



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 146294

(51) Int. Cl.³ E 21 B 49/00, 49/10

(21) Patentsøknad nr. 743711

(22) Inngitt 15.10.74

(24) Løpedag 15.10.74

(41) Alment tilgjengelig fra 21.04.75

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 24.05.82

(30) Prioritet begjært 18.10.73, USA,
nr. 407690, 407736

(54) Oppfinnelsens benevnelse Apparat for undersøkelse av
grunnformasjoner.

(71)(73) Søker/Patenthaver SCHLUMBERGER LIMITED,
277 Park Avenue,
New York, NY 10172,
USA.

(72) Oppfinner HAROLD J. URBANOSKY, Pearland, TX,
WILLIAM T. BELL, Houston, TX,
USA.

(74) Fullmektig Siv.ing. Rolf Larsen,
Bryn & Aarflot A/S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner Norsk (NO) patent nr. 139281, 141697

Inntil meget nylig har de såkalte "telegraflinje"-formasjonsundersøkelsesapparater som har hatt stor suksess i kommersiell bruk, for en stor del vært begrenset til å utføre bare en enkelt undersøkelse eller høyst to undersøkelser av valgte grunnformasjoner. Resultatet av disse undersøkelsene har vanligvis til en viss grad vært avhengig av at man på forhånd kjente den generelle karakter av de spesielle formasjoner som skulle undersøkes, slik at undersøkelsesapparatet kunne utstyres for å undersøke en formasjon med en gitt beskaffenhet.

Der hvor f.eks. formasjonene som skulle undersøkes, ble antatt å være temmelig kompakte og følgelig ikke lett eroderbare, har undersøkelsesapparater av den type som er beskrevet i US-patent nr. 3 011 554, vært meget effektive. I de tilfeller hvor undersøkelsene derimot skulle utføres i nokså løse eller ukonsoliderte formasjoner, har det vært vanlig å bruke nye og forbedrede apparater slik som beskrevet i US patent nr. 3 352 361, nr. 3 530 93 nr. 3 565 169 eller nr. 3 653 455. Som beskrevet i disse sistnevnte patentene, omfatter hvert av disse undersøkelsesapparatene et rørformet prøvetagningsorgan som er tilknyttet et filtreringsmedium med fluidumåpninger med en valgt, men uniform størrelse for å forhindre uønsket inntreden av ukonsoliderte formasjonsmaterialer i undersøkelsesapparatet. Med unntak av apparater beregnet for to formål slik som det som beskrives i US patent nr. 3 261 402, har disse typiske undersøkelsesapparatene for grunnformasjoner således vært meget gode til undersøkelser i formasjoner som man på forhånd vet er nokså tette eller forholdsvis ukonsoliderte. Siden alle disse tidligere kjente apparatene dessuten blir satt i virksomhet bare en gang for hver gang de "kjøres" i et borehull, har det vært vanlig ganske enkelt å velge på forhånd den spesielle størrelsen av filtermediet som man antar er best egnet for en gitt undersøkelsesoperasjon.

Et av de mest betydelige fremskritt på området har vært de nye og forbedrede undersøkelsesapparatene som kan opereres gjentatte ganger, slik som beskrevet i US patent nr. 3 780 575.

Som der beskrevet, er disse apparatene i stand til gjentatte ganger å ta et antall trykkmålinger fra forskjellige formasjoner så vel som å samle inn minst to fluidumprøver i løpet av en enkelt kjøring i et gitt borehull.

Skjønt disse nye og forbedrede undersøkelsesapparatene har

vist seg effektive, er der tilfeller hvor ytelsen til disse apparatene blir betydelig påvirket siden ikke noe filtreringsmedium er i stand til å arbeide effektivt med alle typer grunnformasjoner. Hvis f.eks. apparatet er utstyrt med et bestemt filter som er best egnet for å stoppe eksepsjonelt fine formasjonsmaterialer, vil strømningshastigheten for dette apparatet være meget begrenset der det er ganske tette formasjoner som blir undersøkt. Av større viktighet er det at i situasjoner som denne er det slett ikke uvanlig at filteret fort blir tilstoppet av slamkaken som vanligvis ligger på borehullsveggen mot en potensiell produserbar formasjon. En undersøkelse under slike forhold vil derfor ofte være resultatløs, om ikke misvisende, siden man ikke sikkert vil vite om formasjonen virkelig er uproduserbar eller om filteret ganske enkelt ble tilstoppet ved begynnelsen av undersøkelsen. Hvis apparatet derimot er utstyrt med et filter som er konstruert for bare å filtrere ut nokså store, løse formasjonsmaterialer, vil det ofte være en for stor inntreden av meget fine formasjonsmaterialer inn i apparatet når det brukes til å undersøke en meget ukonsolidert formasjon. Dette vil selvsagt ofte resultere i en fortsatt erosjon av formasjonsveggen rundt tetningsanordningen, slik at forbindelsen med formasjonen brytes raskt.

Dette forårsaker også en ufullstendig eller resultatløs undersøkelse.

Man vil selvsagt forstå at det er fullstendig upraktisk å skifte filteret i et slikt apparat for gjentatte undersøkelser mellom undersøkelser av forskjellige formasjonstyper i et gitt borehull. Dessuten kan man ikke være sikker på at beskaffenheten til de forskjellige formasjoner som gjennomløpes av et gitt borehull, på forhånd kan bestemmes pålitelig.

Det skal ytterligere henvises til norske patenter nr. 139.281 og 141.697, som angår apparater av samme art som det foreliggende oppfinnelse omhandler. Imidlertid innebærer disse kjente løsninger bruk av filteranordninger med passasjer som har jevn eller samme størrelse. Dette medfører tilbøyelighet til tilstopping av filteret på grunn av slamkaken.

Følgelig er det et formål med den foreliggende oppfinnelse å tilveiebringe et apparat til å oppnå et flertall pålitelige målinger av en eller flere fluidum- eller formasjons-

karakteristikker og også for selektiv innsamling av en eller flere prøver av fluider fra forskjellige jordformasjoner av enhver beskaffenhet selv der disse formasjonene varierer med hensyn til sammensetning og tetthet.

Nærmere bestemt og på bakgrunn av den kjente teknikk tar således denne oppfinnelse utgangspunkt i et apparat for undersøkelse av grunnformasjoner og innrettet til å henge ned i et borehull som har en slamkake avsatt på veggene mot grunnformasjoner som inneholder produserbare fluidumforekomster, omfattende:

et legeme som har en fluidumkanal innrettet til å motta forekommende fluidum,

en fluiduminnføringsanordning på legemet omfattende en fluiduminngang koblet til fluidumkanalen og innrettet til å bringes i berøring med borehullsveggen for å isolere en flate på denne fra borehullsfluider,

en anordning for selektivt å bringe fluiduminnføringsanordningen i anlegg mot en borehullsvegg for å bringe fluiduminngangen i forbindelse med grunnformasjonen utenfor den isolerte veggflate på borehullsveggen, og

en fluidumfiltreringsanordning anordnet samvirkende mellom fluidumkanalen og fluiduminngangen. Det nye og særegne ved apparatet ifølge oppfinnelsen består i at filtreringsanordningen omfatter et filterorgan som har i det minste én redusert filterpassasje dimensjonert for å holde tilbake løse formasjonspartikler, og i det minste én utvidet filterpassasje dimensjonert for å slippe gjennom slamkakepartikler, hvilken reduserte filterpassasje ligger oppstrøms for den utvidede filterpassasje i forhold til fluidumstrømningen gjennom fluiduminngangen til fluidumkanalen.

Med den her angitte løsning blir tilstopping av filteret på grunn av slamkaken forhindret, men allikevel blir det mulig å holde tilbake fine sandpartikler slik at erosjon av en ikke-konsolidert formasjon blir unngått.

I en utførelse av apparatet ifølge oppfinnelsen omfatter filterpassasjene i det minste én langstrakt sliss som har en utvidet endedel som utgjør den utvidede filterpassasje, og en redusert endedel som utgjør den reduserte filterpassasje.

I en annen utførelse av apparatet ifølge oppfinnelsen

146294

4

består filterpassasjene av et antall separate slisser med henholdsvis reduserte og utvidede bredder.

Oppfinnelsen sammen med ytterligere formål og fordeler vil best forstås ved hjelp av den følgende beskrivelse av en foretrukket utførelsesform av et nytt og forbedret apparat som anvender prinsippene i henhold til oppfinnelsen og som er illustrert på de vedføyde tegninger, der:

Fig. 1 viser deler på overflaten og nede i et borehull av et apparat for undersøkelse av formasjoner, omfattende nye og forbedrede fluiduminnføringsanordninger som innbefatter prinsippene i henhold til oppfinnelsen,

Fig. 2A og 2B er forstørrede snitt av to utførelsesformer av de nye og forbedrede fluiduminnføringsanordningene som er vist på fig. 1,

Fig. 3A og 3B viser sammen en noe skjematisk utgave av apparatet på fig. 1 i den form som er vist på fig. 2A, slik som apparatet vil se ut i sin utgangsstilling,

Fig. 4, 5, 6A og 6B viser henholdsvis de etterfølgende posisjoner av forskjellige komponenter i apparatet som er vist på fig. 3A og 3B i løpet av en typisk undersøkelses- og prøvetagningsoperasjon for generelt å illustrere virkemåten til de nye og forbedrede fluidumsinnløpsanordningene i henhold til oppfinnelsen,
og

Fig. 7A-9A, 7B-9B illustrerer skjematisk og i detalj de to

respektive utførelsesformer av de nye og forbedrede fluiduminnføringsanordningene i henhold til oppfinnelsen i forbindelse med forskjellige typer grunnformasjoner.

Det vises nå til fig. 1, der en foretrukket utførelsesform av den nye og forbedrede fluiduminnføringsanordningen 10 som innbefatter prinsippene i henhold til oppfinnelsen, er vist på et apparat 11 for undersøkelse av grunnformasjoner, slik som apparatet vil se ut under en typisk undersøkelses- og prøvetagningsoperasjon i en brønn, slik som borehullet 12, som trenger gjennom en eller flere grunnformasjoner, som ved 13 eller 14. Som vist, er apparatet 11 opphengt i borehullet 12 i den nedre ende av en vanlig flerleder kabel 15 som på vanlig måte er oppviklet på en passende vinde (ikke vist) på overflaten og koplet til overflatedelen av et apparatstyresystem 16 så vel som et vanlig registrerings- og indikeringsapparat 17 og en kraftforsyning 18. I den foretrukne utførelsesformen omfatter apparatet 11 et langstrakt legeme 19 som omslutter den delen av apparatstyresystemet 16 som befinner seg nede i hullet og bærer et selektivt utstrekkbart apparatforankringsorgan 20 anordnet på en eller flere stempeldrivmekanismer som ved 21 for bevegelse fra den motstående side av legemet i forhold til fluiduminnføringsanordningen 10, samt ett eller flere fluidumsamlekammere 22 og 23 som er tandemkoplet til den nedre ende av apparatlegemet 19.

