



PATENTDIREKTORATET  
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 5669/84

(51) Int.Cl.<sup>5</sup> F 17 D 5/00

(22) Indleveringsdag: 29 nov 1984

(41) Alm. tilgængelig: 31 maj 1985

(44) Fremlagt: 25 mar 1991

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 30 nov 1983 GB 8331914

(71) Ansøger: \*British Gas plc; 152, Grosvenor Road; London SW1V 3JL, GB

(72) Opfinder: Malcolm Roderic \*Wormald; GB, Lionel Gilbert \*Sanders; GB, Colin Geoffrey \*Clayton; GB

(74) Fuldmægtig: International Patent-Bureau

(54) Fremgangsmåde og apparat til undersøgelse af nedgravede rørledninger

5669-84

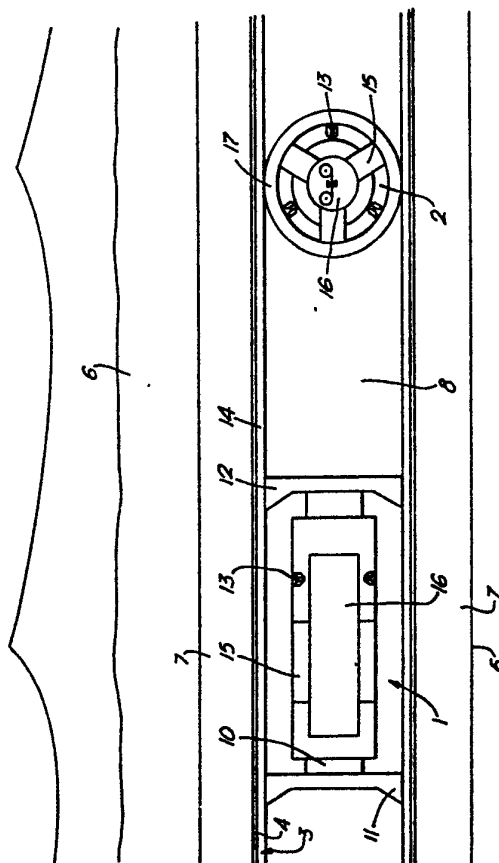
(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammen drag:

5669-84

Fremgangsmåde og apparat til undersøgelse af omgivelserne for en nedgravet rørledning (3), hvorved der udføres bestråling af den indre væg (14) af rørledningen med neutroner fra en radioaktiv kilde (13), der bæres af et undersøgelsesapparat (1, 2), der gennemløber rørledningen, måling med en detektor (15) af intensiteten af ioniserende stråling i rørledningen hidrørende fra nucleare reaktioner, der optræder i rørledningens beklædning og omgivelser og hidrører fra de af kilden udsendte neutroner, samt registrering af den målte intensitet af den ioniserende stråling sammen med data, der repræsenterer positionen af undersøgelsesapparatet langs rørledningen. Herved opnås en mere ensartet fordeling af strålingen end den, der kan opnås i kendte apparater, hvis virkning beror på den naturligt forekommende radioaktivitet i de materialer, der omgiver rørledningen. Der fås endvidere en større intensitet af den ioniserende stråling end i de kendte apparater.

Fig. 1.



Opfindelsen angår undersøgelse af nedgravede rørledninger til bestemmelse af tilstanden og arten af ledningens omgivelser.

Til beskyttelse af undersøiske rørledninger mod  
5 den korroderende virkning af havvand og den eventuelle beskadigelse fra skibsankre, er sådanne rørledninger sædvanligvis beklædt med bitumen og beton og nedgravede i havbunden med et godt underlag til undgåelse af for stærke påvirkninger i rørledningen.

10 Bevægelser i havet kan imidlertid medføre, at havbundsmaterialerne fjernes eller fluidiseres, hvilket har til følge, at rørledningen kan blive blottet eller dens understøtning fjernet, hvorved den kan blive udsat for vibrationer hidrørende fra hvirveldannelse. Ydre be-  
15 skadigelse eller erosion kan fjerne noget af beton- eller bitumenmaterialet, således at opdriften på dele af rørledningen bliver større end vægten, og den kan udsættes for accelereret korrosion. Beskadigelser af rørledningen er meget kostbare at reparere, vil sandsynligvis  
20 føre til et alvorligt produktionstab og, hvis det drejer sig om en olierørledning, til omfattende forurening af havet.

Det er derfor af yderste vigtighed, at den gode tilstand eller arten af rørledningens omgivelser, dvs.  
25 beklædningen, de lag, hvori rørledningen er nedgravet og understøtningen, undersøges fra tid til anden, således at afhjælpningsforanstaltninger kan sættes ind i god tid, hvis det viser sig nødvendigt. Nutildags udføres sådanne undersøgelser visuelt og/eller ved hjælp af si-  
30 deskanderende sonar fra neddykkede apparater, der slæbes langs rørledningen og betjenes fra overfladefartøjer. Under mindre besværlige omstændigheder, kan der benyttes dykkere. Sådanne undersøgelsesmetoder kan kun udføres tilfredsstillende under rimelige vejrforhold, når både  
35 bølgebevægelser og uklarheden af vandet er ringe.

En fremgangsmåde til undersøgelse af den tilfredsstillende tilstand for omgivelserne for nedgravede

rørledninger fremgår af GB patentskrift nr. 1.563.540, hvor intensiteten af nuclear ioniserende stråling, der hidrører fra nucleare reaktioner, der optræder naturligt i de materialer, der omgiver rørledningen, og 5 trænger gennem rørledningens væg, måles ved hjælp af et med instrumenter forsynet apparat, der transporteres gennem rørledningen. I en udførelsesform for den i det nævnte patentskrift beskrevne opfindelse måles gamma-stråleintensitetsspektret, og dette sammenlignes med et 10 spektrum, der er optaget ved en tidligere lejlighed og eventuelle forskelle detekteres og noteres. Ved en anden udførelsesform, er et antal detektorer anbragt symmetrisk om apparatets akse, og deres udgangssignaler sammenlignes med hinanden. Enhver stor forskel angiver en 15 tilsvarende forskel i rørledningens omgivelser.

