for utførelse av fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen omfatter en kildeanordning for infrarød stråling som er anbragt uavhengig av vannoverflaten for å sende en infrarød strålingsbunt mot det åpne vannområde, en opphakkeranordning i

strålebanen fra den infrarøde strålingskilde for å modulere strålen, en anordning for oppsamling og fokusering av infrarød stråling som reflekteres fra vannområdet, en i fokuseringsbanen for den reflekterte infrarøde stråling anordnet filtreringsanordning som slipper frem infrarød stråling, og en detektoranordning som er anbragt for å motta den reflekterte, fokuserte infrarøde stråling og er operativ for å frembringe elektriske signaler som representerer denne, og er kjennetegnet ved at den nevnte filtreringsanordning omfatter første og andre filtre i fokuseringsbanen for den reflekterte infrarøde stråling av første og andre bølgelengder λ_1 og λ_2 nær resonansbølgelengden for vann henholdsvis oljemateriale, og at detektoranordningen omfatter første og andre detektorer som er anbragt for å motta henholdsvis de reflekterte, fokuserte infrarøde strålingsbølgelengder λ_1 og λ_2 og er operative for frembringelse av elektriske signaler som representerer disse, og at det omfatter første og andre logaritmiske forsterkere som er koblet til de første og andre detektorer og er operative for frembringelse av to signaler som er lik henholdsvis de logaritmiske verdier av den reflekterte stråling ved λ_1 - og λ_2 -bølgelengdene, og en signaldifferensierende anordning som er koblet til de første og andre logaritmiske forsterkere og reagerer på de to signaler som indikerer de logaritmiske verdier av den reflekterte stråling, for tilveiebringelse av et signatursignal som representerer forholdet mellom lom de to signaler.

Oppfinnelsen skal beskrives nærmere i det følgende under henvisning til tegningene hvor like henvisningstall betegner like deler, og der fig. 1 er et optisk koplingsskjema av et aktivt infrarødt oljepåvisningssystem ifølge oppfinnelsen, fig. 2 er et blokkdiagram av de behandlingsskretser som benyttes i oljepåvisningssystemet ifølge fig. 1, fig. 3 illustrerer den spektrale refleksjonsfaktor for vann i det infrarøde område for valgte sidevinkler, fig. 4 illustrerer den normale refleksivitet for vann og olje i området 0 - 5 μm og fig. 5 illustrerer absorpsjonskoeffisientkurvene for rent vann og en typisk oljeprøve i området 0 - 5 μm ; fig. 6 illustrerer transmisjonsegenskapene for en typisk olje i området 0 - 5 μm , fig. 7 illustrerer transmisjonsegenskapene for en horisontal bane på 330 m ved havets overflate i området 0 - 5 μm , fig. 8 illustrerer egenskapene for

135004

4

det utgående signatursignal fra behandlingskretsen ifølge fig. 2 for både olje- og vanntilstander, og fig. 9A - 9C viser forskjellige anvendelser av deteksjonssystemet ifølge oppfinnelsen.

På fig. 1 er vist et avfølings- og overvåkningssystem 10 ifølge oppfinnelsen. Systemet 10 er montert på en konstruksjon (såsom et tårn eller en rampe) for å detektere eller påvise nærvær eller fravær av petroleumsprodukter 12, såsom olje, i eller på et vannområde 14. For at systemet 10 skal kunne arbeide både om dagen og om natten og være uavhengig av meterologiske forhold, er det ønskelig å benytte en aktiv energikilde 16 som i den foretrukne utførelse sender ut stråling i det infrarøde område for å belyse vannområdet 14. Den aktive energikilde 16 kan for eksempel være en laser eller et utladningsrør (f.eks. xenon). Et overføringslinsesystem 18 benyttes for effektiv oppsamling av strålingen fra kilden 16 og fokusering for opphakking. Opphakking eller modulering av strålingen fra kilden 16 kan utføres ved hjelp av en stemmegaffel 20 som har en valgt resonansfrekvens, såsom 400 Hz. Stemmegaffelen 20 drives av elektroniske kretser (ikke vist). Den modulerte infrarøde stråling reflekteres av et nedfellbart speil 22 til et optisk system 24. Det optiske system 24 overfører strålingen 26 til vannflaten 14 på hvis overflate det kan være til stede et petroleumsprodukt, såsom oljeflekker 12.

Det optiske system 24 er vist å omfatte overførende og mottagende paraboliske speil 28 henholdsvis 30. Det optiske system 24 resulterer følgelig i at systemet 10 er et "stirrende" system, dvs. et system som har et eneste oppløsningselement, og hvor optikken ikke av søker prøvetagningsområdet. Dersom det ønskes kunne imidlertid systemet 10 av søke et område ved anvendelse av ytterligere speil knyttet til det optiske system 10. Et passende av søkende optisk system er vist i US patent 3 211 046 (H.V. Kennedy).

Den overførte stråling 26 reflekteres fra vannflateområdet 14 (eller oljeflekkene 12) og støter mot det mottagende paraboliske speil 30. Denne reflekterte, modulerte infrarøde stråling reflekteres på sin side fra speilet 30 til to smalbandede interferensfiltere 34 og 36. Filteret 34 virker som en stråledeler for å tillate den reflekterte stråling 32 å passere

i en meget smal båndbredde som er sentrert ved en bølgelengde λ_2 . Strålingen 38 som er sentrert om bølgelengden λ_2 , treffer en detektor 40. Resten av strålingen reflekteres fra filteret 34 og passerer gjennom filteret 36 som på sin side bare slipper gjennom stråling i en meget smal båndbredde som er sentrert ved en andre bølgelengde λ_1 . Strålingen 42 som er sentrert om bølgelengden λ_1 , støter mot en detektor 44. Detektorene 40 og 44 kan være PbSe IR-detektorer. For forklaringsformål skal det antas at bølgelengden λ_1 er kortere enn λ_2 .