Som beskrevet mer detaljert i US patent nr. 3 780 575, er det skisserte apparatet 11 og dets styresystem 16 samvirkende anordnet slik at ved kommando fra overflaten kan apparatet selektivt anbringes i en hvilken som helst av en eller flere av fem arbeidsposisjoner. Som kort forklart i det følgende, vil styresystemet 16 enten bevirke at apparatet suksessivt anbringes i en eller flere av disse posisjoner eller at apparatet selektivt veksler mellom forskjellige av disse arbeidsstillingene. Disse fem arbeidsposisjonene blir ganske enkelt oppnådd ved å bevege passende kontrollbrytere, som vist skjematisk ved 24 og 25, hvilke brytere er innbefattet i overflatedelen av styresystemet 16 og kan bevegges til forskjellige bryterposisjoner, som ved 26-31, slik at det selektivt tilføres energi til forskjellige ledere 32-38 i kabelen 15.

Den nye og forbedrede fluiduminnføringsanordningen 10 i henhold til oppfinnelsen er samvirkende anordnet for selektiv avstengning eller isolasjon av valgte deler av veggen i borehullet 12; og når en valgt del av borehullveggen er forseglet eller isolert

fra borehullsfluidene, etableres det trykk- eller fluidumforbindelse med den tilstøtende grunnformasjon, som ved 13. I de foretrukne utførelsesformer som er vist på fig. 2A og 2B, omfatter fluiduminnføringsanordningen en elastomerisk ringformet tetningspute 39 montert på den fremre flaten av et støtteelement eller en plate 40 som er koplet til et langsgående, atskilt par med i sidere retningen bevegbare stempeldrivmekanismer, som ved 41, som er maken til drivmekanismene 21 og er anordnet transversalt på apparatlegemet 19 for å bevege tetningsputen frem og tilbake i forhold til fremsiden av apparatlegemet. Ettersom styresystemet 16 selektivt tilfører en hydraulisk trykkvæske til stempeldrivmekanismene 41, vil følgelig tetningsputen 39 bli beveget sideveis mellom en tilbaketrukket posisjon ved den fremre side av apparatlegemet 19 og en fremskutt eller fremstrukket posisjon.

Ved å anordne det ringformede tetningselementet 39 på apparatet 19 på motstående side i forhold til apparatforankringsorganet 20 (fig. 1), vil samtidig utstrekning av disse to organer selvsagt tvinge tetningsputen i tettende inngrep med veggen i borehullet samtidig som apparatet blir holdt fast. Det skal imidlertid bemerkes at forankringsorganet 20 ikke er nødvendig hvis den effektive slaglengden til stempeldrivmekanismene 41 er tilstrekkelig til å sikre at tetningsputen 39 kan strekkes ut i fast tettende kontakt med en vegg i borehullet 12 med baksiden av apparatlegemet 19 fast forankret mot den motstående veggen i borehullet. Omvendt kunne stempeldrivmekanismene 41 likeledes utelates hvis utstrekning av forankringsorganet 20 alene ville kunne bevege forsiden av apparatlegemet 19 mot den ene veggen i borehullet 12, slik at tetningsputen 39 anbringes i fast tettende kontakt med denne. I den foretrukne utførelsesformen av apparatet til undersøkelse av formasjoner 11 er imidlertid både forankringsorganet 20 og fluiduminnføringsanordningen 10 anordnet for samtidig å kunne utstrekkes for å gjøre mulig at apparatet kan anvendes også i borehull med betydelige diametre. Denne foretrukne konstruksjon av apparatet 11 holder selvsagt den totale slaglengden til stempeldrivmekanismene 21 og 41 på et minimum, slik at den totale diameteren til apparatlegemet 19 reduseres.

Det vises nå til den første utførelsesform som er vist på fig. 2A, der det er vist at for å lede forekommende fluider inn i undersøkelsesapparatet 11, omfatter fluiduminnføringsanordningen 10 i

henhold til oppfinnelsen et utvidet, rørformet element 42 med en åpen fremre del koaksialt anbrakt inn i den ringformede tetningsputen 39 og en lukket, bakre del som er glidbart montert inne i et større, rørformet element 43 festet til den bakre flaten på platen 40 og som strekker seg bakover fra denne. Ved å anordne forenden av den rørformede fluiduminnføringsanordningen 42 slik at den normalt stikker frem en kort avstand i forhold til den fremre flaten av tetningsputen 39, vil utstrekningen av væskeinnføringsanordningen 10 bringe den fremre enden av fluiduminnførings elementet i kontakt med den tilstøtende veggoverflaten i borehullet 12 like før den ringformede tetningsputen også tvinges mot veggen for å isolere denne delen av borehullsveggen og forenden av fluidumsinnførings elementet fra borehullsfluidet. Betydningen av denne rekkefølgen vil bli forklart nedenfor. For selektivt å bevege det rørformede fluiduminnførings elementet 42 i forhold til det utvidede ytre elementet 43, er det minste rørformede elementet glidbart anordnet inne i det ytre rørformede elementet, og fluidumforseglet i forhold til dette ved hjelp av tetningsorganer 44 og 45 på innad utvidede endedeler 46 og 47 på det ytre elementet og et tetningselement 48 på den mellomliggende del 49 med utvidet diameter på det indre elementet.

Følgelig vil man forstå at ved hjelp av tetningsorganene 44, 45 og 48, er de innelukkede stempelkammere 50 og 51 avgrenset inne i det ytre, rørformede elementet 43 og på motsatte sider av den utad utvidede del 49 av det indre rørelementet 42 som selvsagt funksjonerer som et stempelement. Ved å tilføre et øket hydraulisk trykk i det bakre kammeret 50, vil således fluiduminnførings elementet 42 bli beveget fremover i forhold til det ytre rørformede element 43 og i forhold til tetningsputen 39. Omvendt ved tilførsel av øket hydraulisk trykk i det fremre stempelkammeret 51, idet fluiduminnførings elementet da vil bli trukket tilbake i forhold til det ytre elementet 43 og tetningsputen 39.

Trykk- eller fluidumforbindelse med den nye og forbedrede fluiduminnføringsanordningen 10 i henhold til oppfinnelsen blir fortrinnsvis styrt ved midler, slik som et hovedsakelig sylindrisk ventilorgan 52 som er koaksialt anbrakt inne i fluiduminnførings elementet 42 og samvirkende anordnet for aksial bevegelse mellom en tilbaketrukket eller åpen stilling og den viste fremre eller lukkede stilling hvor den utvidede forenden 53 til ventilorganet er i hovedsakelig, om ikke fullstendig, tettende inngrep med den

forreste indre del av fluiduminnføringsselementet 42. Den aksiale boringen 54 har et parti med redusert diameter fremover langs ventilorganet 52 til en eller flere tverrgående fluidumpassasjer 57 i den forreste del av ventilorganet like bak det utvidede hode 53.

For å frembringe aktiveringsanordninger for selektiv bevegelse av ventilorganet 52 i forhold til fluidumføringsselementet 42, er den bakre del av ventilorganet forstørret, som ved 58, og ytre og indre tetningsorganer 59 og 60 er koaksialt anbrakt på denne og i respektivt tettende inngrep med det indre av fluiduminnføringsselementet og det ytre av det rørformede element

55. Et tetningsorgan 61 montert rundt den mellomliggende del av ventilorganet 52 og i tettende inngrep med den indre veggen til den tilstøtende del av fluiduminnføringsselementet 42 tetter ventilelementet i forhold til fluiduminnføringsselementet. Følgelig vil man forstå at ved å øke det hydrauliske trykket i det utvidede stempelkammeret 62 som er avgrenset til det bakre av den utvidede ventildelen 58 som tjener som et stempelement, vil ventilorganet 52 bli beveget fremover i forhold til fluiduminnføringsselementet 42. Ved omvendt å tilføre et økt hydraulisk trykk i kammeret 63,

vil ventilelementet trekkes tilbake i forhold til fluiduminnføringsselementet 42.

Som før nevnt, vil man selvsagt forstå at mange grunnformasjoner, som ved 13, er relativt løse, og derfor lett eroderes når forekommende fluider trekkes ut. For derfor å eliminere enhver erosjon av betydning av slike løse formasjonsmaterialer, er fluiduminnføringsselementet 42 anordnet for å avgrense et indre ringformet rom 64 og en strømningspassasje 65 i den forreste ende av fluiduminnføringsselementet. Som beskrevet mer detaljert i det følgende under henvisning til fig. 7-9, blir formålet ved foreliggende oppfinnelse fortrinnsvis oppnådd ved å montere koaksialt et rørformet filterorgan 66 (eller 66') med slisser eller åpninger anordnet på en spesiell måte i forenden av fluiduminnføringsselementet 42, slik at det dekker det ringformede rommet 64. Når ventilorganet 52 er tilbaketrasket fra sin fremstikkende stilling inne i filteret, vil formasjonsfluider bli tvunget til å passere gjennom det nå frilagte filterorganet 66 foran det forstørrede hode 53 inn i det ringformede rommet 64 og så gjennom fluidumpassasjen 57 og det rørformede organet 55. Skulle så når ventilorganet 52 er

tilbaketrukket, løse formasjonsmaterialer eroderes fra en formasjon når formasjonsfluider trekkes ut fra denne, vil materialene bli stoppet av det anordnede filteret 66 foran det forstørrede hodet 53 på ventilorganet for derved raskt å danne en gjennomtrengelig barriere som hindrer fortsatt erosjon av løse formasjonsmaterialer straks ventilorganet stanser.

Det vises nå til den andre utførelsesformen i henhold til den foreliggende oppfinnelse som vist på fig. 2B, der den nye og forbedrede fluiduminnføringsanordningen 10 omfatter selektivt varierbare filtreringsanordninger 44' samvirkende anordnet på den fremre del av fluiduminnføringselementet 42 for selektivt å sikte mulige tilstoppende materialer med forskjellige partikkelstørrelser fra forekommende fluider som trer inn i forenden av fluiduminnføringselementet. I den foretrukne, illustrerte form av filtreringsanordningen 44' blir formålet med den foreliggende oppfinnelse best gjennomført ved å anbringe koaksialt et teleskopisk par med rørformede filterorganer 45' og 46' i den fremre del av fluiduminnføringselementet slik at de dekker et innover åpent ringformet kammer 64 i elementet 42. Av grunner som vil bli forklart nedenunder, er det ytre filterorganet 46' festet, f.eks. med gjenger 48', til fluiduminnføringselementet 42, og det indre filterorganet 45' er samvirkende anordnet for aksial bevegelse mellom den svakt utstrukne stilling vist på fig. 2B og en mer tilbaketrukket stilling. Forspenningsanordninger slik som en eller flere fjærer eller Bellville-pakninger 49', er samvirkende anordnet mellom den utover forstørrede enden av det indre røret 45' og forparten til fluiduminnføringselementet 42 for normalt å holde det indre filtreringsorganet i den viste uttrukne stilling. Betydningen av denne anordningen av filtreringsanordningen 44' vil bli beskrevet nedenunder.

Ved å anordne forenden til det rørformede fluiduminnførings-elementet for normalt å stikke et kort stykke fram foran den forreste flaten til tetningsputen 39, vil utstrekning av fluiduminnføringsanordningen 10 bringe de fremre endene av fluiduminnførings-elementet 42 og det indre filterorganet 45' i inngrep med den overforliggende veggflaten i borehullet like før den ringformede tetningsputen også blir presset mot veggen for å isolere denne delen av borehullsveggen og også forendene av de to ringformede delene fra borehullsfluider på samme måte som ved utførelsen på fig. 2A.