De undersøgelsesmetoder, der fremgår af det nævnte patentskrift lider af den mangel, at de begge bygger på den ensartede fordeling af naturligt forekommende radioaktive materialer i rørledningens omgivelser 20 og en sådan behøver ikke altid at forekomme. Desuden har de naturligt forekommende gammestråler forholdsvis små energier, og de dæmpes betydeligt af betondelen af rørledningens beklædning. Desuden kræves der ved den første metode en lagring af en stor mængde data, hvilket reducerer den strækning af rørledningen, der kan undersøges 25 ad gangen.

Ifølge den foreliggende opfindelse er der tilvejebragt en fremgangsmåde til bestemmelse af den gode tilstand af en rørlednings omgivelser, medens gas, olie 30 eller andet fluidum fortsat strømmer gennem den, hvilken rørledning oprindelig har en betonballastbeklædning og oprindelig er nedgravet i havbunden eller et andet vandmassiv, hvilken fremgangsmåde omfatter brug af detektorer, der er følsomme overfor ioniserende stråling, hvilke 35 detektorer bæres af et undersøgelsesapparat, der bevæger sig i rørledningen, og er anbragt omkring den

langsgående centrale akse for undersøgelsesapparatet, hvilken fremgangsmåde yderligere omfatter registrering i undersøgelsesapparatet af data udledt af udgangssignalerne fra detektorerne og data, der repræsenterer positionen af undersøgelsesapparatet langs rørledningen, og er ejendommelig ved generering af ioniserende stråling ved at forårsage vekselvirkning mellem på den ene side belægningen og andet materiale, der dækker rørledningen, herunder vand, hvis det er tilstede, og på den anden side de afgivet stråling, der udstråles af i det mindste én kilde, der bæres af undersøgelsesapparatet, idet detektorerne er skærmet således, at hver detektor primært reagerer på ioniserende stråling fra de af vekselvirkningerne, der forekommer i et respektivt enkelt af et antal synsfelter, der hvert strækker sig delvis rundt om rørledningen, hvorved data fra hver detektor er repræsentativ for ioniserende stråling fra vekselvirkningerne i det respektive synsfelt, og, efterhånden som undersøgelsesapparatet bevæger sig gennem rørledningen, registrering i undersøgelsesapparatet for hver detektor af respektive data, der er repræsentative for den ioniserende stråling.

En form for undersøgelsesapparat til brug ved udøvelse af fremgangsmåden ifølge opfindelsen omfatter et chassis, der bærer detektorer, der er følsomme overfor ioniserende stråling og er anbragt omkring den centrale længdeakse for undersøgelsesapparatet, midler, der tilvejebringer data, der er repræsentative for positionen af undersøgelsesapparatet langs rørledningen og et lager til registrering af disse data og yderligere data udledt fra detektorerne, og er ejendommeligt ved, at undersøgelsesapparatet kun har én kilde, der er placeret på den centrale længdeakse for røret, og som udsender stråling, og skærmningsmateriale, der skærmer detektorerne mod direkte bestråling af den udsendte stråling, og som sikrer, at hver detektor primært er følsom over-

for den ioniserende stråling fra de af vekselvirkningerne, der forekommer i det respektive ene af et antal synsfelter, der hvert strækker sig delvis omkring rørledningen, et vindue eller vinduer i skærmmningsmaterialet, der tillader den afgivne stråling at udstråle fra  
5 kilden langs veje, der undgår detektorerne, idet respektive data for hver detektor registreres af et registreringsapparat:

En anden form for undersøgelsesapparat til brug  
10 ved udøvelse af fremgangsmåden ifølge opfindelsen omfatter et chassis, der bærer detektorer, der er følsomme overfor ioniserende stråling og er anbragt omkring den centrale længdeakse for undersøgelsesapparatet, midler, der tilvejebringer data, der er repræsentative for po-  
15 sitionen af undersøgelsesapparatet langs rørledningen, og et lager til registrering af disse data og yderligere data udledt fra detektorerne, og er ejendommeligt ved kilder, der er placeret omkring den centraleakse for undersøgelsesapparatet, og som udsender stråling, og  
20 skærmmningsmateriale, der skærmer detektorerne mod direkte bestråling af den udsendte stråling, og som sikrer, at hver detektor primært er følsom for den nævnte ioniserende stråling, et vindue eller vinduer i skærmmningsmaterialet, der tillader den afgivne stråling at udstrå-  
25 le fra kilderne langs veje, der undgår detektorerne, idet respektive data for hver detektor registreres af et registreringsapparat.

Fortrinsvis registreres dataene for senere analyse. Detektorerne kan være placeret i én position eller  
30 i mere end én position langs længderetningen af undersøgelsesapparatet.

Den ioniserende stråling kan være gammastråler eller termiske neutroner. De registrerede data kan fx være gammastrålespektre eller neutronabsorptionsspektre,  
35 og kan optages regelmæssigt med faste afstandsinkrementer langs rørledningen eller faste tidsinkrementer, el-

ler med et andet markeringskriterium fx hver rørledningssektion eller brøkdelt deraf, som indikeret ved detektionen af samlinger i rørledningen. Spektrene kan lagres i deres helhed eller blot udvalgte dele lagres, 5 eller de kan bearbejdes før lagring, fx kan forholdet mellem modsvarende dele af successive spektre bestemmes og lagres. Data kan udvælges til lagring enten kontinuerligt for givne områder af rørledningen, eller når en afvigelse fra en norm forekommer. Normen kan fx være bestemt ved hjælp af en temporær lagring og midling af data fra en eller flere tidligere rørledningssektioner, 10 eller normen kan fx være forudindstillet, før undersøgelsesapparatet indføres i rørledningen.