Fig. 2 viser et blokkdiagram av behandlingskretsene for systemet på fig. 1. Detektorene 44 og 40 er hver koplet til likeartede behandlingskanaler. Detektoren 44 frembringer et utgangssignal $V(\lambda_1)$ som står i forhold til den strålingsmengde som støter mot detektoren 44 med bølgelengden λ_1 . Detektoren 44 er forbundet med en forforsterker 46, et smalbåndfilter 48, en toppverdidetektor 50 og en logaritmisk forsterker 52. Den logaritmiske forsterker 52 har et ytterligere inngangssignal V_{B1} som er en forspenning som påtrykkes ved en klemme 54. På liknende måte frembringer detektoren 40 et utgangssignal $V(\lambda_2)$ som står i forhold til den strålingsmengde 38 som treffer detektoren med bølgelengden λ_2 . Detektorens 40 utgang er forbundet med en forforsterker 56, et smalbåndfilter 58, en toppverdidetektor 60 og en logaritmisk forsterker 62. Den logaritmiske forsterker 62 har et ytterligere inngangssignal V_{B2} som er en forspenning som påtrykkes ved en klemme 64. Utgangene 66 og 68 fra de logaritmiske forsterkere 52 henholdsvis 62 er forbundet med en differansekrets 70 og en strimmelskriver 72. Det utgående signatursignal ved klemmen 74 er betegnet ϕ_{12} og tilføres til strimmelskriveren 72 og til en ytterligere overvåkningsutrustning, såsom en fjernalarm 76. En typisk logaritmisk forsterker er beskrevet i Fairchild Semiconductor Linear Integrated Circuits Applications Handbook, Library of Congress, katalog nr. 67-27446, sidene 150 - 151.

Virkemåten for det på fig. 1 og 2 viste system kan best forstås ved at det først henvises til de data som er vist på fig. 3 og som illustrerer refleksjonsfaktoren for vann for valgte sidevinkler i det infrarøde område. Sidevinkelen kan defineres som den innfallsvinkel (eller refleksjonsvinkel) som den

135004

6

infrarøde stråling danner med normalen til den reflekterende flate. Slik det fremgår av figuren, varierer den absolutte størrelse av refleksjonsfaktoren ved en fast bølgelengde kraftig med sidevinkelen. Med dette er ment at reflektiviteten ved $3,4 \mu\text{m}$ og 0° sidevinkel er tilnærmet lik $3,75 \times 10^{-2}$, mens reflektiviteten for samme bølgelengde med en sidevinkel på 60° er tilnærmet lik 8×10^{-2} . Man skal imidlertid ytterligere merke seg av fig. 3 at forholdet mellom refleksjonskoeffisientene er i hovedsaken uavhengig av sidevinklene for to forskjellige bølgelengder. For å klargjøre dette skal reflektiviteten eller refleksjonsevnen (r) for en spesifikk bølgelengde og sidevinkel betegnes som $r_\alpha(\lambda)$ hvor α er sidevinkelen og λ er den spesifikke bølgelengde. Det fremgår da på grunn av likheten av formen på reflektivitetskurvene på fig. 3 at for forskjellige sidevinkler har man følgende forholdslikhet:

$$\frac{r_{\alpha_1}(\lambda_1)}{r_{\alpha_1}(\lambda_2)} \approx \frac{r_{\alpha_2}(\lambda_1)}{r_{\alpha_2}(\lambda_2)} \quad (1)$$

Dersom det antas at $\lambda_1 = 3,4 \mu\text{m}$, $\lambda_2 = 3,9 \mu\text{m}$, $\alpha_1 = 60^\circ$ og $\alpha_2 = 0^\circ$, fås

$$\frac{r_{60^\circ}(3,4)}{r_{60^\circ}(3,9)} \approx \frac{r_{0^\circ}(3,4)}{r_{0^\circ}(3,9)} \quad (2)$$

$$\frac{\text{punkt 90}}{\text{punkt 91}} \approx \frac{\text{punkt 92}}{\text{punkt 93}}$$

Denne forholdsdannelse kan underbygges under henvisning til punktene 90 - 93 i kurvene på fig. 3.

Dersom refleksjonsfaktoren betraktes som en rekke spesielle refleksjonstilfeller, vil forholdet mellom reflekterte tilbakekomster ved to forskjellige bølgelengder være i hovedsaken uavhengig av vannets overflatetilstander. Dette ville være tilfelle selv om den absolutte refleksjonsfaktor for de enkelte bølgelengdekanaler ville variere med flere størrelsesordener for en forandring i overflatetilstandene. Så lenge som området 14 som betraktes og belyses av sysemet 10, er større enn de forekommende overflatetilstander (bølger osv.), er det en sannsynlighet som er forskjellig fra null for at en del av den belysende stråling blir reflektert med en sidevinkel på 0° .

For å utnytte denne ønskede virkning av forholds-
 nelse eller proporsjonering, blir logaritmiske forsterkere 52 og
 62 (fig. 2) benyttet for å danne forholdene. For å ha evnen til
 fjernalarm (såsom fjernalarmen 76), må en sterk "signatur" av
 olje og vann være til stede. Med signatur regnes forholdet mel-
 lom reflektert utstråling ved to forskjellige bølgelengder. De
 signaler som benyttes for dannelse av signaturen, oppnås ved
 behandling av utgangssignalene fra detektorene 44 og 40 som er
 filtrert ved bølgelengdene λ_1 henholdsvis λ_2 . Utgangssignalene
 fra detektorene 44 og 40 kan i fellesskap uttrykkes på følgende
 måte:

$$V(\lambda_i) = R_i r(\lambda_i) S P_t(\lambda_i) \quad (3)$$

hvor $V(\lambda_i)$ = utgangssignalet fra detektoren (enten 44 eller 40)
 ved λ_i ,

R_i = systemets respons,

$r(\lambda_i)$ = overflaterrefleksjonsevnen ved λ_i ,

S = spredkoeffisienten som skyldes overflatetil-
 stand og sidevinkel, og

$P_t(\lambda_i)$ = den totale effekt fra kilden 16 ved overflaten
 12 som befinner seg i detektorens betraktungs-
 felt.