Virkemåten til det rørformede fluiduminnføringselementet 42 på fig. 2B er den samme som beskrevet i forbindelse med utførel-

sesformen på fig. 2A. Når ventilorganet 52 følgelig er tilbaketrukket fra sin utstrukne stilling inne i filtereringsanordningen 44', vil formasjonsfluider bli tvunget til å passere gjennom de avdekkede fremre deler av de to filterorganene 45' og 46' foran det forstørrede hodet til ventilorganet, inn i det ringformede rommet 64, og så gjennom en fluidumpassasje 65 i fluiduminnførings-elementet 42 inn i fluidumpassasjen 57 og det rørformede element 55. Når ventilorganet 52 således er tilbaketrukket og løse formasjonspartikler trer inn i fluiduminnføringsanordningene 10, vil de tilstoppende materialene bli stanset av filteranordningen 44' foran det utvidede hodet 53 til ventilorganet for dermed raskt å danne en gjennomtrengelig barriere som hindrer fortsatt erosjon av løse formasjonsmaterialer straks ventilorganet stanser.

Det vises nå til fig. 3A og 3B hvor de nye og forbedrede fluiduminnføringsanordningene 10 og også hele den delen av styresystemet 16 som befinner seg nede i borehullet, apparatforankringsorganet 20 og fluidumoppsamlingskamrene 22 og 23 er skjematisk vist med de mange elementene, slik som de vil være anordnet når apparatet 11 er helt tilbaketrukket, og kontrollbryterene 24 og 25 er i sine første eller "av"-stillinger 26 (fig. 1). Siden det forannevnte US patent 3 780 575 beskriver styresystemet 16 og forskjellige komponenter i apparatet 11, antas det her nødvendig å beskrive bare hovedtrekkene.

En prøvetagnings- eller strømningsledning 67 er samvirkende anordnet i undersøkelsesapparatet 11 og har en ende koplet til, f.eks. ved hjelp av en fleksibel ledning 68, fluiduminnføringsanordningen 10, og dens andre ende slutter i et par grenledninger 69 og 70 henholdsvis koplet til fluidumoppsamlingskamrene 22 og 23. For å styre fluidumforbindelsen mellom fluiduminnføringsanordningen 10 og fluidumoppsamlingskamrene 22 og 23, er normalt lukkede strømningsstyreventiler 71-73 av lik eller identisk konstruksjon anordnet henholdsvis i strømningsledningene 69 og 70 som fører til prøvekamerene.

Av grunner som vil bli beskrevet i det følgende, er en normalt åpen styreventil 74, fortrinnsvis av samme konstruksjon som de vanligvis lukkede styreventilene 71-73, samvirkende anordnet i en grenledning 75 for selektivt å styre forbindelsen mellom borehullsfluidene utenfor apparatet 11 og den øvre delen av strømningsledningen 67 og den fleksible ledningen 68 som strekker seg mellom styreventilen 71 og fluiduminnføringsanordningen 10.

Som vist, blir den normalt åpne styreventilen 74 f.eks. drevet av en vanlig trykkfølsom påvirkningsanordning 76 som er anordnet for å lukke ventilen i avhengighet av et aktiveringstrykk av i det minste en forutbestemt størrelse. Som beskrevet i det forannevnte patentskrift, er en fjær som forspenner styreventilen 74 til dens åpne stilling, samvirkende anordnet for å fastsette størrelsen på det trykk som er nødvendig for å lukke ventilen. Videre er de normalt lukkede styreventilene 71-73 som fortrinnsvis er maken til styreventilen 74 bortsett fra at de henholdsvis blir drevet av trykkfølsomme påvirkningsanordninger 77-79, selektivt anordnet for å åpne disse ventilene i avhengighet av trykk av forutbestemte størrelser.

I den spesielle utførelsesform av apparatet 11 som er vist på fig. 3A og 3B, er en grenledning 80 koplet til strømningsledningen 67 på et passende sted mellom styreventilene 72 og 73 og strømningsledningens styreventil 71, idet denne grenledningen ender ved et ekspansjonskammer 81 med et forutbestemt volum. Et forskyvbart stempel 82 med redusert diameter er virksomt montert i kammeret 81 og anordnet for å bli beveget mellom valgte øvre og nedre stillinger i dette ved hjelp av en vanlig stempeldrivanordning som er generelt vist ved 83.

Følgelig vil man forstå at ved bevegelse av forskyvningsstempleet 82 fra dets nedre stilling, som vist på fig. 3A, til en øvre stilling vil det kombinerte volum av det fluidum som da befinner seg i grenledningen 80 og i den delen av strømningsledningen som befinner seg mellom styreventilen 71 og styreventilene 72 og 73 for prøvekamrene, være tilsvarende øket.

Som best vist på fig. 3A, omfatter videre styresystemet 16 en pumpe 84 som er koplet til en drivmotor 85 og samvirkende anordnet for å pumpe en passende hydraulisk væske som olje eller liknende fra et reservoar 86 til en tømme- eller utløpsledning 87. Siden apparatet 11 skal virke i ekstreme dybder i borehullet som ved 12, som til vanlig inneholder urene og ofte korrosive fluider, er reservoaret 86 fortrinnsvis anordnet for totalt å inneslutte pumpen 84 og motoren 85 i den rene hydrauliske væsken. Reservoaret 86 er også forsynt med et fjærforspent isolasjonsstempel 88 for å holde den hydrauliske væsken på et trykk som er tilnærmet lik det hydrostatiske trykket ved enhver dybde som apparatet er anbrakt i, og også for å muliggjøre volummessige forandringer i den hydrauliske væsken som kan inntreffe under forskjellige borehullstilstande. En eller flere innløp, som ved 89 og 90, er anordnet for å returnere

146294

12

hydraulisk væske fra styresystemet 16 til reservoaret 86 under driften av apparatet 11.

Utløpsledningen 87 er delt i to hovedgrener som henholdsvis er betegnet som "sett" og "tilbaketreknings"-ledninger 91 og 92. For å styre tilførselen av hydraulisk væske til "sett"- og "tilbaketreknings"-ledningene 91 og 92, er et par normalt lukkede solenoidpåvirkede ventiler 93 og 94 samvirkende anordnet for selektivt å tilføre hydraulisk væske til de to ledningene når kontrollbryteren 24 på overflaten blir selektivt innstilt; og en vanlig tilbakeslagsventil 93 til å hindre tilbakestrømming av hydraulisk væske når trykket i "sett"-ledningen er større enn det som da eksisterer i væskeutløpsledningen 87. Typiske trykkbrytere 96-98 er samvirkende anordnet i "sett"- og "tilbaketreknings"-ledningene 91 og 92 for selektivt å starte og stoppe pumpen 84 etter hvert som det er nødvendig for å holde ledningstrykket innenfor et valgt arbeidsområde. Siden pumpen 84 fortrinnsvis er av typen med positiv forskyvning for å oppnå en hurtig og kjent stigning i arbeidstrykket i "sett"- og "tilbaketreknings"-ledningene 91 og 92, bevirker styresystemet 16 hver gang pumpen skal startes, og til midlertidig å åpne styreventilen 94 (hvis den ikke allerede er åpen) så vel som en tredje normalt lukket solenoidpåvirket ventil 99 for å føre væske direkte fra utløpsledningen 87 til reservoaret 86 ved hjelp av en returledning 89. Når motoren 85 har nådd sin arbeidshastighet, vil ventilen 99 bli lukket og enten styreventilen 93 i "sett"-ledningen eller styreventilen 94 i "tilbaketreknings"-ledningen vil bli selektivt åpnet ettersom hva som er nødvendig for den spesielle arbeidsfase som apparatet 11 er inne i.

Man vil følgelig forstå at styresystemet 16 samvirker for selektivt å tilføre hydraulisk trykkvæske til "sett"- og "tilbaketreknings"-ledningene 91 og 92. Siden trykkbryterne 96 og 97 henholdsvis virker bare til å begrense trykkene i "sett"- og "tilbaketreknings"-ledningene til et forutbestemt maksimalt trykkområde som er i samsvar med området for pumpen 84, er styresystemet 16 videre anordnet for samvirkende å regulere trykket i den hydrauliske væsken som til forskjellige tider blir tilført utvalgte deler av systemet. Selv om denne reguleringen kan utføres på forskjellige måter, blir det foretrukket å anvende et antall trykkaktiverte styreventiler slik som de som er vist skjematisk ved 100-103 på fig. 3A og 3B til å styre den hydrauliske væsken i styresystemet 16. Som vist på fig. 3A omfatter f.eks. den hydrauliske styreventilen 100 et ventillegeme 104 med en utvidet øvre

del som bærer et nedover forspent aktiveringsstempel 105 som er samvirkende koplet til et ventilorgan 106 ved en opprettstående stang 107 som er glidbart anbrakt i en aksial boring 108 i stempelet. En fjær 109 med valgt styrke er anbrakt i den aksiale boringen 108 for normalt å tvinge ventilorganet 106 i inngrep med ventilsetet.

I den ikke aktiverte stillingen som er tegnet på fig. 3A, virker styreventilen 100 (så vel som ventilen 101) ganske enkelt som en normalt lukket tilbakeslagsventil. Det vil si at i denne arbeidsstillingen kan hydraulisk væske strømme bare i reversert retning når trykket ved ventilutløpet er tilstrekkelig mye større enn innløpstrykket, slik at ventilen åpnes mot den forutbestemte lukkekraften som påføres av fjæren 109. Når aktiveringsstempelet på den annen side blir hevet ved tilførsel av hydraulisk trykk, vil motstående skuldre som ved 110 på stangen 107 og stempelet gå i inngrep for å åpne ventilen 106. Som vist på fig. 3A og 3B, vil man forstå at styreventilen 102 (så vel som ventilen 103) er maken til ventilen 100 bortsett fra at i disse førstnevnte styreventilene er ventilorganet som ved 111 stivt koplet til det tilhørende aktiveringsstempel som ved 112. Styreventilen 102 (så vel som ventilen 103) har således ingen alternativ tilbakeslagsvirkning som tillater reversert strømming, men er ganske enkelt en normalt lukket trykkpåvirket ventil for selektivt å styre væskeforbindelsen mellom dens inngang og utgang.

"Sett"-ledningen nedstrøms for tilbakeslagsventilen 95 omfatter en lavtrykksseksjon 113 med en gren 114 koplet til væskeinngangen i den hydrauliske styreventilen 100 for selektivt å tilføre hydraulisk væske til en høytrykksseksjon 116 i "sett"-ledningen som selv ender ved væskeinngangen til den hydrauliske styreventilen 103. For å regulere tilførselen av hydraulisk væske fra lavtrykksseksjonen 113 til høytrykksseksjonen 116 i "sett"-ledningen 91, er en trykkforbindelsesledning 117 koplet mellom lavtrykksseksjonen 113 og styreinngangen i den hydrauliske styreventilen 100. Så lenge trykket til den hydrauliske væsken i lavtrykksseksjonen til "sett"-ledningen 91 følgelig forblir under det forutbestemte påvirkningstrykket som kreves for å åpne den hydrauliske styreventilen 100, vil høytrykksseksjonen 116 være isolert fra lavtrykksseksjonen 113. Når derimot det hydrauliske trykket i lavtrykksledningen 113 når det forutbestemte påvirkningstrykket for ventilen 100, vil den hydrauliske styreventilen åpne og slippe hydraulisk væske inn i høytrykksledningen 116.