Fortrinsvis er flere individuelle detektorer anbragt symmetrisk til iagttagelse af rørledningens indervæg radialt med henblik på frembringelse af information med hensyn til azimuth af den målte ioniserende stråling.

Midlerne til registrering af de målte intensiteter af den ioniserende stråling kan også være indrettet til kun at registrere parameteren, når den afviger fra en forudbestemt værdi, der vides at angive en tilfredsstillende beklædt og nedgravet rørledning, sammen med passende positionsdata, når en sådan afvigelse fra den specificerede værdi for parameteren optræder. 20

En passende neutronkilde er en mængde Californium-252 og passende gammastråledetektorer er NaI (TL)-scintillationsdetektorer. 25

Opfindelsen forklares nærmere i det følgende ved hjælp af et udførelseseksempel under henvisning til tegningen, hvor 30

fig. 1 viser en del af en undersøisk rørledning, hvori der findes to typer af undersøgelsesapparater ifølge opfindelsen,

fig. 2 et blokdiagram over instrumenteringen i apparaterne i fig. 1, 35

fig. 3 et længdesnit gennem en del af et undersøgelsesapparat ifølge opfindelsen,

fig. 4 et blokdiagram over instrumenteringen i apparatet i fig. 3, og

fig. 5 et blokdiagram over en anden instrumentering til brug i apparatet i fig. 3.

5 I fig. 1 er vist to undersøgelsesapparater i en rørledning. Det første undersøgelsesapparat 1 er baseret på en "gris" f.eks. af den type, der benyttes til adskillelse af forskellige fluida, der transporteres i en rørledning eller til rensning af en rørlednings in-  
10 derside. Det andet undersøgelsesapparat 2 er baseret på en oppustet gummikugle. I begge tilfælde er apparaterne bestemt til at transporteres gennem rørledningen af det medium, der strømmer igennem den.

Undersøgelsesapparaterne 1 og 2 er vist i et  
15 stykke stålrørledning 3, der er beklædt med et lag bitumen 4, der kan indeholde fibrøst materiale såsom en filt af eller vævede glasfibre som forstærkende middel. Rørledningen 3 er lagt i en udgravning 5 i havbunden 6. Rørledningen 3 er indlejret i beton 7  
20 før udgravningen blev fyldt igen.

Undersøgelsesapparatet 1 består af et cylindrisk chassis 10, der understøttes mellem to stempler 11 og 12, der passer i rørledningen 3, således at undersøgelsesapparatet 1 kan fremføres gennem rørled-  
25 ningen 3 af det medium 8, der strømmer gennem rørledningen. Ved forenden af chassiset 10 i undersøgelsesapparatet 1 findes seks separate Californium-252-neutronkilder 13. Neutronkilderne 13 er indrettet til en ensartet bestråling af væggen 14 i rørledningen 3.  
30 Neutronkilderne 13 er monteret i og afskærmet af chassiskonstruktionen 10 i apparatet 1. Bag neutronkilderne 13 findes seks NaI(Tl)-scintillations-gammastråledetektorer 15. Detektorerne 15 har samme indbyrdes afstand rundt om chassiset 10 i undersøgelsesapparatet 1, således at de sammen iagttager hele  
35 den indre overflade af væggen 14 i rørledningen 3.

Udgangssignalerne fra scintillations-gammastråledetektorerne 15 tilføres et batteridrevet elektronik- og registreringsmodul 16, hvortil signaler, der repræsenterer positionen af undersøgelsesapparatet langs rørledningen, også føres. Positionssignalerne kan afledes enten fra tidsimpulser under den forudsætning, at undersøgelsesapparatet 1 passerer gennem rørledningen 3 med en konstant hastighed, eller de kan frembringes ved at tælle antallet af samlinger mellem sektioner af rørledningen 3, der er passeret af apparatet 1. Disse samlinger kan detekteres ved den forstyrrende effekt de har på de gammastrålespektre, der bestemmes af gammastråledetektorerne 15. Der kan også benyttes en mekanisk eller tidsbaseret positionsdatasignalgenerator. 15 Hver gammastråledetektor 15 har sin egen identificerede indgangskanal til modulet 16, således at azimuth for gammastrålerne kan bestemmes.

De seks separate neutronkilder kan erstattes af en enkelt kilde på centerlinien i apparatet og indrettet 20 til at bestråle væggen 14 i rørledningen 3 via en med huller forsynet afskærmning, der omgiver den centrale kilde.

Det andet i fig. 1 viste undersøgelsesapparat er baseret på en oppustet gummikugle 17, der atter fremføres 25 gennem rørledningen af det medium, der strømmer gennem den. De komponenter i det sfæriske undersøgelsesapparat 2, der svarer til komponenter i det cylindriske undersøgelsesapparat 1 og har samme formål, er angivet ved de samme henvisningsnumre. Hovedforskellen 30 ligger i antallet af kilde/detektorpar. I undersøgelsesapparatet 1 er seks par anbragt i et enkelt plan vinkelret på apparatets længdeakse. I undersøgelsesapparatet 2 er kilde/detektorparrene anbragt i tre dimensioner, så de kan iagttage hele rumvinklen  $2\pi$ .