Systemresponsen R_i står i forhold til forsterknings-
 faktoren for forsterkerne 46 og 56, overføringsegenskapene for
 filtrene 36 og 34 og responskarakteristikken for detektorene 44
 og 40. $P_t(\lambda_i)$ er en funksjon av lyskildens 16 effekt som er for-
 skjellig ved de to forskjellige bølgelengder λ_1 og λ_2 .

Signaturen mellom λ_1 og λ_2 er derfor:

$$\Phi_{12} = \ln \frac{V(\lambda_1)}{V(\lambda_2)} - K \quad (4)$$

hvor $K = \ln \frac{V_{B1}}{V_{B2}}$, idet V_{B1} og V_{B2} er forspenningene som påtrykkes
 på de logaritmiske forsterkere henholdsvis 52 og 62.

Dersom likning (3) innsettes i likning (4), får man
 følgende:

135004

8

$$\phi_{12} = \ln \frac{r(\lambda_1)}{r(\lambda_2)} + \left[\ln \frac{R_1 P_t(\lambda_1)}{R_2 P_t(\lambda_2)} - \ln \frac{V_{B1}}{V_{B2}} \right] \quad (5)$$

Det fremgår av likning (5) at størrelsen S, sprededefaktoren som skyldes overflatetilstand og sidevinkel, har falt ut av signalet ϕ_{12} . Signatursignalet er med andre ord uavhengig av variasjonen i vannets overflatetilstander. Ved riktig justering og innstilling av forspenningene V_{B1} og V_{B2} vil de andre og tredje ledd i likning (5) falle ut, hvilket resulterer i følgende:

$$\phi_{12} = \ln \frac{r(\lambda_1)}{r(\lambda_2)} \quad (6)$$

Systemets uavhengighet av virkningene av overflate-tilstanden på grunn av forholdsannelsen mellom $V(\lambda_1)$ og $V(\lambda_2)$, er et viktig særtrekk ved den foreliggende oppfinnelse.

For å oppnå pålitelig fjernalarm, bør signaturen for vann være vesentlig forskjellig fra signaturen for det petroleumsprodukt som skal påvises (f.eks. olje).

Fig. 4 og 5 viser den normale refleksjonsevne og absorpsjonskoeffisient for vann i området 0 - 5 μm . Figurene inneholder også de forutsatte kurver for olje. Opphavet til oljekurven skal forklares senere. Slik det fremgår av fig. 5, synes vann å være gjennomskiktig i det synlige område av spektrumet, og slik man kan se av absorpsjonskoeffisienten, fortsetter dette inntil man når 1,5 μm . Fra dette punkt blir vann sterkt absorberende. For å unngå eventuelle undervannseffekter i vann bør følgelig systemet 10 arbeide ved bølgelengder som ligger over 1,5 μm . Alle bølgelengder som er kortere enn 1,5 μm , vil oppvise "undervannseffekter". Gjennomtrengning av lagene under vannets overflate er uønsket på grunn av mulige falske alarmer som følge av tanglag, svevende partikler (såsom slam og sand) osv. Ved betraktning av fig. 4 og 5 fremgår at et meget kraftig forholds-signal for vann kan observeres ved benyttelse av den ene bølgelengde i området 3 - 3,5 μm og den andre bølgelengde i nærheten av 4 μm . Den sterke variasjon i formen på refleksjonsevnekurven 100 for vann på fig. 4 er karakteristisk for en resonans-

absorpsjon. Dette skyldes vannmolekylernes O-H-svingeform. Formen på den normale refleksjonsevnekurve 100 er kjent som en uregelmessig eller anormal sprednings- eller dispersjonskurve. Den skarpe form på kurven 100 vist langs kurvepartiet 102 forårsakes av absorpsjonsegenskapene for vann rundt $2,9 \mu\text{m}$ som vist i kurve 104 på fig. 5. Slik det fremgår av kurve 104, er absorpsjonskoeffisienten for vann i resonans rundt ca. $2,9 \mu\text{m}$. Refleksjonsevnekurven 100 for vann på fig. 4 oppviser følgelig en meget skarp karakteristikk som vist i partiene 102 på denne kurve.

Transmisjons- eller overføringsegenskapene for en typisk olje er vist ved kurven 106 på fig. 6. C-H-resonansen 108 ligger i området $3,2 - 3,5 \mu\text{m}$. Denne er til stede i alle hydrokarbonforbindelser. Olje vil følgelig ha en absorpsjonskoeffisientkurve 110 (fig. 5) og en normal-refleksjonsevnekurve 112 (fig. 4) av liknende type som de respektive kurver for vann, men vil være forskjøvet til området $3,2 - 3,5 \mu\text{m}$ i stedet for området rundt $2,9 \mu\text{m}$ som vist for vann. De uregelmessige dispersjonsfenomener krever at oljen har en resonansabsorpsjonstopp i området $3,4 \mu\text{m}$ (kurve 110) av liknende type som de fenomener som opptrer for vann ved $2,9 \mu\text{m}$ (kurve 104). Refleksjonsevnen for olje i partiet 114 fra $3,3$ til $3,4 \mu\text{m}$ på kurve 112 vil være lavere enn ved $3,9 \mu\text{m}$ (i partiet 116 på kurve 112), da området fra $3,3$ til $3,4 \mu\text{m}$ ligger på den korte bølgelengdeside av resonanskarakteristikken for olje (vist ved kurven 110 på fig. 5).