De hydrauliske styreventilene 102 og 103 er anordnet for selektrivt å forbinde henholdsvis lavtrykks- og høytrykksseksjonene 113 og 116 i "sett"-ledningen 91 med væskereservoaret 86. For å oppnå dette, blir styreinngangene i de to hydrauliske styreventilene 102 og 103 hver forbundet med "tilbaketrekkings"-ledningen 92 ved hjelp av passende trykkforbindelsesanordninger 118 og 119. Når således trykket i ledningen 92 når de respektive forutbestemte påvirkningsnivåer, vil henholdsvis de hydrauliske styreventilene 102 og 103 bli åpnet for selektivt å forbinde de to seksjonene 113 og 116 i "sett"-ledningen 91 med reservoaret 86 ved hjelp av returledningen 89 som er koplet til de respektive utløpsåpningene i de to ventilene.

Som nevnt tidligere, er på fig. 3A og 3B apparatet 11 og den underjordiske delen av styresystemet 16 tegnet slik som komponentene vil være når apparatet er tilbaketrukket. Ved dette punkt er henholdsvis apparatforankringsanordningen 20 og tetningsputen 39 tilbaketrukket mot apparatlegemet 19 for å lette passasjen av apparatet 11 ned i borehullet. For å tilrettelegge apparatet for nedsenkning i borehullet 12, blir bryterne 24 og 25 beveget fra sine første eller "av"-stillinger 26 til sine andre eller "klar-gjøringsstillinger" 27. På dette punkt blir pumpen 84 startet for å heve trykket i "tilbaketrekkings"-ledningen 92 til et valgt maksimum for å sikre at puten 39 og apparatforankringsanordningen 20 er helt tilbaketrukket. Trykkutjevningsventilen 74 er åpen, og den del av strømningsledningen 67 som ligger mellom den lukkede styreventilen 71 og fluiduminnføringsanordningen 10, vil være fylt med borehullsfluider, mens apparatet 11 blir senket ned i borehullet 12.

Når apparatet 11 er ved en valgt arbeidsdybde, blir bryterne 24 og 25 flyttet frem til sine tredje stillinger 28. Når så pumpen 84 har nådd sin vanlige arbeidshastighet, vil det hydrauliske trykket i utgangsledningen 87 raskt stige til det valgte maksimale arbeids-trykket som bestemmes av den maksimale eller "av"-stillingen av trykkbryteren 96. Etter hvert som trykket stiger, vil styresystemet bevirke at styreventilene 71-74 og 100-103 arbeider i en operasjons-syklus, slik som detaljert beskrevet i det ytterligere US-patent-skrift nr. 3 313 235. Det må imidlertid bemerkes at den foreliggende spesielle arbeidssekvensen til apparatet 11 som er illustrert, ikke er viktig hverken for utførelse av fremgangsmåtene i henhold til oppfinnelsen eller for virkningen av den nye og for-

bedrede fluiduminnføringsanordningen 10. Fagfolk på området vil derfor forstå at den foreliggende oppfinnelse kan praktiseres enten med forskjellige typer undersøkelsesapparater eller med forskjellige anordninger av apparatet 11 og styresystemet 16.

Det vises nå til fig. 4, hvor det skjematisk er vist utvalgte deler av styresystemet 16 og forskjellige komponenter i apparatet 11 for å illustrere virkemåten til apparatet omkring det tidspunkt da trykket i den hydrauliske utgangsledningen 87 når sitt laveste mellomliggende trykknivå. For å lette forståelsen av virkemåten til apparatet 11 og styresystemet 16 på dette punkt i den arbeidssyklus som er illustrert på tegningene, er bare de komponenter som da er virksomme, vist på fig. 4.

Siden kontrollbryteren 24 (fig. 1) er i sin tredje stilling 28, vil solenoidventilene 93 og 99 være åpne, og siden det hydrauliske trykket i "sett"-ledningen 91 ikke ennå har nådd den øvre trykkgrense som bestemmes av trykkbryteren 96, vil pumpemotoren 85 fremdeles være i drift. Siden den hydrauliske styreventilen 100 (ikke vist på fig. 4) er lukket, vil høytrykksseksjonen i ledning 91 enda ikke være isolert fra lavtrykksseksjonen 113. Samtidig vil den hydrauliske væsken i de forreste trykkarmene i stempeldrivmekanismene 21 og 41 bli forskjøvet (som vist med piler som ved 120) til "tilbaketreknings"-ledningen 92 og returnert til reservoaret ved hjelp av den åpne solenoidventilen 99. Disse forholdene vil selvsagt forårsake at apparatforankringsanordningen 20 så vel som tetningsputen 39 blir utstrukket i motsatte sideveis retninger inntil hver har beveget seg inn i fast kontakt med motstående sider av borehullet 12.

Man vil legge merke til på fig. 4 at den hydrauliske væsken ved hjelp av grenledningene 121 og 122 har adgang til det innesluttede ringformede kammeret 50 bak i delen 49 i fluiduminnføringsselementet 42 som har utvidet diameter. Samtidig vil hydraulisk væske fra stempelkammeret 51 foran delen 49 med utvidet diameter bli fjernet ved hjelp av de hydrauliske grenledninger 123 og 124 til "tilbaketreknings"-ledningen 92 for gradvis å bevege fluiduminnføringsselementet 42 fremover i forhold til tetningsorganet 39 inntil forenden av fluiduminnføringsselementet kommer i kontakt med veggen i borehullet 12 og så stopper. Tetningsputen 39 blir så presset fremover i forhold til det nå stillestående rørelementet 42 inntil puten ligger i tettende kontakt med borehullsveggen for å tette av eller isolere det isolerte veggpartiet fra borehullsfluiden.

På denne måten vil slamkake umiddelbart foran fluiduminnførings-elementet 42 bli skjøvet radielt vekk fra forenden av fluiduminnførings-elementet, slik at mengden av den uønskede slamkake som deretter føres inn i fluiduminnføringsanordningen 10, minimaliseres. Fagfolk vil forstå betydningen av dette spesielle arrangementet.

Det bør også bemerkes at selv om den hydrauliske trykkvæsken på dette tidspunkt også blir ført inn i det forreste stempelkammeret 63 mellom tetningsorganene 59 og 61 på ventilorganet 52, er ventilorganet midlertidig forhindret fra å bevege seg bakover i forhold til det indre og det ytre rørformede elementet 42 og 55 ettersom den hydrauliske styreventilen 101 (ikke vist på fig. 4) fortrinnsvis ennå er lukket for dermed midlertidig å stenge inne den hydrauliske væsken i det bakre stempelkammeret 62 på baksiden av ventilorganet. Formålet med denne forsinkelsen av tilbaketrekkingen av ventilorganet 52 vil bli forklart senere.

Som vist på fig. 4, vil den hydrauliske væsken i lavtrykkseksjonen 113 i "sett"-ledningen 91 også dirigeres ved hjelp av en hydraulisk grenledning 125 til stempeldrivmekanismen 83. Dette vil selvsagt resultere i at forskyvningsstempelet 82 blir hevet ettersom hydraulisk væske fra stempeldrivmekanismen 83 blir returnert til "tilbaketrekking"-ledningen 92 ved hjelp av den hydrauliske grenledningen 126. Som man vil forstå, vil heving av forskyvningsstempelet 82 i ekspansjonskammeret 81 bevirke en betydelig minskning i trykket til å begynne med i de isolerte deler av grenledningen 80 og strømningsledningen 67 mellom de fremdeles lukkede styreventilene 72 og 73 (ikke vist på fig. 4). Hensikten med denne trykkreduksjonen vil bli forklart nedenunder.

Straks apparatforankringsanordningen 20, tetningsputen 39 og fluiduminnførings-elementet 42 har nådd sine respektive utstrukkede stillinger som vist på fig. 4, vil man forstå at det hydrauliske trykket som tilveiebringes av pumpen 84, igjen vil stige. Straks utgangstrykket i utgangsledningen 87 da har nådd sitt andre mellomliggende operasjonsnivå, vil den hydrauliske styreventilen 101 åpne i avhengighet av dette trykknivået, slik at den hydrauliske væsken som tidligere var innesperret i stempelkammeret 62 på baksiden av ventilorganet 52, unnslipper tilbake til reservoaret 86.

Som vist på fig. 5, vil den hydrauliske væsken straks styreventilen 101 åpner, bli forskjøvet fra det bakre stempelkammeret 62 ved hjelp av de hydrauliske grenledninger 127, 128 og 124 til "tilbaketrekking"-ledningen 92 etter hvert som trykket i den hydrau-

liske væsken fra "sett"-ledningen 91 strømmer inn i stempelkammeret 63 foran delen 58 med utvidet diameter på ventilorganet 52. Dette vil selvsagt bevirke at ventilen 52 hurtig drives bakover i forhold til det nå stillestående fluidumføringsorganet 42 for å opprette trykk- eller fluidumforbindelse mellom det isolerte parti av grunnformasjonen 13 og strømningspassasjene 54 og 57 i ventilorganet ved hjelp av filterorganet 66.

Selv om dette ikke er fullstendig vist på fig. 5, vil man huske fra fig. 3A og 3B at styreventilene 71-73 til å begynne med er lukket for å isolere den nedre del av strømningsledningen 67 mellom disse ventilene samt grenledningen 80 som leder til trykkreduksjonskammeret 81. Imidlertid vil trykkutjevningsventilen 74 i strømningsledningen fremdeles være åpen på det tidspunkt da den hydrauliske styreventilen 101 åpner for å trekke tilbake ventilorganet 52, som vist på fig. 5. Etter hvert som ventilorganet 52 gradvis frilegger det nye og forbedrede filterorganet 66, vil borehullsfluider med et trykk som er større enn forekommende fluider som kan finnes i den isolerte grunnformasjonen 13, bli ført inn i den øvre del av strømningsledningen 67 og ved hjelp av det fleksible ledningselementet 68, inn i den bakre ende av det rørformede elementet 55. Etter hvert som disse høytrykks borehullsfluidene passerer inn i det ringformede rommet 64 rundt filtreringsorganet 66, vil de måtte fjernes fra (som vist med pilene 129) den forreste enden av fluiduminnføringselementet 42 for å vaske vekk ethvert tilstoppende materiale, slik som slamkake e.l. som kan ha blitt avstatt på den indre flaten av filtreringsorganet når det først blir avdekket ved tilbaketrekkingen av ventilorganet 52. Den spesielle utførelsesformen av styresystemet 16 som er illustrert på tegningene, er således innrettet for å frembringe en reversert strøm av borehullsvæsk for å rense filtreringsorganet 66 for uønskede partikler e.l. før en prøvetagnings- eller undersøkelsesoperasjon blir innledet. Dette er imidlertid ikke noen forutsetning for vellykket drift av den nye og forbedrede fluiduminnføringsanordningen 10.

Man vil forstå at straks de mange komponentene i undersøkelsesapparatet 11 og styresystemet 16 har nådd sine respektive stillinger som vist på fig. 5, vil det hydrauliske trykket i utgangsledningen 87 igjen raskt øke til sitt neste mellomliggende trykknivå. Straks pumpen 84 har økt det hydrauliske trykket i utgangsledningen 87 til dette neste forutbestemte mellomliggende trykknivå, vil den hydrauliske styreventilen 100 bli selektivt åpnet, som vist på fig. 6A.

146294

118

Som man her ser, vil åpning av den hydrauliske styreventilen 100 bevirke at det nå føres hydraulisk væske til høytrykksseksjonen 116 i "sett"-ledningen 91 og de to grenledninger 130 og 131 som er forbundet med denne for suksessivt å lukke den trykkutjevne ventil 74 og så åpne strømningsstyreventilen 71.