35 I fig. 2 er der vist en enkelt kanal i databasehåndlings og -registreringssystemet i elektronik- og re-

gistreringsmodul 16. Signaler, der repræsenterer de gammastråler, der falder på en af gammastråledetektorerne 15, forstærkes i en forforstærker 20 og føres til en analog/digital-omsætter 21. Udgangssignalerne fra A/D-omsætteren 21 føres til et korttidslager 22 og direkte til en lagersammenligner 24. Efter en forsinkelse på nogle sekunder afgives de registrerede gammastråledatasignaler til lagersammenligner 24 via en lagerbuffer 25 og erstattes af nye signaler fra A/D-omsætteren 21. Denne opdatering udføres kontinuerligt. De direkte og de lagrede gammastrålesignaler sammenlignes i lagersammenligner 24. Hvis de er stort set ens, kommer der ikke noget udgangssignal fra lagersammenligner 24. Hvis de to sæt gammastråledatasignaler afviger fra hinanden med mere end en forudbestemt værdi, frembringer lagersammenligner 24 et udgangssignal, der tilføres en dataprocessor 25, der reducerer det til en form, der er egnet til registrering i en høj-tæthedsbåndoptager 26. Dataprocessoren 25 frembringer også et styresignal, der aktiverer en styreenhed 27. Styreenheden 27 bevirker, at båndoptageren 26 kun tilkobles, når der er et udgangssignal fra dataprocessoren 25 og bevirker også, at markeringssignaler fra en afstandsmarkør 28 tilføres båndoptageren 26.

I praksis er alle kredsløbskomponenterne fra A/D-omsætteren 21 flerkanalkomponenter, idet der findes en kanal for hver gammastråledetektor 15. Detektorerne har hver sin forforstærker 20.

Elektronik- og registreringsmodul 16 effektivt forsynes fra et batteri 29 og en højspændingsgenerator 30.

Afstandsmarkøren 28 tæller antallet af rørledningssamlinger, der er passeret af undersøgelsesapparatet fra den position, hvor det blev indført i rørledningen. Samlingerne kan detekteres mekanisk eller ved deres virkning på gammastrålespektret i rørledningen ved de

positioner, hvor de findes. Positionen af en registreret ændring i rørledningens omgivelser kan altså bestemmes indenfor én rørledningssektion.

Hvis omstændighederne er sådan, at undersøgelses-  
5 apparaterne 1 og 2 kan antages at passere gennem rørledningen 3 med konstant hastighed, kan positionsmarkeringssignalerne også afledes fra tidsimpulser, der tælles af afstandsmarkøren 28.

Ved kun at registrere markante ændringer i gamma-  
10 stråledatasignalerne svarende til store forskelle i omgivelserne for rørledningen 3, er det muligt at inspicere store strækninger af rørledningen 3 ved et enkelt gennemløb af undersøgelsesapparaterne 1 eller 2.

I fig. 3, hvor genstande, der svarer til genstan-  
15 de i udførelsesformen i fig. 1, er angivet ved de samme henvisningsnumre, bærer undersøgelsesapparatet 1, hvoraf der kun er vist en del, en ring af separate Californium-252-neutronkilder 13, der er anbragt så de ensartet bestråler den indre flade af væggen 14 i  
20 rørledningen 3. Bag neutronkilderne 13 findes to grupper af NaI (Tl)-scintillations-gammastråledetektorer 15. Gammastråledetektorerne i hver gruppe er anbragt med ens indbyrdes afstande rundt om apparatet 1, således at de sammen kan iagttage hele den indre flade  
25 af væggen 14 i rørledningen 3. Hver gruppe af gammastråledetektorer 15 er indskudt mellem to ringe af en tungmetalafskærmning 31, der sikrer, at gammastråledetektorerne 15 kun er følsomme overfor gammastråler, der i tilnærmelsesvis radiale retninger kommer ind fra  
30 ydersiden af undersøgelsesapparatet 1. Neutronkilderne 13, gammastråledetektorerne 15 og afskærmningsringene 31 er alle placeret så tæt ved omkredsen af undersøgelsesapparatet 1, som det er praktisk muligt, og de er indlejrede i et neutronafskærmende medium 32.

35 Det neutronafskærmende medium 32 må være således, at det ikke frembringer indfangnings-gammastråler

eller uelastisk spredte gammastråler. Et passende materiale er et borholdigt plastmateriale. Resten af undersøgelsesapparatet svarer til de allerede beskrevne, og vil derfor ikke blive forklaret nærmere.

5           Databehandlingssystemet er imidlertid anderledes, og det er vist i fig. 4. Systemet er kun vist for en enkelt af gammastråledetektorerne 15. I praksis kan enten hver detektor 15 have sin egen tilknyttede databehandlingskanal eller de kan være multiplekskoblede på en  
10 enkelt kanal for hver gruppe af gammastråledetektorer 15 eller på en enkelt kanal for alle gammastråledetektorerne 15. Som vist på tegningen er hver gammestråledetektor 15 knyttet til en impulsprocessor- og forstærkningsstabilisatorkobling 41, der standardiserer  
15 hver gammastråledetektor 15 i forhold til de andre, således at alle gammastråledetektorerne for en given gammastråleintensitet frembringer det samme udgangssignal. Udgangssignalerne fra impulsprocessor- og forstærkningsstabiliseringskoblingen 41 tilføres en diskrimi-  
20 nator 42, der er indrettet til at afskære signaler fra impulsprocessor- og forstærkningsstabiliseringskoblingen 41, der svarer til gammastråler med energier under 2,5 MeV, der hidrører fra hydrogen. Signalerne fra diskriminatorerne 42 tilføres tids/skalerings-kredsløb  
25 43, der reducerer dem til en standardform og i rækkefølge sender dem til et datalager 44. Data fra en positionsføler 45 tilføres også datalageret 44. Positionsdataene kan frembringes som ovenfor forklaret eller ved hjælp af et odometer, der virker ved hjælp af hjul,  
30 der hviler mod indersiden af væggen 14 i rørledningen 3. Datalageret 44 kan enten blot registrere de rå data, der tilføres det, eller det kan være indrettet til at behandle de tilførte data. Som ovenfor, kan data-processoren/lageret 44 være indrettet til kun at akti-  
35 vere dataregistreringsdelen, når den ovenfor omhandlede parameter afviger tilstrækkeligt fra en værdi, som vides at svare til en korrekt beklædt rørledning.