Bølgelengdene for maksimum signatur for vann ligger ved $2,75$ og $3,1 \mu\text{m}$. Den korte bølgelengdeprøve λ_1 for systemet 10 må imidlertid tas ved en bølgelengde som er lengre enn $2,9 - 3,3 \mu\text{m}$ på grunn av vanddampsvekkingen i området fra $2,4$ til $3,3 \mu\text{m}$. Denne egenskap fremgår klart av kurven 120 på fig. 7. Av kurven 120 fremgår at dersom systemet 10 ble plassert på et tårn eller en understøttelse ca. 330 m over vannflaten, ville den korte bølgelengdeprøve λ_1 være begrenset til ca. $3,3 \mu\text{m}$. Som man kan se av kurven 120, vil overføringen eller gjennomslipningen av infrarød stråling (IR-stråling) avta raskt for bølgelengder som er kortere enn $3,3 \mu\text{m}$. For kortere avstander kan den korte bølgelengde λ_1 være så liten som $2,9 \mu\text{m}$. Dersom systemet 10 skal arbeide ved avstander på mellom f.eks. 10 og 100 m , bør følgelig den korte bølgelengdeprøve λ_1 være mellom $2,9$ og $3,4 \mu\text{m}$.

En sterk vannsignatur som ville være praktisk, uttrykt ved både atmosfærisk transmisjon og størrelse, kunne oppnås ved proporsjonering eller forholdsdannelse mellom refleksjonsevnen ved $3,4 \mu\text{m}(\lambda_1)$ og refleksjonsevnen ved f.eks. $3,9 \mu\text{m}(\lambda_2)$. Dette kan innses klarere ved henvisning til de normale refleksjonsevnekurver 100 og 112 på fig. 4 for både vann og olje. Anta til å begynne med at systemet 10 opplyser en vannflate 14 og detekterer stråling ved $3,4 \mu\text{m}(\lambda_1)$ og $3,9 \mu\text{m}(\lambda_2)$. Refleksjonsevnen ved $3,4 \mu\text{m}$ ville ha en størrelse vist på kurven 100 ved punktet 122, mens den ved $3,9 \mu\text{m}$ ville ha en mindre størrelse som vist ved punktet 124 på samme kurve. Dette betyr at forholdet for vann $\frac{r(\lambda_1)}{r(\lambda_2)}$ vil være større enn 1,0. Dersom man undersøker

refleksjonsevnekurven 112 for olje ved de samme bølgelengder $3,4 \mu\text{m}(\lambda_1)$ og $3,9 \mu\text{m}(\lambda_2)$, kan man se at størrelsen av refleksjonsevnen ved $3,4 \mu\text{m}$ for olje ligger ved et punkt 126 som er mindre enn refleksjonsevnen for olje ved punktet 128 ved $3,9 \mu\text{m}$.

Forholdet $\frac{r(\lambda_1)}{r(\lambda_2)}$ for olje vil følgelig være mindre enn 1,0. Ved

å måle refleksjonsevnen for en prøve ved to forskjellige bølgelengder λ_1 og λ_2 , og danne forholdet mellom eller proporsjonere

refleksjonsevnene $\frac{r(\lambda_1)}{r(\lambda_2)}$ for denne stikkprøve, hvor $r(\lambda_1)$ er

refleksjonsevnen for den korte bølgelengde for stikkprøven, finner man med andre ord at dersom forholdet er større enn 1, er bare vann til stede, mens petroleumsprodukter eller olje vil være til stede dersom forholdet er mindre enn 1.

Man bør merke seg av transmisjons- eller overføringskarakteristikken på fig. 7 at ved $4,2 \mu\text{m}$ er overføringen for en 330 m luftbane i hovedsaken lik 0. Den øvre grense for den lengste bølgelengdeprøve λ_2 ligger følgelig i området ved $4,2 \mu\text{m}$.

Idet det igjen henvises til fig. 1, sender kilden 16 ut stråling som moduleres av opphakkeren 20 og overføres via foldespeilet 22 og det paraboliske speil 28 til vannflaten 14 på hvilken det kan være petroleumsprodukter. Som foran nevnt, er det avfølende og overvåkende system 10 anbragt i en forutbestemt høyde over vannflaten 14. Den reflekterte stråling 32 enten fra vannflaten 14 eller fra oljen 12 (avhengig av hva som er til