Som vist med de mange piler ved 132 og 133, vil hydraulisk væske ved et trykk som representerer det mellomliggende operasjonsnivå, ved hjelp av en typisk tilbakeslagsventil 134 bli ført til den øvre del av drivmekanismen 76 for den normalt åpne trykkutjevne ventil 74 ettersom væske blir fjernet fra den nedre del av drivmekanismen ved hjelp av en ledning 135 som er koplet til "tilbaketrekkings"-ledningen 92. Dette vil selvsagt bevirke lukning av den trykkutjevne ventil 74, slik at den nå stenger for ytterligere forbindelse mellom strømningsledningen 67 og borehullsfluidene utenfor apparatet 11.

Samtidig vil den hydrauliske væsken også bli tilført den nedre del av drivmekanismen 77 til styreventilen 71 i strømningsledningen. Ved å anordne drivmekanismen 76 for den normalt åpne trykkutjevne ventil 74, slik at den arbeider litt hurtigere enn drivmekanismen 77 for den normalt lukkede strømningsledningsstyreventilen 71, vil den andre ventilen bli momentant tilbakeholdt i sin lukkede stilling inntil den første ventilen har hatt tid til å lukke. Når så den trykkutjevne ventil 74 lukker, ettersom den hydrauliske væsken tilføres den nedre del av drivmekanismen 77 i styreventilen 71, vil den sistnevnte ventilen bli åpnet idet hydraulisk væske blir trukket ut fra den øvre del av dens drivmekanisme gjennom en typisk tilbakeslagsventil 136 og en grenreturlledning 137 koplet til "tilbaketrekningsledningen" 92.

Man vil derfor forstå at med apparatet 11 i den stilling som er antydnet på fig. 6A og 6B, er strømningsledningen 67 nå isolert fra borehullsfluidene og står i forbindelse med den isolerte del av grunnformasjonen 13 ved hjelp av den fleksible ledningen 68. Man vil fra den foregående diskusjon av fig. 4 huske at fluidumvolumene i grenledningen 80 og den delen av hovedstrømningsledningen 67 som ligger mellom styreventilen 71 og styreventilene 72 og 73 for prøvekamrene, på forhånd ble utvidet ved den oppadrettede bevegelsen av forskyvningsstampelet 82 i kammeret 81 med redusert volum. Ved åpning av strømningsstyreventilen 71 vil således den isolerte delen av grunnformasjonen 13 bli satt i forbindelse med det trykk-

reduuerte rommet representert av den tidligere isolerte del av strømningsledningen 67 og grenledningen 80.

Av spesiell interesse for den foreliggende oppfinnelsen bør det videre bemerkes at om formasjonen 13 skulle være forholdsvis løs, vil den bakoverrettede bevegelsen av ventilorganet 52 i samvirkning med den fremoverrettede bevegelsen av fluiduminnføringsselementet 42 tillate at bare de løse formasjonsmaterialer som forskyves ved fremføringen av fluiduminnføringsselementet inn i formasjonen, kommer inn i fluiduminnføringsselementet. Det vil si at fluiduminnføringsselementet 42 bare kan bevege seg fremover i formasjonen 13 ved å fjerne løse formasjonsmaterialer; og siden det rommet som åpnes inne i forenden av fluiduminnføringsselementet 42 ved den bakoverrettede forskyvning av ventilorganet 52, er det eneste rom inn i hvilket de løse formasjonsmaterialene kan komme, vil ytterligere erosjon av formasjonen bli stanset straks fluiduminnføringsselementet er blitt fylt med løse materialer, som vist ved 138 på fig. 6B. Skulle på den annen side et formasjonsområde som undersøkes, være forholdsvis godt sammenpresset, vil fremføringen av fluiduminnføringsselementet 42 være forholdsvis liten, idet forenden trenger bare lite eller ingenting inn i formasjonen. Man vil selvsagt forstå at forenden til fluiduminnføringsselementet 42 vil bli tvunget utover med tilstrekkelig kraft til i det minste å trenge gjennom slamkaken som vanligvis er avsatt på borehullsveggen i gjennomtrengelige formasjoner. I dette tilfelle vil imidlertid den fremoverrettede bevegelsen av fluiduminnføringsselementet 42 være uavhengig av den bakoverrettede bevegelsen av ventilorganet 52 etter hvert som det avdekker filtreringsorganet 66. I begge tilfeller vil den plutselige åpningen av ventilen 52 bevirke at pluggen med slamkake i forenden av fluiduminnføringsselementet 42 blir trukket til baksiden av filteret 66. Betydningen av disse tingene vil bli beskrevet.

Skulle det derfor, som best vist på fig. 6A og 6B, være produserbare fluider i formasjonen 13, vil formasjonstrykket bevirke en forskyvning av disse fluidene ved hjelp av den nye og forbedrede fluiduminnføringsanordningen 10 inn i strømningsledningen inntil det tidspunkt da den nedre del av strømningsledningen 67 og grenledningen 80 er fylt og det er oppstått trykklikevekt i hele strømningsledningen. Ved å anordne en vanlig trykkmåleomformer som ved 140 (eller om ønsket en eller flere andre typer med passende måleomfor-

mere) i strømningsledningen 67, kan en eller flere målinger som er karakteristiske for forekommende fluider og formasjonen 13, bli overført til overflaten ved hjelp av en leder 141 og enten fremvist eller registrert på et registreringsapparat 17 (fig. 1). I alle tilfeller vil selvsagt trykkmålingene som tilveiebringes av omformerer 140, tillate operatøren på overflaten lett å bestemme formasjonstrykket samt å oppnå en eller flere indikasjoner som representerer produksjonsmulighetene i formasjonen 13. De mange teknikker til å analysere formasjonstrykkene, er velkjente og har derfor ingen betydning for forståelsen av den foreliggende oppfinnelse.

De målingene som tilveiebringes av trykkomformerer 140, vil på dette tidspunkt antyde om tetningsputen 39 i virkeligheten er kommet i isolerende forbindelse med grunnformasjonen 13 ettersom det forventede formasjonstrykket vil være betydelig lavere enn det hydrostatiske trykket i borehullsfluidene på den spesielle dybden ved hvilken apparatet 11 befinner seg. Denne muligheten til å bestemme effektiviteten av tetningsanlegget vil selvsagt tillate operatøren å trekke tilbake apparatforankringsanordningen 20 og tetningsputen 39 uten å måtte gjennomføre hele arbeidssyklusen til ingen nytte.

Antas imidlertid at trykkmålingene som tilveiebringes av trykkomformerer 140, viser at tetningsputen 39 er i fast anlegg mot veggen, i så fall kan operatøren la apparatet stå i den stilling som er vist på fig. 6A og 6B så lenge som nødvendig for å observere og registrere trykkmålingene. Resultatet er at operatøren kan bestemme slike ting som den nødvendige tid for at formasjonstrykket skal nå likevekt og verdien av en eventuell trykkøkning, for derved å oppnå verdifulle informasjoner som indikerer forskjellige karakteristikk ved grunnformasjonen 13, slik som permeabilitet og porøsitet. Med den viste utførelsesform av apparatet 11 kan operatøren dessuten lett bestemme om det er påkrevet med oppsamling av en fluidumprøve.

Før man fortsetter med en fullstendig beskrivelse av en undersøkelsesoperasjon, skulle det nå passe å betrakte detaljene ved den foreliggende oppfinnelse. Betydningen av den foreliggende oppfinnelse vil best bli forstått når arbeidsmåten til den nye og forbedrede fluidum-innføringsanordningen 10 mens det oppnås en trykkmåling eller en fluidumprøve, sammenliknes med tidligere kjente undersøkelsesapparater med konvensjonelle filtreringsorganer. Disse tidligere kjente filtreringsorganene har vanligvis vært et langstrakt,

rørformet legeme som bare har et antall smale slisser med uniform bredde som er anbrakt enten i langsgående retning langs det rørformede legemet, eller omkretsmessig rundt legemet. US patent nr. 3 352 361 er et eksempel på denne tidligere kjente praksis. Alternativt har det vært anvendt porøse elementer eller finmaskede siler med konvensjonell konstruksjon, som f.eks. beskrevet i US patent nr. 3 653 436. I alle tilfeller har disse tidligere kjente apparater anvendt konvensjonelle filtere med filteråpninger av uniform dimensjon etter de spesielle dimensjoner på de løse formasjonspartikler som man forventer å møte under en gitt operasjon.

Det er imidlertid blitt funnet at når disse tidligere kjente filtere blir brukt i bløte formasjoner, vil trykkfallet over filterelementet og de oppsamlede formasjonspartikler ofte bli så stort at en fluidumprøve ganske enkelt ikke kan tilveiebringes på rimelig tid. Dette er lett å forstå når man betrakter et tidligere kjent undersøkelsesapparat, slik som vist i US patent nr. 3 653 436. Som vist på fig. 5 i dette patentet, vil fluider som kommer inn i forenden på prøvetagningsrøret, bli delt i et antall fluidumbaner, der den korteste banen er gjennom den første åpningen i filtersilen ved forenden av prøvetagningsrøret og den lengste banen teoretisk er gjennom prøvetagningsrøret og ut den bakre åpning i silen. I virkeligheten har man imidlertid funnet at på grunn av den ytterligere strømningsmotstand som påføres av den tettpakkede søylen med findelte sandpartikler som vil bli innestengt i prøvetagningsrøret, vil mesteparten av, om ikke hele, strømmen bli gjennom de forreste åpninger i filtersilen. Siden lite eller ingenting av strømmen vil gå gjennom de bakre deler av silen, vil den totale strømningshastigheten bli drastisk redusert. I forbifarten skal det dessuten bemerkes at i denne situasjonen er det usannsynlig at filteret vil bli helt tilstoppet av slamkaken siden eventuell slamkake som til å begynne med kommer inn i prøvetagningsrøret, vanligvis blir konsentrert ved den bakre ende av røret og holdt der av sandsøylen siden slamkakepartiklene er for store til å passere gjennom filteråpninger som er små nok til å holde tilbake sandpartiklene. Erfaringen har imidlertid vist at hvis silåpningene er svakt overdimensjonerte, slik at noen sandkorn vil passere gjennom de forreste åpningene, er det slett ikke uvanlig at sandpartiklene gradvis eroderer filteret, slik at det til slutt ikke er brukelig. Det å forstørre åpningene for å forbedre strømningshastigheten, vil således ofte resultere i et filteret raskt blir nedbrutt.

Et mer alvorlig problem møter man imidlertid når tidligere kjente undersøkelsesapparater utstyrt med konvensjonelle filtere som har meget smale slisser, blir brukt til å undersøke en relativt tett eller hard formasjon. Det vanlige resultatet vil da være at slamkaken som kommer inn i prøvetagningsrøret, vil svirre rundt inne i røret slik at innløpsflaten til filteret hurtig vil bli dekket med slamkakepartikler som dermed tilstopper de små filteråpningene. Den eneste praktiske løsning på dette problemet har hittil vært å bruke en sil med størst mulige åpninger som forhåpentlig likevel vil stenge for noen av de formasjonspartikler man støter på. Dette er selvsagt et problem når man venter å støte på formasjoner med forskjellige hardheter eller tettheter i løpet av en undersøkelsesoperasjon der flere formasjoner blir undersøkt. Hvis filteråpningene er for store, vil sand lett passere gjennom filteret når løse formasjoner blir undersøkt. Hvis silåpningene på den annen side er for små, vil de lett kunne tilstoppes når det er harde formasjoner som undersøkes.