Det er nødvendigt at diskriminere over for gammastråler fra hydrogen, fordi intensiteten af disse gammastråler, da dette materiale omgiver rørledningen 3 ud til store afstande fra gammastråledetektorerne 15, er 5 ufølsomme over for tilstedeværelsen eller fraværet af materialet 6, der omgiver rørledningen.

Hvis det ønskes, kan der i stedet for gammastråler benyttes termiske neutroner som den ioniserende stråling. I dette tilfælde, kan detektorerne være  $^3\text{He}$  10 proportionale tællere. Sådanne detektorer har ikke de samme strenge krav med hensyn til forstærkningsstabilisering som scintillationsdetektorer, så det er ikke nødvendigt med diskriminatorer. Databehandlings/registreringssystemet kan derfor simplificeres ved udeladel- 15 se af disse komponenter således som vist i fig. 5.

En ulempe ved at anvende termiske neutroner som ioniserende stråling, er at følsomheden reduceres til omkring halvdelen af følsomheden ved gammastråler.

## P A T E N T K R A V

1. Fremgangsmåde til bestemmelse af den gode tilstand af en rørlednings omgivelser, medens gas, olie eller andet fluidum fortsat strømmer gennem den, hvilken 25 rørledning oprindelig har en betonballastbeklædning og oprindeligt er nedgravet i havbunden eller et andet vandmassiv, hvilken fremgangsmåde omfatter brug af detektorer, der er følsomme overfor ioniserende stråling, hvilke detektorer bæres af et undersøgelsesapparat, der 30 bevæger sig i rørledningen, og hvor detektorerne er anbragt omkring den langsgående centrale akse for undersøgelsesapparatet, hvilken fremgangsmåde yderligere omfatter registrering i undersøgelsesapparatet af data udledt af udgangssignalerne fra detektorerne og data der repræ- 35 senterer positionen af undersøgelsesapparatet langs rørledningen, k e n d e t e g n e t ved generering af io-

niserende stråling ved at forårsage vekselvirkning mellem på den ene side belægningen (7) eller andet materiale (6), der dækker rørledningen, herunder vand, hvis det er tilstede, og på den anden side afgivet stråling, der  
5 udstråles af i det mindste én kilde (13), der bæres af undersøgelsesapparatet, idet detektorerne (15) er skærmet således, at hver detektor primært reagerer på ioniserende stråling fra de af vekselvirkningerne, der forekommer i et respektivt enkelt af et antal synsfelter,  
10 der hvert strækker sig delvis rundt om rørledningen, hvorved data fra hver detektor (15) er repræsentativ for ioniserende stråling fra vekselvirkningerne i det respektive synsfelt, og, efterhånden som undersøgelsesapparatet bevæger sig gennem rørledningen, registrering i undersøgelsesapparatet for hver detektor af re-  
15 spektive data, der er repræsentative for den ioniserende stråling.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g -  
n e t ved, at de nævnte data bearbejdes for, for hver  
20 af de nævnte detektorer, at generere bearbejdede data, der er repræsentative for successive energispektre for den ioniserende stråling.

3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g -  
n e t ved, at de bearbejdede data benyttes til dannel-  
25 se af successive forhold udfra dele af successive spektre for hver af detektorerne, idet disse forhold for hvert af de respektive synsfelter indikerer tilstedeværelsen eller fraværet af det pågældende materiale (6,7).

30 4. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g -  
n e t ved, at undersøgelsesapparatet kun bærer én kilde placeret på den centrale længdeakse.

5. Fremgangsmåde ifølge krav 1, 2 eller 3, k e n d e t e g n e t ved, at undersøgelsesapparatet  
35 bærer adskillige kilder (13) placeret omkring den centrale længdeakse.

6. Fremgangsmåde ifølge et vilkårligt af de foregående krav, k e n d e t e g n e t ved, at undersøgelsesapparatet bærer et enkelt arrangement af detektorer (15).

5        7. Fremgangsmåde ifølge et vilkårligt af kravene 1-4, k e n d e t e g n e t ved, at undersøgelsesapparatet bærer to arrangementer af detektorer (15), idet arrangementerne er placeret med forskellig afstand fra den enkelte kilde eller fra de adskillige kilder (13).

10       8. Undersøgelsesapparat til brug ved udøvelse af fremgangsmåden ifølge krav 1, der omfatter et chassis, der bærer detektorer, der er følsomme overfor ioniserende stråling og er anbragt omkring den centrale længdeakse for undersøgelsesapparatet, midler, der tilvejebringer data, der er repræsentative for positionen af  
15 undersøgelsesapparatet langs rørledningen og et lager til registrering af disse data og yderligere data udledt fra detektorerne, k e n d e t e g n e t ved, at undersøgelsesapparatet kun har én kilde, der er placeret på den  
20 centrale længdeakse for røret, og som udsender stråling, og skærmmingsmateriale (31,32), der skærmer detektorerne (15) mod direkte bestråling af den udsendte stråling, og som sikrer, at hver detektor (15) primært er følsom overfor den ioniserende stråling fra de af vekselvirk-  
25 ningerne, der forekommer i det respektive ene af et antal synsfelter, der hvert strækker sig delvis omkring rørledningen, et vindue eller vinduer i skærmmingsmaterialet (31,32), der tillader den afgivne stråling at udstråle fra kilden langs veje, der undgår detektorerne  
30 (15), idet respektive data for hver detektor (15) registreres af et registreringsapparat (26).