stede) støter mot det parabolske speil 30 og filtreres til to diskrete bølgelengder som er sentrert ved λ_1 og λ_2 (hvor som foran nevnt λ_1 er å betrakte som en kortere bølgelengde enn λ_2). De to detektorer 44 og 40 må samtidig betrakte det overflateområdet som opplyses av overføringsdelen av systemet 10. Dette oppnås ved at det ene av de to filtre 34 benyttes som stråledeler. Som tidligere nevnt i forbindelse med fig. 7, vil høyden av systemet 10 over vannflaten kreve at den kortere bølgelengdeprøve λ_1 ligger i området mellom 2,9 og 3,4 μm . I en foretrukket utførelse vil denne kortere bølgelengde være nominelt sentrert rundt 3,4 μm . Den lengste bølgelengdeprøve λ_2 kan ligge i området mellom 3,4 og 4,2 μm , og for beskrivelsesformål er den antatt å være sentrert rundt 3,9 μm (se fig. 4). Strålingen 42 med kortest bølgelengde støter mot detektoren 44 og frembringer et utgangssignal $V(\lambda_1)$. Dette signal forsterkes i forforsterkeren 46 og smalbåndfiltreres i filteret 48 med en båndpassfrekvens som står i forhold til modulasjonsfrekvensen for opphakkeren 20. Utgangssignalet fra smalbåndfilteret 48 tilføres til toppverdidetektoren 50 som frembringer et varierende likespenningssignal som står i forhold til størrelsen av signalet $V(\lambda_1)$. Utgangssignalet fra toppverdidetektoren 50 tilføres til den logaritmiske forsterker 50 sammen med forspenningssignalet V_{B1} som påtrykkes på klemmen 54. Utgangssignalet fra den logaritmiske forsterker 52 ved klemmen 66 er lik $\ln \frac{V(\lambda_1)}{V_{B1}}$. En liknende behandling finner sted i den behandlingskanal som er forbundet med detektoren 40, slik at utgangssignalet fra den logaritmiske forsterker 62 ved klemmen 68 er lik $\ln \frac{V(\lambda_2)}{V_{B2}}$. Utgangene 66 og 68 fra de logaritmiske forsterkere 52 henholdsvis 62 er forbundet med inngangene til differansekretsen 70. Utgangssignalet fra differansekretsen 70 er signatursignalet Φ_{12} som er uttrykt i likning (5) ovenfor. Som foran nevnt, blir forspenningene V_{B1} og V_{B2} i begynnelsen kalibrert og innstilt slik at de har en slik størrelse at de to ledd i parentes i likning (6) opphever hverandre. Det utgående signatursignal Φ_{12} ved klemmen 74 fra differansekretsen 70 er følgelig uttrykt som likning (6) og er lik

$\ln \frac{r(\lambda_1)}{r(\lambda_2)}$. Dersom forholdet $\frac{r(\lambda_1)}{r(\lambda_2)}$ er større enn 1,0 (ved benyttelse av refleksjonsevnepunktene 122 og 124 på kurve 100 på fig. 4), vil som foran nevnt systemet 10 indikere at bare vann er til stede. Dersom forholdet $\frac{r(\lambda_1)}{r(\lambda_2)}$ er mindre enn 1,0 (hvilket ville være tilfelle ved benyttelse av punktene 126 og 128 på kurve 112 på fig. 4), vil systemet indikere at olje er til stede i vannet. Da imidlertid signalet $\ln \frac{r(\lambda_1)}{r(\lambda_2)}$ er dannet ved utgangsklemmen 74 fra differansekretsen 70, vil verdien av dette signal være større enn 0 (positiv) som vist på fig. 7 når bare vann er til stede, og når forholdet $\frac{r(\lambda_1)}{r(\lambda_2)}$ er mindre enn 1, vil signalet $\ln \frac{r(\lambda_1)}{r(\lambda_2)}$ være mindre enn 0 (negativt) hvilket vil indikere at olje er til stede. Det utgående signatursignal Φ_{12} tilføres til en overvåkningsutrustning, såsom fjernalarmen 76, og danner også ett av inngangssignalene til strimmelskriveren 72. Dersom fjernalarmen aktiveres på grunn av nærvær av olje, kan riktige motvirkende forholdsregler innledes.

Aktuelle prøver som er utført ved benyttelse av fremgagsmåten og utrustningen ifølge den foreliggende oppfinnelse, og resultatene for vann og "Mansfield"-råolje ved normal innfallsvinkel er gitt i den etterfølgende tabell.

For udestillert vann $\Phi_{3,4, 3,9} = +0,41^*$

For "Mansfield"-råolje

Tid	$\Phi_{3,4, 3,9}$
0 timer	-0,69
0,5 timer	-0,43
2,0 timer	-0,02
3,0 timer	-0,16
26,0 timer	-0,01

* Dette svarer til et refleksjonsforhold på 1,50. Dette kan sammenliknes med 1,49 fra de data som er vist på fig. 3 (dvs. forholdet mellom punkt 90 og punkt 91).

Resultatene for vannflaten viste seg meget gunstige i forhold til de publiserte data som er vist på fig. 3. Oljedataene for "Mansfield"-råoljen ble oppnådd over en periode på 26 timer. Det eksisterer en tidsavhengighet for oljesignaturen som skriver seg fra den kontinuerlige eksponering mot luft. Det skal imidlertid bemerkes at signaturen for olje forblir negativ mens den for vann er sterkt positiv (som ventet ut fra fig. 8).

Fig. 9A viser en anvendelse av systemet 10. Det avfølende og overvåkende system 10 kan være montert på tårn 130 med en forutbestemt avstand over vannets overflate. Disse tårn vil være anordnet langs en vannvei 132 for å detektere nærvær av eller fravær av olje. Systemet 10 kan være et avsøkende system slik at det dermed har et større betrakningsfelt 134, eller det kan være et "stirrende" eller ensrettet system med et betrakningsfelt 136.

Fig. 9B viser anvendelsen av et antall systemer som er montert på tårn med forskjellige beliggenheter langs en vannvei for kontinuerlig overvåkning og detektering av nærvær av petroleumssforurensninger i vannet.

Fig. 9C viser et system 138 i overensstemmelse med oppfinnelsen som er montert på en brygge 140 for å overvåke og detektere oljeflekker 142 som skriver seg fra lasting og lossing av en oljetanker 148.