Anvendelse av apparatet og den nye og forbedrede fluiduminnføringsanordningen 10 i henhold til oppfinnelsen eliminerer imidlertid disse problemene. På fig. 7A og 8A er det vist noe forenklete og forstørrede skisser av den nye og forbedrede fluiduminnføringsanordningen 10 i henhold til den første utførelsesform av oppfinnelsen ved forskjellige tidspunkter under begynnelsen av en undersøkelse av en løs grunnformasjon som ved 13, sammensatt av uhyre fine sandpartikler o.l. På det tidspunkt som er vist på fig. 7A, har de forskjellige delene i apparatet 11 akkurat blitt anbrakt i sine respektive stillinger som tidligere beskrevet under henvisning til fig. 6A og 6B. Ved fremføringen av fluiduminnføringselementet 42 inn i formasjonen 13 vil slamkakepluggen 142 i forenden av fluiduminnføringselementet bli frastøtt fra borehullsveggen 12 inn i det rørformede elementet, og det indre av dette vil raskt bli fylt med løse formasjonsmaterialer 138 som på tilsvarende måte blir flyttet inn i fluiduminnføringselementet etter hvert som det trenger inn i formasjonen.

Siden pluggen med slamkake fra veggen 12 i borehullet som vist på fig. 7A, kommer inn i fluiduminnføringselementet 42 før formasjonsmaterialene 138, vil slamkaken selvsagt bli ført til den bakre ende av det rørformede elementet ettersom ventilorganet 52 blir beveget til den bakre delen av filterorganet 66. I stedet for at slamkakepluggen imidlertid kommer til ro ved bakdelen av fluiduminnføringssele-

mentet 42, slik som tilfellet er ved tidligere kjente undersøkelsesapparater, vil slamkaken være i stand til å passere gjennom de bakre slissene 143 i silen 66. Som beskrevet i det følgende, vil det spesielt anordnede filterorganet stenge inne de innkommende sandpartiklene slik at det raskt dannes en kompakt søyle av disse partiklene, som ved 138.

For å gjennomføre dette, som fortalt ved den første utførelsesformen av oppfinnelsen, blir filtreringsorganet 66 i den nye og forbedrede fluiduminnføringsanordningen 10 selektivt anordnet slik at i det minste de bakre filteråpninger eller slisser 143 individuelt er bredere enn de fremre slisser eller åpninger 144. Om ønsket, kan også de mellomliggende slisser, som ved 145, i filterorganet 66, også bli selektivt dimensjonert for å ha en bredde som er noe mindre enn bredden av de bakre slisser 143, men noe større enn bredden av de forreste slisser 144. Dette kan selvsagt gjennomføres på mange forskjellige måter. F.eks. slik som vist på fig. 7A og 8A av den første foretrukne utførelsesform av oppfinnelsen, så er de mange filteråpningene henholdsvis anordnet som omkretsmessig orienterte, langstrakte slisser som er anordnet i sett på to eller tre slisser rundt filterorganet 66, idet de mange sett er fordelt langs nesten hele lengden av filterorganet, og som henholdsvis er dimensjonert eller trinnvis gradert slik at de bakre slisser, som ved 143, selektivt er bredere enn de forreste slisser, som ved 144. Som vist overdrevet på fig. 9A, kan alternativt filterelementet 66' også anordnes med en rekke langstrakte i langsgående retning orienterte slisser anordnet uniformt rundt omkretsen til filterorganet og avskrånet eller gradvis utvidet slik at de har relativt brede bakre partier, som ved 143', og forholdsvis smale fremre partier som ved 144'.

Ved anvendelse av apparatet i henhold til oppfinnelsen i den første utførelsesform av dette er slamkaken, som ved 142, som kommer inn i fluiduminnføringselementet 42, helt ved begynnelsen av undersøkelsesoperasjonen i stand til fritt å passere gjennom utvidede bakre slisser 143 (eller de bakre slisspartier 143') og videre inn i strømningsledningen 67. Som vist på både fig. 7A og 9A blir slamkaken som ved 142 effektivt rensset ut fra det indre av fluiduminnføringselementet 42 og filtreringsorganet 66 for å eliminere denne slamkaken som kilde til mulige tilstopningsmaterialer, slik som ofte inntreffer ved undersøkelse av forholdsvis tette forma-

sjoner, som ved 14 på fig. 9A.

Det må imidlertid bemerkes at tilstedeværelsen av de utvidede filteråpningene 143 (eller de bakre slisspartiene 143') utgjør et potensielt alvorlig problem når formasjonen, som ved 13, hovedsakelig er sammensatt av løse, fine materialer, slik som sandpartiklene 138. Med mindre strømmen av slike fine partikler inn i fluiduminnføringsselementet 42 som før nevnt, blir raskt stanset, vil den isolerte veggdelen av den løse formasjonen som ved 13 hurtig eroderes vekk i den utstrekning at tetningsputen 39 ikke lenger vil være i tettende kontakt med veggen i borehullet 12.

Som en ytterligere viktig side ved oppfinnelsen er følgende i den første utførelsesformen av apparatet de bakre filteråpningene 143 (eller de bakre slisspartier 143') selektivt slik dimensjonert at straks et betydelig antall av de raskt innstrømmende sandpartiklene, som ved 138, har kommet inn i fluiduminnføringsselementet 42, vil disse partiklene hurtig og pålitelig være i stand til å spenne over de bakre åpningene. Denne overspenningsvirkningen bør selvsagt inntreffe på det tidspunkt da fluiduminnføringsselementet 42 er helt utstruktet. Straks denne overspenningen inntreffer, vil deretter den tettpakkede søylen med oppsamlede sandkorn 138 tjene som et ytterligere filtreringsmedium som i det minste vil redusere betydelig, om ikke sperre fullstendig, ytterligere fluidumstrøm gjennom i det minste de bakre filterslisser 143 (og også de bakre slisspartier 143'). Man vil selvsagt forstå at de smalere fremre slisser 144 (så vel som de fremre slisspartier 144') selektivt må være dimensjonert slik at de positivt tilbakeholder sandpartikler av en gitt størrelse selv ved forholdsvis høye strømningshastigheter. Skjønt de bredere bakre slisser 143 på den annen side er betydelig større enn de fremre slisser, slik at de lett slipper slamkakepartikler ved høye strømningshastigheter, kan ikke disse bakre slisser og slisspartier overstige en spesiell bredde som pålitelig vil skape en hurtig overspenning av de innesperrede sandpartikler 138 straks det økende trykkfall over søylen med sandpartikler har bevirket en betydelig reduksjon i strømningshastigheter til fluider som passerer gjennom disse bakre slisser og slisspartier.

Vi vender oss nå til den andre utførelsesformen av oppfinnelsen som er vist på fig. 7B, der de forskjellige delene i apparatet 11 nettopp er anbrakt i sine respektive stillinger som tidligere er beskrevet under henvisning til fig. 6A og 6B. Som vist på fig. 7B, er både det indre og det ytre filterrøret 45' og 46' slisset, som

ved 141' og 142', slik at det tilveiebringes omkretsmessig orienterte slisser som fortrinnsvis er anordnet i sett eller rader på to eller tre slisser rundt rørene og fordelt med uniforme intervaller hovedsakelig langs hele lengden av hvert rør. Hver av slissene, som ved 141' og 142', har en valgt bredde som er blitt funnet passende for vanligvis å slippe gjennom store partikler i slamkaken med liten risiko for tilstopning. I den andre utførelsesformen av den nye og forbedrede filteranordningen 44' ble det funnet at en bredde på omkring 0,47 mm for hver av slissene som ved 141' og 142' var ganske vellykket.

Man vil derfor på fig. 7B legge merke til at når det indre og ytre filterorganet 45' og 46' blir forskjøvet til de viste teleskopiske eller tilbaketrukkede stillinger (som tillatt av en anordning for å stanse bevegelsen, slik som en siderettet pinne 143" og en i langsgående retning langstrakt sliss 144"), vil slissene 141' være helt på linje med slissene 142', slik at det frembringes maksimale fluidumsåpninger gjennom filteranordningen 44. På den annen side, som vist på fig. 7B og 8B, vil i den vanlige utstrukne stilling av de teleskopiske filterorganene 45' og 46' forspenningsfjærene 49' bevirke at slissene 141' beveges nesten ut av linje med slissene 142', slik at den netto effektive bredden av hvert sammenhørende par med slisser vil være betydelig mindre enn deres individuelle bredder. I den forannevnte utførelsesform av filteranordningene 44' ble det f.eks. funnet at det var ganske vellykket å anordne stoppepinne 143" og slissen 144' for å stoppe filterorganene 45' og 46' når den effektive strøm gjennom hvert tilhørende par med slisser hadde en størrelsesorden på bare 0,16 mm. Med denne nye og forbedrede utførelsesformen av filteranordningen 44' er således den effektive strømningsåpning gjennom hvert sammenhørende par av slisser 141' og 142' minst omkring 0,16 mm når filterorganene 45' og 46' er utstrukket, og maksimalt omkring 0,47 mm når filteringsorganene er helt tilbaketrukket. Man vil imidlertid forstå at på grunn av forspenningsfjærene 49', vil filterorganene 45' og 46' vanligvis være i sine helt utstrukne stillinger, slik at de effektive strømningsåpningene gjennom tilhørende par med slisser 141' og 142' er minimalisert til en valgt bredde som sperrer for sand.

Når fluiduminnføringsanordningen 10, som tidligere diskutert, først blir strukket ut mot en formasjon, som ved 13, vil det bli en plugg med slamkake som ved 142 på fig. 7B på veggen i borehullet 12

som vil bli isolert ved hjelp av tetningsputen 39. For følgelig å sikre at slamkakepluggen 142 ikke skal blokkere filtreringsanordningen 44' når ventilorganet 53 først åpner for forbindelsen mellom formasjonen 13 og strømningsledningen 70, er fjærene 49 valgt for å reagere på den innledende kontakt mellom det indre filterrøret 45' og veggen i borehullet 12, slik at dette røret i det minste midlertidig tvinges tilbake inn i det ytre røret 46' så langt som pinnen 143" og slissen 144" tillater. Det skal bemerkes at selv meget løse formasjoner vanligvis blir tilstrekkelig sammenpakket av det hydrostatiske trykket i borehullet til å kreve en betydelig kraft til å begynne med på fluiduminnføringsselementet 42 og filterorganet 45' før borehullsveggen gjennomtrenges. Selv når man således antar at formasjonen er forholdsvis løs, vil den bakoverrettede bevegelsen av ventilorganet 53 gjennom det indre filterorganet 45' til å begynne med føre slamkakepluggen 142 inn i forenden av fluiduminnføringsselementet 42 foran eventuelle løse formasjonsmaterialer, slik som ved 146', som øyeblikkelig kan strømme inn i fluiduminnføringsselementet som beveger seg forover. Siden fluiduminnføringsselementet bare kan bevege seg forover i formasjonen ved en tilsvarende forskyvning av løse formasjonsmaterialer, som ved 146', inn i fluiduminnføringsselementet, vil man forstå at så lenge som fluiduminnføringsselementet beveger seg forover, vil forenden av det indre filterorganet 45' møte tilstrekkelig motstand til fremdeles å overvinne forspenningsfjærene 49' og derved holde slissene 141' og 142' fullt på linje med hverandre. I det minste en betydelig del av slamkakepluggen 142 vil således ha mulighet til å unnsnippe gjennom de fullåpnede slissene 141' og 142'.