9. Undersøgelsesapparat til brug ved udøvelse af fremgangsmåden ifølge krav 1, der omfatter et chassis, der bærer detektorer, der er følsomme over for ionise-  
35 rende stråling og er anbragt omkring den centrale længdeakse for undersøgelsesapparatet, midler der tilveje-

bringer data, der er repræsentative for positionen af undersøgelsesapparatet langs rørledningen, og et lager til registrering af disse data og yderligere data udledt fra detektorerne, k e n d e t e g n e t ved kilder  
5 (13), der er placeret omkring den centrale længdeakse for undersøgelsesapparatet, og som udsender stråling, og skærmningsmateriale (31,32), der skærmer detektorerne (15) mod direkte bestråling af den udsendte stråling, og som sikrer at hver detektor (15) primært er følsom for  
10 den nævnte ioniserende stråling, et vindue eller vinduer i skærmningsmaterialet (31,32), der tillader den afgivne stråling at udstråle fra kilderne (13) langs veje, der undgår detektorerne (15), idet respektive data for hver detektor (15) registreres af et registreringsapparat  
15 (26).

10. Undersøgelsesapparat ifølge krav 8 eller 9 til udøvelse af fremgangsmåden ifølge krav 2, k e n - d e t e g n e t ved midler (25; 44), der for hver detektor (15) bearbejder første data for fremstilling af  
20 de bearbejdede data, der repræsenterer spektrene.

11. Undersøgelsesapparat ifølge krav 8, k e n - d e t e g n e t ved, at detektorerne (15) alle ligger i samme afstand fra kilden.

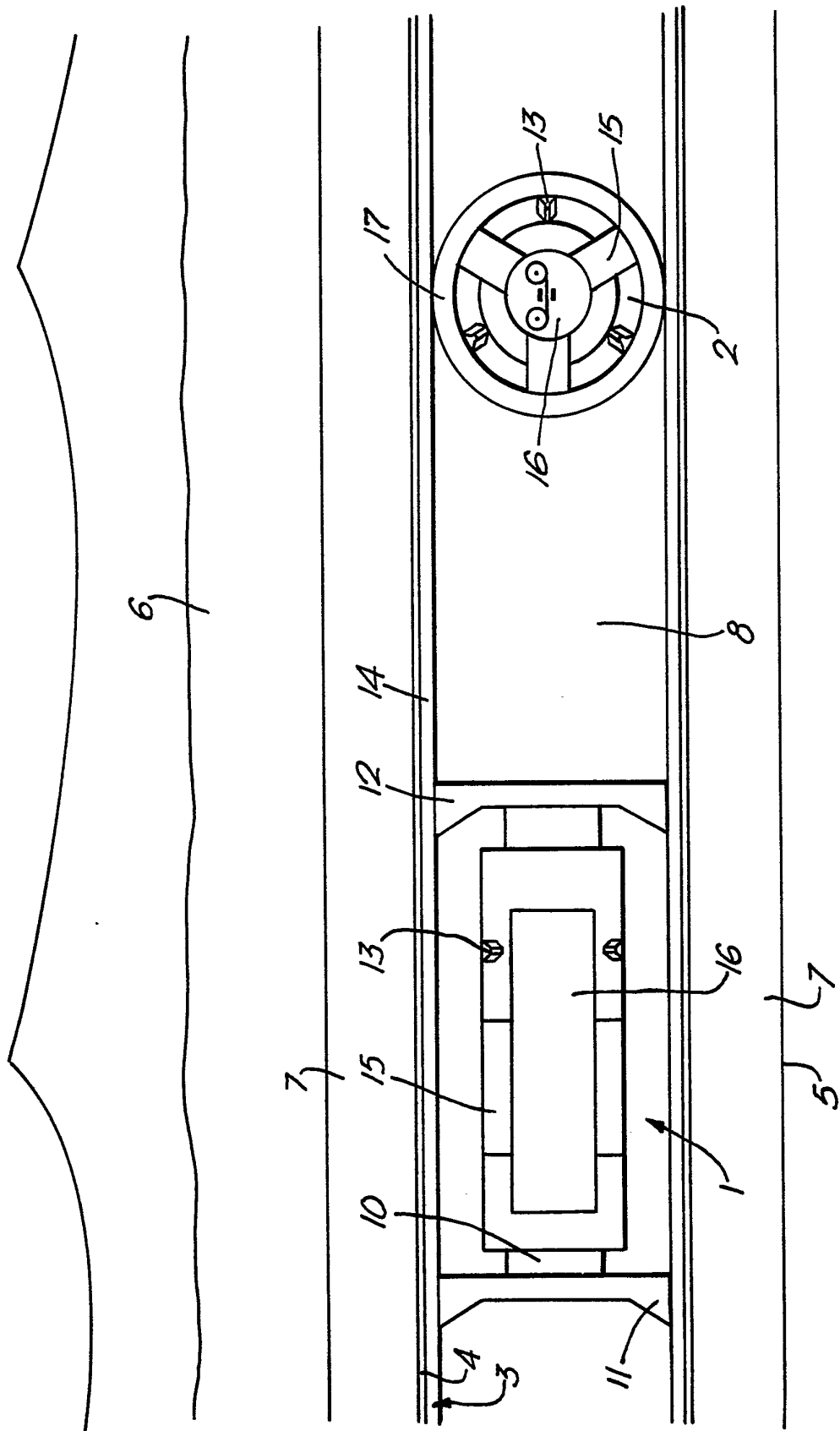
12. Undersøgelsesapparat ifølge krav 8, k e n - d e t e g n e t ved, at detektorerne (15) er anbragt i to arrangementer med forskellige afstande fra kilden i længderetningen af undersøgelsesapparatet.

13. Undersøgelsesapparat ifølge krav 9, k e n - d e t e g n e t ved, at antallet af detektorer (15) er  
30 lig med antallet af kilder (13), for dannelselse af kilde-detektorpar, der ligger i respektive planer, der skærer hinanden i den omtalte akse, idet afstanden mellem kilden (13) og detektoren (15) i hvert par er den samme som afstanden i ethvert andet par.