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte for angivelse av nærvær eller fravær av olje eller oljeprodukter i et vannområde, omfattende de trinn å belyse et åpent vannområde med modulert infrarød stråling, å oppsamle og fokusere den modulerte infrarøde stråling som reflekteres fra det nevnte område, å detektere i hovedsaken samtidig den reflekterte, fokuserte infrarøde stråling fra det nevnte område ved to forskjellige bølgelengder λ_1 og λ_2 nær resonansbølgelengden for vann henholdsvis olje eller oljeprodukter, og å frembringe detektorutgangsspenninger $(V(\lambda_1), V(\lambda_2))$ som er proporsjonale med den infrarøde stråling detektert ved bølgelengdene λ_1 og λ_2 , k a r a k t e r i s e r t ved at detektorutgangs-

spenningene behandles i første og andre logaritmiske forsterkerkretser for å frembringe signaler $\ln V(\lambda_1)/V_{B1}$ henholdsvis $\ln V(\lambda_2)/V_{B2}$, og at signalene avveies ved å innstille forspenningene V_{B1} og V_{B2} slik at de oppveier hverandre i en differensialforsterker for å frembringe et utgangs-signatursignal $\phi_{12} = \ln r(\lambda_1)/r(\lambda_2)$, hvor $r(\lambda_1)$ er refleksjonsevnen ved den korte bølgelengde for stikkprøven, og $r(\lambda_2)$ er refleksjonsevnen ved den lange bølgelengde for stikkprøven.

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at bølgelengdene λ_1 og λ_2 er større enn $1,5 \mu\text{m}$.

3. Fremgangsmåte ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t ved at den nevnte bølgelengde λ_1 ligger i området $2,9 - 3,4 \mu\text{m}$, og bølgelengden λ_2 ligger i området $3,4 - 4,2 \mu\text{m}$.

4. Fremgangsmåte ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t ved at bølgelengden λ_1 er ca. $3,4 \mu\text{m}$.

5. Fremgangsmåte ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t ved at bølgelengden λ_2 er mindre enn $4,2 \mu\text{m}$.

6. Apparat for utførelse av fremgangsmåten ifølge ett av kravene 1 - 5, for angivelse av nærvær av olje eller oljeprodukter i et åpent vannområde og omfattende en kildeanordning (16) for infrarød stråling som er anbrakt uavhengig av vannoverflaten for å sende en infrarød strålingsbunt mot det åpne vannområde, en opphakkeranordning (20) i strålebanen fra den infrarøde strålingskilde for å modulere strålen, en anordning (24) for oppsamling og fokusering av infrarød stråling som reflekteres fra vannområdet, en i fokuseringsbanen for den reflekterte infrarøde stråling anordnet filtreringsanordning som slipper frem infrarød stråling, og en detektoranordning som er anbrakt for å motta den reflekterte, fokuserte infrarøde stråling og er operativ for å frembringe elektriske signaler som representerer denne, k a r a k t e r i s e r t ved at den nevnte filtreringsanordning omfatter første og andre filtre (34 hhv. 36) i fokuseringsbanen for den reflekterte infrarøde stråling, og som er operative for passasje av infrarød stråling av første og andre bølgelengder λ_1 og λ_2 nær resonansbølgelengden for vann henholdsvis oljemateriale, og at detektoranordningen omfatter første og andre detektorer (40, 44) som er anbragt for å motta henholdsvis de reflekterte, fokuserte infrarøde strålingsbølgelengder λ_1 og λ_2 og er

operative for frembringelse av elektriske signaler som representerer disse, og at det omfatter første og andre logaritmiske forsterkere (52 og 62) som er koplet til de første og andre detektorer (40, 44) og er operative for frembringelse av to signaler som er lik henholdsvis de logaritmiske verdier av den reflekterte stråling ved λ_1 - og λ_2 -bølgelengdene, og en signaldifferensierende anordning (70) som er koplet til de første og andre logaritmiske forsterkere og reagerer på de to signaler som indikerer de logaritmiske verdier av den reflekterte stråling, for tilveiebringelse av et signatursignal som representerer forholdet mellom de to signaler.

7. Apparat ifølge krav 6, k a r a k t e r i s e r t ved at det nevnte første filter (34) virker som en stråledeler for å tillate reflektert stråling å passere i en meget smal båndbredde sentrert ved bølgelengden λ_2 til detektoren (40), og å reflektere den gjenværende stråling gjennom det andre filter (36) som slipper frem stråling i en meget smal båndbredde sentrert ved den andre bølgelengde λ_1 til detektoren (44).

8. Apparat ifølge krav 7, k a r a k t e r i s e r t ved at bølgelengden λ_1 ligger mellom ca. 2,9 og 3,4 μm , og bølgelengden λ_2 ligger mellom ca. 3,4 og 4,2 μm .