Straks fluiduminnføringsselementet 42 imidlertid når sin fullt utstrukne stilling vist på fig. 8B, vil forenden av det indre filtreringsselementet 45' ikke lenger møte tilstrekkelig motstand til å overvinne forspenningsfjærene 49'. Som vist, vil således forspenningsfjærene 49' samvirke for selektivt å tilbakeføre filtreringsorganene 45' og 46' til sine fullt utstrukne stillinger, slik at slissene 141' og 142' igjen bringes slik i forhold til hverandre at netto effektive strømningsåpninger for hvert tilhørende par med slisser er på minimum. Dette vil selvsagt tjene til å samle opp de innkommende løse formasjonspartikler 147 for nå å tilveiebringe en gjennomtrengelig barriere eller sammentrykket søyle av rene sandpartikler som stanser ytterligere innstrømning av løse sandpartikler

i fluiduminnføringsanordningen 10. Det skal bemerkes at straks filteranordningen 44 virker til å stanse strømmen av ytterligere sandpartikler inn i fluiduminnføringsanordningen 10, kan det ikke bli noen ytterligere erosjon av den isolerte veggdelen i borehullet 10 siden disse partiklene ikke lenger har noen plass å gå.

Man vil derfor forstå at når en relativt løs formasjon, som ved 13, skal undersøkes, vil filteranordningen virke slik at filterorganene 45' og 46' til å begynne med forskyves til sine tilbaketrukne stillinger for å anbringe de tilhørende par med slisser 141' og 142' slik at det tilveiebringes en maksimal strømningsåpning for å slippe i det minste mesteparten av slamkakepluggen 142 videre med strømmen gjennom filteranordningen. Etter hvert som sandpartikler, som ved 146', strømmer inn i filteringsanordningen 44', vil forspenningsanordningen 49' bevirke tilbakeføring av filteringsorganene 45' og 46' til deres respektive utstrukne stillinger for å omplasere tilhørende par med slisser 141' og 142', slik at det dannes minimale strømningsåpninger for effektivt å samle opp rene sandpartikler i en sammenpresset søyle eller gjennomtrengelig barriere like foran ventilorganet 53, noe som er tilstrekkelig til å stanse ytterligere innstrømning av flere sandpartikler.

Skulle på den annen side, som vist på fig. 9B, formasjonsområdet 14 som skal undersøkes, være forholdsvis tettpakket, vil fremføringen av fluiduminnstrømningselementet 42 være forholdsvis liten, idet dets forende trenger lite eller ingenting inn i formasjonen. Man vil selvsagt forstå at fluiduminnføringsanordningen 10 vil bli tvunget utover med tilstrekkelig styrke til at forenden av elementet og det indre filterorganet 45' i det minste trenger gjennom slamkaken 147' som vanligvis er avsatt på veggen i borehullet 12 overfor permeable formasjoner, som ved 14. I dette tilfellet vil således det indre filterorganet bli presset mot veggen i borehullet 12 med tilstrekkelig kraft til å forskyve filterorganene 45' og 46' til deres tilbaketrukne stillinger, slik at de tillater innkommende slamkakepartikler 148' til å passere lett videre gjennom de helt åpne par med sammenhørende slisser 141' og 142'.

I motsetning til det nettopp beskrevne tilfelle med løse formasjoner, som ved 13, vil anlegget av det indre filterorganet mot den harde formasjonen 14, som er vist på fig. 9B, i stedet resultere i at filterorganene 45' og 46' forblir i sine fullt tilbaketrukne stillinger slik at de sammenhørende par med slisser 141' og 142' forblir helt åpne. Når ventilorganet 53 således beveger

seg til sin tegnede, bakre stilling, vil hele slamkaken, som ved 148', som kommer inn i fluiduminnføringsanordningen 10, lett kunne passere gjennom den nye og forbedrede filtreringsanordningen 44 uten å blokkere for etterfølgende forbindelse med formasjonen 14.

Man vil følgelig forstå at uansett beskaffenheten av den formasjonen, som ved 13 og 14, som man støter på under en undersøkelsesoperasjon med apparatet 11, er slamkaken, som ved 148', som kommer inn i fluiduminnføringsselementet 42, helt ved begynnelsen av operasjonen, i stand til fritt å passere gjennom de helt åpne slissene 141' og 142' og videre inn i strømningsledningen 70. Ved hjelp av det nye og forbedrede apparatet i henhold til oppfinnelsen, som vist på både fig. 7B og 9B, blir derfor slamkakepartikler som ved 148' effektivt renses ut fra det indre av fluiduminnføringsselementet 42 og filtreringsorganene 45' og 46, slik at disse straks elimineres som mulige kilder til tetning. Det skal bemerkes at selv om en hard formasjon som ved 14 skulle begynne å gi etter av en eller annen grunn, vil filtreringsanordningen 44' likevel ha mulighet til å forskyve filterslissene 141' og 142' til en smalere stilling nødvendig for å romme enhver forandring i formasjonstilstandene.

For å forstå virkemåten til den nye og forbedre fluiduminnføringsanordningen 10 i henhold til oppfinnelsen, finner man det på sin plass med en beskrivelse av fluidumteorien vedrørende fluiduminnføringsanordningen. Med den nye og forbedrede anordningen 10 i den stilling som er vist på fig. 7A, vil man innse at hvis formasjonen 13 inneholder produserbare fluider, kan disse tre inn i strømningsledningen bare så hurtig som de kan passere gjennom fluiduminnføringsselementet 42 og filtreringsorganet 66. Den totale strømningshastigheten til disse fluidene vil selvsagt være direkte avhengig av strømningsmotstander som utgjøres av søylen med innfangede formasjonspartikler 138 og filtreringsorganet 66.

Man vil selvsagt forstå at trykkforskjellen mellom et vilkårlig punkt som ved 146 i forenden av rørelementet 42 og det ringformede rommet 64 vil være konstant for en gitt strømningsstilstand; og at denne totale trykkforskjellen vil være en funksjon av den totale strømningshastigheten, den totale motstand som utgjøres av filterorganet 66 og den totale motstand i søylen med oppsamlede formasjonspartikler 138. Fluider som kommer inn i fluiduminnføringsselementet 42, må selvsagt dele seg i en rekke

strømningsbaner, som ved 147- 149 for å passere gjennom de forskjellige åpningene 143-145 langs hele lengden til filtreringsorganet 66 før fluidene igjen smelter sammen i det ringformede rommet 64. Skal det således være noen fluidumstrøm langs f.eks. den bakre strømningsbanen 147, kan det totale trykkfallet langs denne banen mellom punktet 146 og kammeret 64 ikke overstige den totalt tilgjengelige trykkforskjellen som da eksisterer mellom disse to stedene.

Det totale trykkfallet langs en hvilken som helst av disse strømningsbanene 147-149 er selvsagt summen av hver av deltrykkfallene langs den banen. For den lengste strømningsbanen 147 vil således det totale trykkfallet være summen av trykkfallet gjennom hele den søyleformede lengden av de innfangede partikler 138 og trykkfallet gjennom de bakre åpninger eller slisser 143 i filterorganet 66. Derimot vil trykkfallet langs den korteste banen 149 være summen av trykkfallet gjennom bare de første få partiklene 138 og fallet gjennom de fremste åpningene eller slissene 144 i filterorganet 66. Dette betyr selvsagt at for en gitt undersøkelsestilstand med en løs formasjon vil de innkommende fluider bli delt proporsjonalt langs de mange strømningsbaner 147-149, idet strømningshastigheten langs en hvilken som helst av disse strømningsbanene er en funksjon av de inkrementale kombinerte trykkfall ved den strømningshastigheten langs lengden av banen gjennom søylen av sandkorn 138 og de slisser 143-145 som den fluidumdelen passerer. Siden det totale trykkfallet langs hver av disse banene 147-149 vil være det samme i denne spesielle situasjon, vil nettoresultatet være at en hoveddel av den totale strømmen kanskje vil være gjennom de mellomliggende slisser 145, og på det beste at bare en liten del av strømmen vil gå gjennom de forstørrede, bakre slisser 143.

Denne oppdelingen av strømmen langs de mange strømningsbaner 147-149 er derfor en kritisk side ved den første utførelsesformen av den foreliggende oppfinnelsen. Som før nevnt, må de bakre slisser 143 på den ene side være store nok til på pålitelig måte å slippe gjennom slamkakepartikler i det minste når det er en hard formasjon som undersøkes, og på den annen side små nok til at de bevirker en hurtig stansning av sandkorn over disse slissene når en løs formasjon i stedet blir undersøkt. Denne kritiske begrensningen blir best oppnådd ved å dimensjonere de bakre slissene 143 slik at ved alle trykkforskjeller som med rimelighet kan ventes ved undersøkelse av en løs formasjon, vil den sammen-

pressede søylen med sandkorn 138 frembringe en slik betydelig strømningsmotstand at bare en liten strøm kan passere langs strømningsbanen 147 og gjennom de forstørrede slissene uten å forstyrre de sandkorn som spenner over disse slissene.

Ved således med hensikt å begrense strømmingen i denne banen 147 gjennom disse bakre slissene 143 (eller de forstørrede bakre slisspartier 143'), kan man på pålitelig måte sikre at fluidstrømmen gjennom disse vil ligge godt under den kritiske strømnings-hastigheten som ville forhindre enten dannelsen eller oppretthol-delsen av de overspennende sandkornene i den sammenpressede søy-len 138 tvers over de bakre slissene. For en gitt bredde av de bakre slissene 143 og for et gitt generelt tilstedeværende trykk-differensial mellom punktet 146 og det ringformede rommet 64 kan med andre ord den maksimalt tillatte strømningshastigheten lett bestemmes (enten ved empiriske undersøkelser eller ved beregning) for fluider som kan passere sikkert gjennom disse forstørrede slisser før sandkorn av en størrelse som i alminnelighet blir holdt tilbake av de forreste slissene 144, ikke lenger spenner over de bakre slisser. Når man vet dette, er det selvsagt enkelt å bestemme minimumslengden av søylen med sandkorn som kreves for å frembringe en strømningsmotstand som er tilstrekkelig til å holde strømningshastigheten langs den lengste strømningsbanen 147 godt under den maksimalt tillatte strømningshastighet, som på pålitelig måte vil understøttes av de sandpartikler som spen-ner over de bakre slisser 143.

Man vil selvsagt forstå at de samme kriterier kan an-vendes for konstruksjon av de mellomliggende slisser, som ved 145, slik at de får en mellombredde om det er ønsket. Det vil selv-sagt være en proporsjonal reduksjon i motstanden som tilveie-bringes av den sammenpressede søylen med sandkorn 138 siden strøm-ningsbanen 148 går gjennom en forholdsvis kortere lengde av søy-len. Siden denne mindre motstand således vil resultere i en forholdsvis større strømningshastighet langs den mellomliggende strømningsbanen 148 for en gitt total trykkforskjell, må de mellom-liggende slisser 145 være noe smalere enn de bakre slissene 143 for å holde de overspennende sandpartikler over de mellomliggende slisser. Denne graden av forfining anses imidlertid for unød-vendig. Med filterorganet 66 anordnet for eksempel slik som vist på fig. 7A, har man funnet at tre rader med bakre slisser 143 hver med en bredde på 0,47 mm og åtte rader med slisser med en

bredde på 0,26 mm for de mellomliggende og fremre slisser 145 og 144 vil gjøre det mulig å få prøvetagningsanordningen 10 til å virke effektivt i de fleste om ikke alle undersøkelsessituasjoner og likevel oppnå meget større strømningshastigheter i findelte formasjonsmaterialer enn det som er mulig med tidligere kjente filteranordninger.