35 14. Undersøgelsesapparat ifølge krav 9, k e n - d e t e g n e t ved, at en første og en anden detektor

(15) er anbragt for hver kilde (13) for dannelse af kilde - detektor - detektor trekombinationer, der ligger i respektive planer, der skærer hinanden i den nævnte akse, idet afstandene mellem kilden (13) og den første  
5 henholdsvis den anden detektor (15) i hver trekombination er de samme som de respektive afstande i enhver anden trekombination.

Fig. 1.



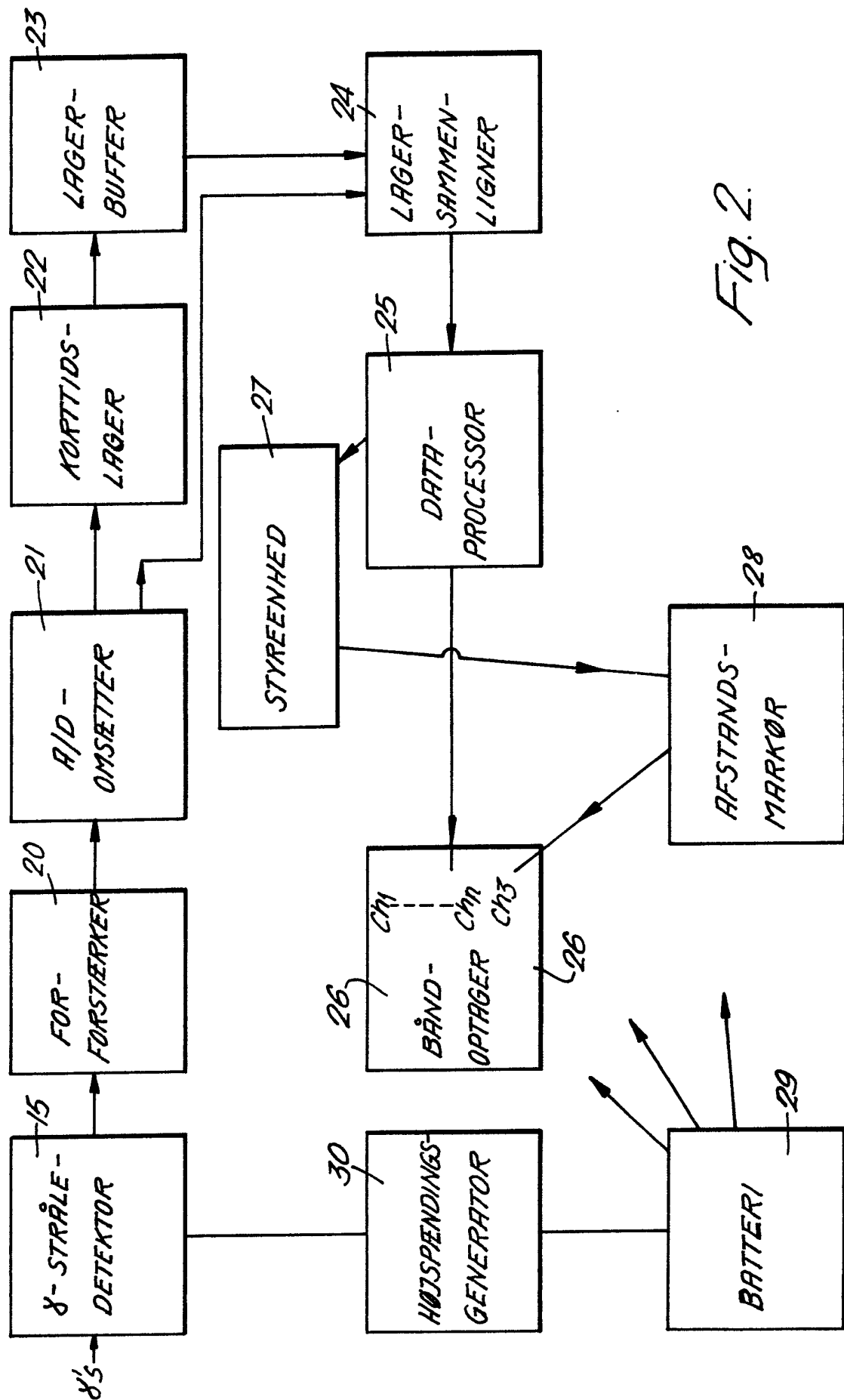


Fig. 2.

Fig. 3.