9. Apparat ifølge krav 8, k a r a k t e r i s e r t ved at bølgelengden λ_1 er ca. 3,4 μm .

135004

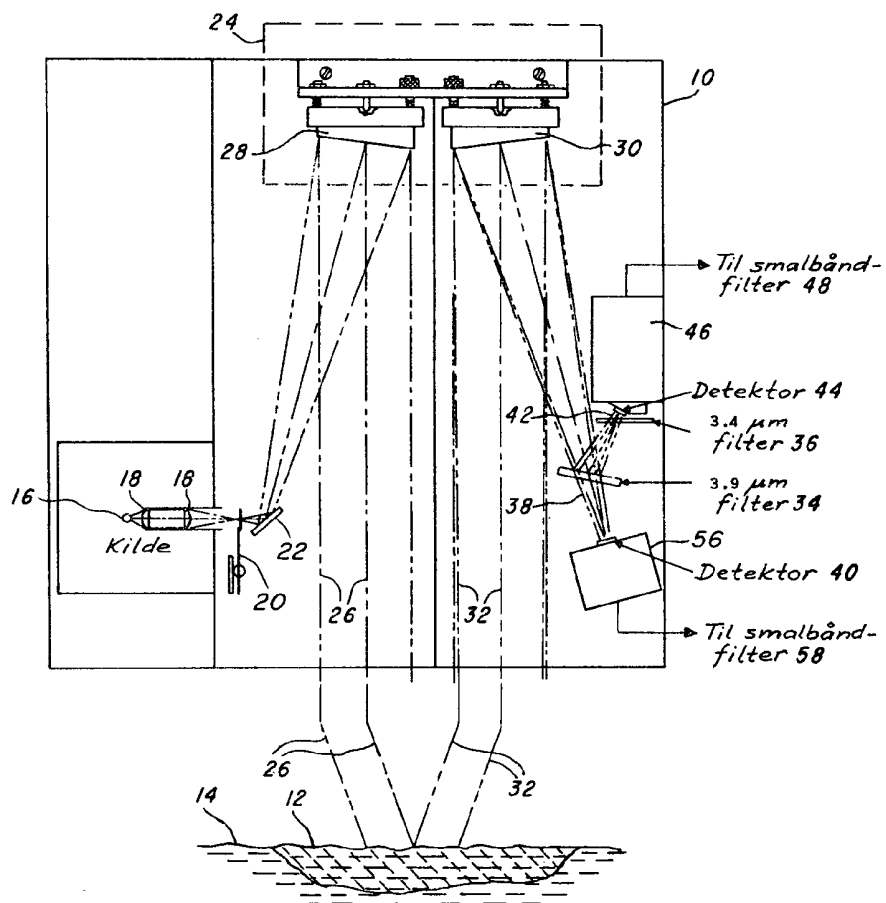


Fig. 1

135004

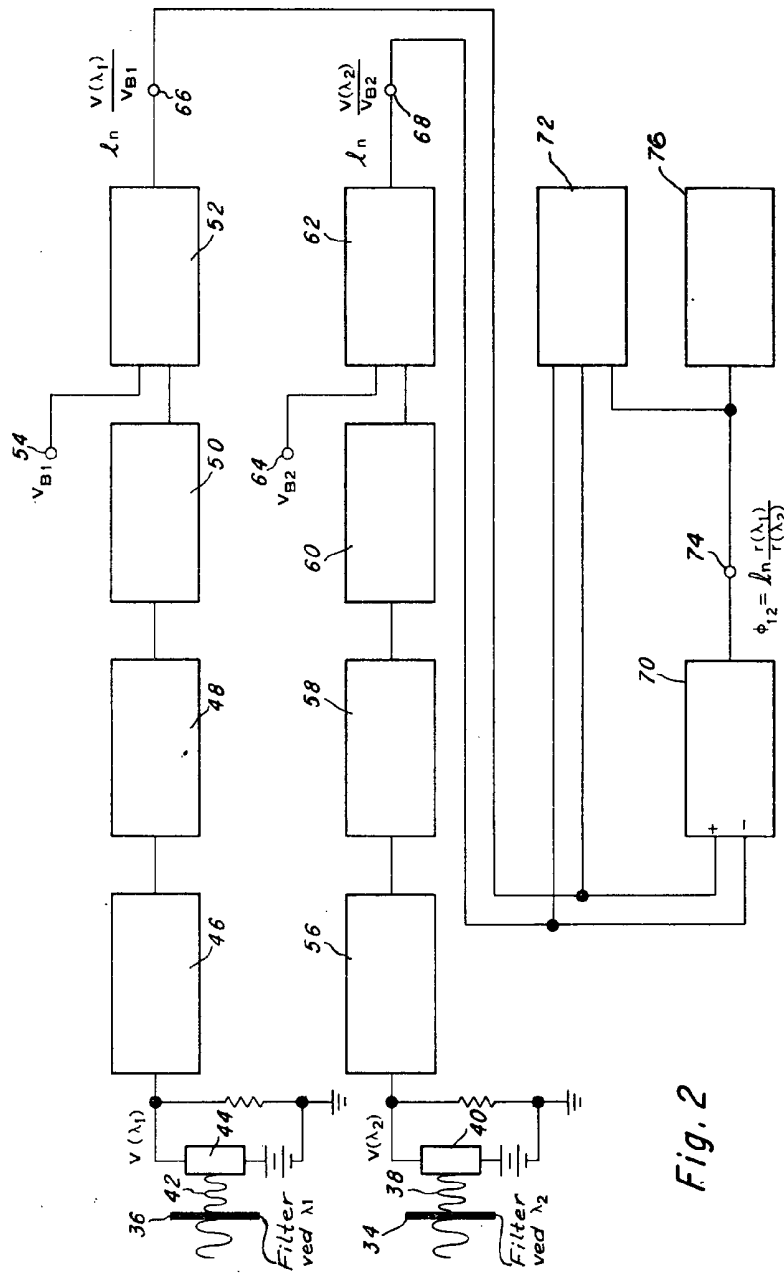


Fig. 2

135004

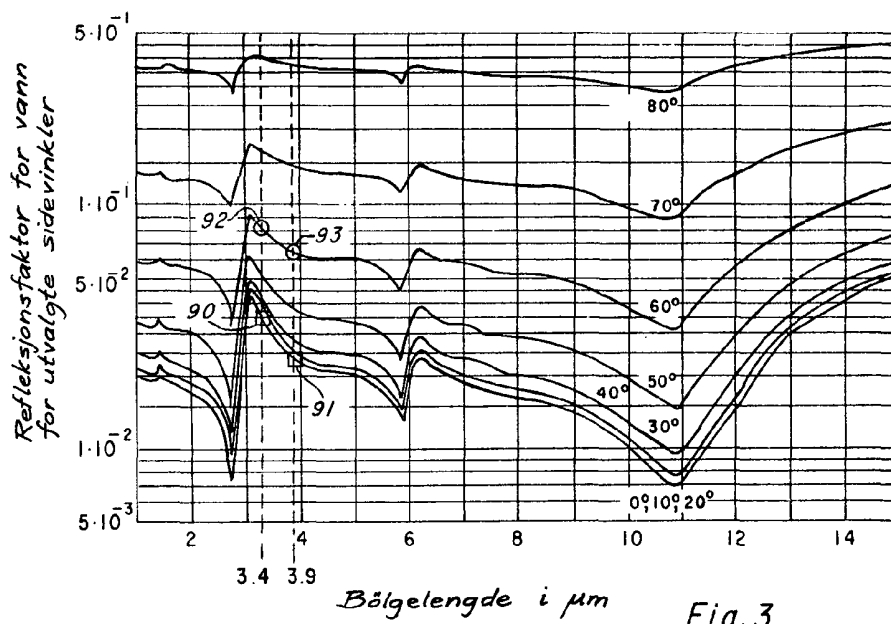