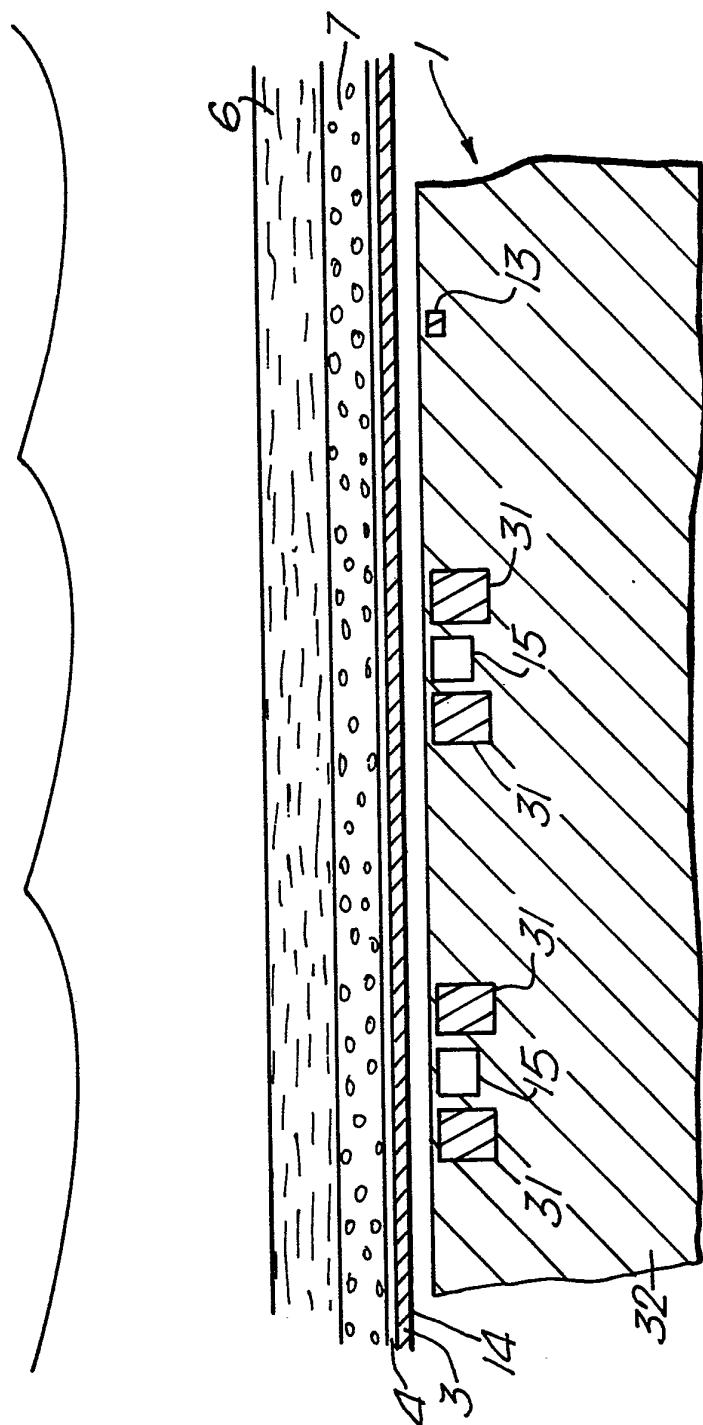


Fig. 4.

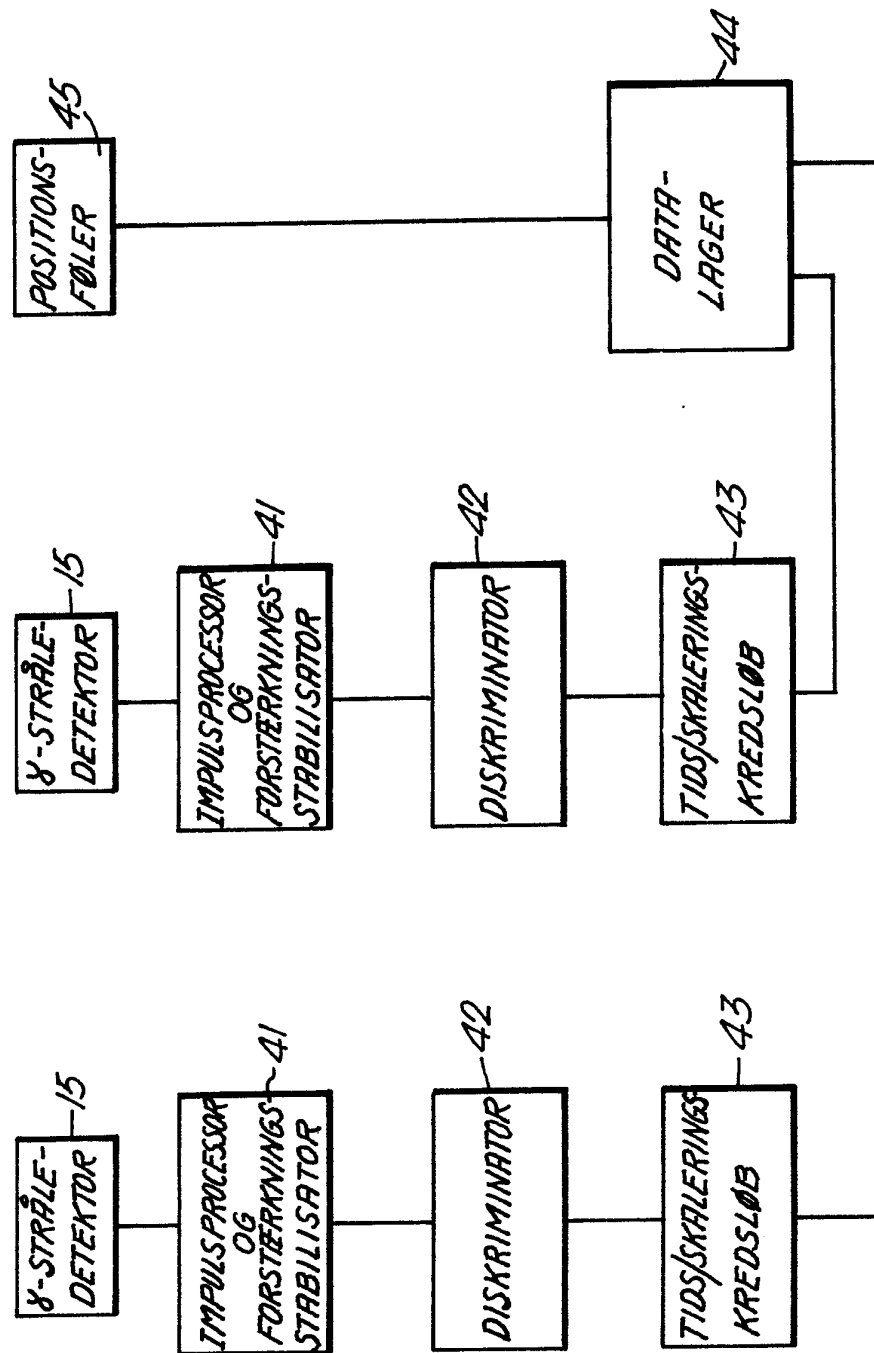


Fig. 5.