Fig. 3

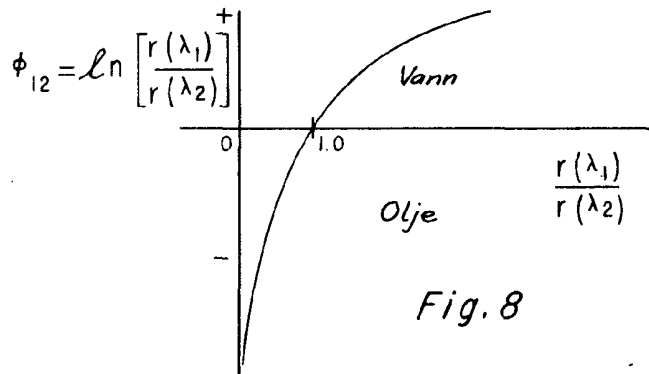
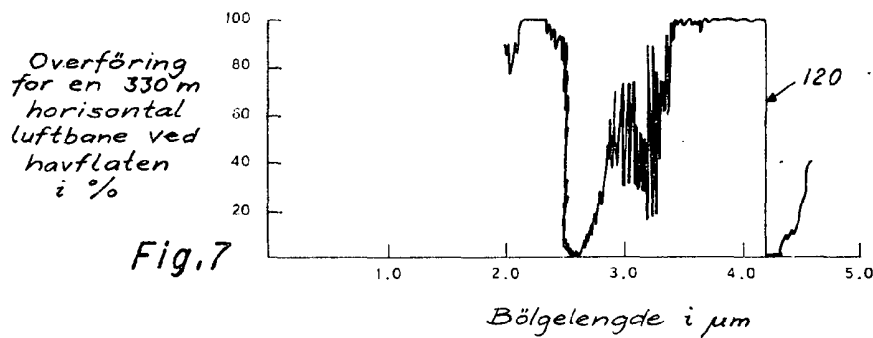
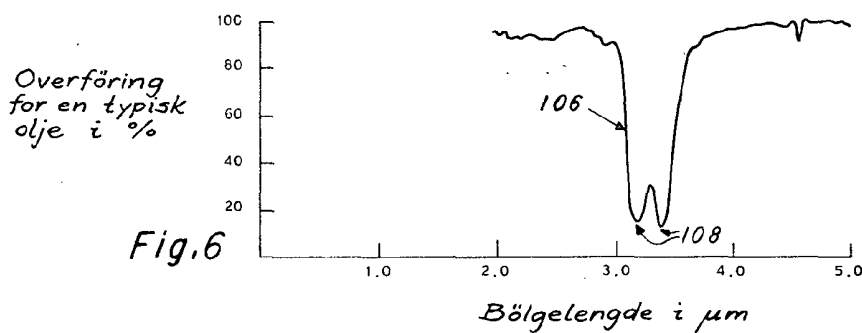
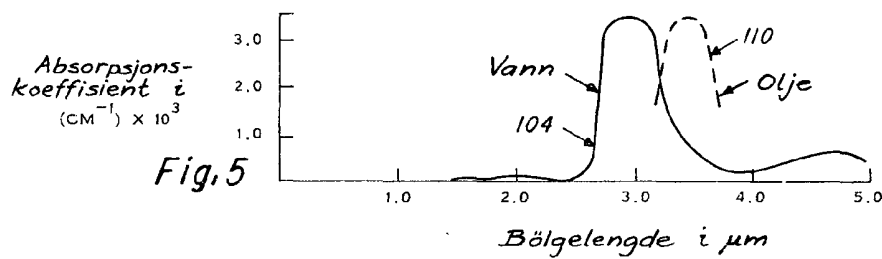
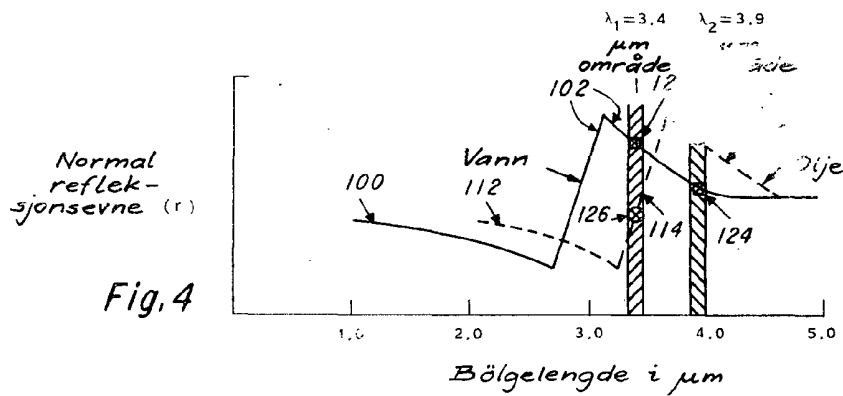


Fig. 8

135004



135004