Skjønt fig. 9A viser en alternativ utførelsesform av apparatet anordnet i samsvar med prinsippene til den første utførelsen av den foreliggende oppfinnelsen, skal det bemerkes at i det viste tilfelle er formasjonen som ved 14 mer sammenpresset enn ved 13. Som et resultat av dette har ikke fluiduminnførings-elementet 42 vært i stand til å bevege seg fram til den mest mulige utstrukne stilling. Dette har derfor resultert i at betydelig færre sandpartikler har kommet inn i elementet 42 enn om det hadde vært fylt med slike. I dette tilfellet er det selvsagt mulig at noen om ikke alle innkommende sandpartikler vil strømme gjennom de bakre delene 143' av de avskrådde slissene. Det samme ville selvsagt inntreffe med filterorganet 66. Skulle det således bare være en kort søyle med sandpartikler (eller ingen i det hele tatt) innfanget i filterorganet 66', vil det større tilgjengelige strømningsarealet som avgrenses av de bakre slisspartiene 143' (eller de bakre slissene 143), sikre at de fleste eller alle partiklene fra slamkaken passerer. Uansett hvilket av filterorganene 66 eller 66' som blir anvendt sammen med den nye forbedrede fluiduminnføringsanordningen 10, vil det således være lite eller ingenting av slamkaken som blir tilbakeholdt i filterorganet, noe som i tilfelle ville kunne tette til filteret. Ved hjelp av de forstørrede filteråpningene 143 (eller 143') vil slamkaken i stedet fritt kunne passere raskt inn i strømningsledningen 67, slik at det indre av filteret 66 (eller 66') vil forbli helt åpent. Man vil selvsagt forstå at siden få eller ingen formasjonspartikler i dette tilfelle vil bli revet løs fra borehullsveggen, vil det ikke være anledning for partikler til å spenne over de bakre åpningene 143 (eller 143') for å forhindre fortsatt erosjon av den isolerte del av formasjonen 14.

Når nå i det ovenstående apparatet i henhold til oppfinnelsen er fullstendig forklart, antas det nødvendig bare kort å summere gangen i den fullstendige arbeidssyklusen til apparatet 11. Det vises følgelig igjen til fig. 6A og 6B hvorav man vil

forstå at straks de mange komponenter i apparatet 11 og systemet 16 har beveget seg til de respektive stillinger som er vist på figurene, vil det hydrauliske trykket igjen stige inntil det tidspunkt da trykkbryteren 96 i "sett"-ledningen opereres for å stoppe den hydrauliske pumpen 84. Ettersom trykkbryteren 96 har et valgt operasjonsområde, vil i den viste situasjon pumpen 84 bli stanset kort etter at den trykkutjevnenende ventilen 74 lukkes og strømningsledningens styreventil 71 åpnes. På dette punktet i arbeidssyklusen til apparatet 11 og straks et tilstrekkelig antall trykkmålinger er blitt oppnådd som før beskrevet, kan det tas en avgjørelse om det er nødvendig å oppnå en eller flere prøver av de forekommende produserbare fluider i grunnformasjonen 13. Hvis slike prøver ikke er ønsket, kan operatøren ganske enkelt betjene kontrollbryterne 24 og 25 for å trekke tilbake apparatforankringsanordningen 20 og tetningsputen 39 uten videre. Den valgfriheten er selvsagt mulig på grunn av arbeidsfleksibiliteten til den nye og forbedrede fluiduminnføringsanordningen 10 og vissheten om at forekommende fluider lett kan passere gjennom filterorganet 66.

Skulle det på den annen side være ønskelig med en fluidsprøve, blir kontrollbryterne 24 og 25 fremflyttet til de neste eller såkalte "prøvetagningsposisjoner" 29 for å åpne f.eks. en solenoidventil 150 (fig. 3B) for å kople den hydrauliske trykkvæsken fra høytrykksseksjonen 116 i "sett"-ledningen 91 til stempeldrivmekanismen 78 i styreventilen 72 for prøvetagningskammeret. Dette vil selvsagt bevirke åpning av styreventilen 72 slik at fluider slipper inn i kammeret 22 gjennom strømningsledningen 67 og grenledningen 69. Om ønsket, kan en "kammervelgerbryter" 151 (fig. 1) i overflatedelen av systemet 16 også beveges fra sin "første prøve"-stilling 152 til sin såkalte "andre prøve"-stilling 153 for å energisere en solenoidventil 154 (fig. 3B) for åpning av styreventilen 73, slik at forekommende fluider også slipper inn i prøve-kammeret 23. I begge tilfeller kan det oppnås en eller flere prøver av forekommende fluider i den isolerte grunnformasjonen 13.

Ved å bevege bryterne 24 og 25 til deres såkalte "prøvestengnings"-stillinger 30, vil pumpen 84 igjen bli startet. Straks pumpen har nådd arbeidshastigheten, vil den begynne å virke på samme måte som tidligere beskrevet, og det hydrauliske

trykket i utgangsledningen 87 vil igjen begynne å stige med momentane stopp ved forskjellige mellomliggende trykknivåer.

Når følgelig kontrollbryterne 24 og 25 er blitt anbrakt i "prøvestengningsstillingene" 30 (fig. 1), vil solenoidventilen 94 (fig. 3A og B) åpnes for å slippe hydraulisk væske inn i "tilbaketrekningsledningen" 92. Ved hjelp av den elektriske lederen 98a blir imidlertid trykkbryteren 98 koplet inn, og trykkbryteren 97 koplet fra, slik at det maksimale arbeidstrykk i denne stillingen av kontrollbryterne 24 og 25 som pumpen 84 kan nå, blir begrenset til trykket ved det arbeidstrykknivå som bestemmes av trykkbryteren 98. Ved således å anordne den hydrauliske trykkbryteren 103 til å åpne i avhengighet av et hydraulisk trykk som tilsvarer dette forutbestemte trykknivå, vil hydraulisk væske i høytrykksseksjonen 116 i "settledningen" 91 bli tilbakeført til reservoaret 86 ved hjelp av returledningen 89. Etersom den hydrauliske væsken i høytrykksseksjonen 116 tilbakeføres til reservoaret 86, vil trykket i denne delen av "settledningen" 91 raskt bli redusert og lukke den hydrauliske styreventilen 100 straks trykket i ledningen er utilstrekkelig til å holde ventilen åpen. Straks den hydrauliske styreventilen 100 lukkes, vil trykket som er tilbake i lavtrykksseksjonen 113 i "settledningen" 91, forbli på et redusert trykk som ikke desto mindre er tilstrekkelig til å holde forankringsanordningen 20 og tetningsputen 39 fullt utstrukket.

Etersom hydraulisk væske blir tømt fra den nedre del av stempeldrivmekanismen 78 ved hjelp av den fremdeles åpne solenoidventilen 150 og væske fra "tilbaketrekningsledningen" 92 kommer inn i den øvre del av drivmekanismen ved hjelp av en grenledning 155, vil styreventilen 72 for prøvekommeret fremdeles være lukket for å holde på prøven med fluider som da er til stede i kammeret 22. Skulle det likeledes ha blitt samlet inn en fluidumprøve i det andre prøvekommeret 23, kan styreventilen 73 også lett lukkes ved å betjene bryteren 151 (fig. 1) slik at den igjen åpner solenoidventilen 154. Lukning av styreventilen 72 for prøvekommeret (samt ventil 73) vil selvsagt bevirke innestengning av eventuelle prøver i det ene eller begge prøvekommerene 22 og 23.

Straks styreventilen 72 for prøvekommeret (og om nødvendig også styreventilen 73) igjen er blitt lukket, blir kontrollbryterne 24 og 25 beveget til sine neste eller såkalte "tilbake-

trekningsstillinger" 31 for innledning av samtidig tilbaketrekning av apparatforankringsanordningen 20 og tetningsputen 39. I denne sluttstillingen for kontrollbryteren 25 blir trykkbryteren 98 igjen gjort uvrksom, og trykkbryteren 97 blir klargjort, slik at den hydrauliske pumpen 84 kan drives med full hastighet for å oppnå et hydraulisk trykk som er større enn det første mellomliggende arbeidsnivå i "tilbaketrekningscyklusen". Straks trykkbryteren 98 igjen er utkoplet, vil trykkbryteren 97 bevirke at pumpen drives slik at trykket nå hurtig vil stige inntil det når det neste arbeidsnivå.

På dette tidspunkt vil hydraulisk væske bli ført gjennom "tilbaketrekningsledningen" 92 og den hydrauliske grenledningen 135 for å gjenåpne den trykkutjevneende styreventilen 74 slik at borehullsfluider igjen kan slippes inn i strømningsledningen 67. Åpning av den trykkutjevneende ventilen 74 vil slippe borehullsfluider inn i det isolerte rommet som avgrenses av tetningsputen 39, slik at trykkforskjellen over puten utliknes før den trekkes tilbake. Hydraulisk væske som fjernes fra den øvre del av stempeldrivanordningen 76 i den trykkutjevneende ventilen 74, vil bli ført gjennom en typisk reduksjonsventil 156 som er anordnet for å åpne bare når trykket er likt eller større enn i det foranliggende arbeidsnivå. Den hydrauliske væsken som fjernes fra stempeldrivismekanismen 76, gjennom reduksjonsventilen 156, vil bli tilbakeført til reservoaret 86 ved hjelp av den hydrauliske grenledningen 130, høytrykksseksjonen 116 i "settledningen" 91, den fremdeles åpne styreventilen 103 og returledningen 89.

Når det hydrauliske trykket i utgangsledningen 87 enten har nådd det neste arbeidsnivå eller om ønsket et enda høyere nivå, vil det hydrauliske væsketrykket i "tilbakeføringsledningen" 92 igjen åpne den hydrauliske styreventilen 102 for å forbinde lavtrykksseksjonen 113 i "settledningen" 91 med reservoaret 86. Når dette inntreffer, vil hydraulisk væske i "tilbaketrekningsledningen" bli ført til "tilbaketreknings-siden" i stempeldrivismekanismene 21 og 41. Likeledes vil hydraulisk væske også bli ført inn i det ringformede rommet 51 foran stempelpartiet 49 med utvidet diameter for å trekke tilbake fluiduminnføringsselementet 42, samt inn i det ringformede rommet 62 for å tilbakeføre ventilorganet 52 til dets fremre stilling. Den hydrauliske væsken som fjernes fra de mange stempeldrivismekanismene 21 og 41, samt stempelkamrene 50 og 63, vil bli returnert direkte til reservoaret 86 ved hjelp av lavtrykksseksjonen 113 i "settledningen" 91 og den

hydrauliske styreventilen 102. Dette vil selvsagt føre til at forankringsanordningen 20 og tetningsputen 39 trekkes tilbake mot apparatlegemet 19 for å tillate at apparatet 11 enten flyttes i borehullet eller føres tilbake til overflaten hvis ytterligere undersøkelser ikke er ønsket.

Det skal bemerkes at selv om det er et arbeidstrykk til stede i den øvre delen av stempeldrivmekanismen 77 for strømningsledningens styreventil 71 på det tidspunkt da trykkutjevningventilen 157 som ligger parallelt med tilbakeslagsventilen 136, holdt i lukket stilling inntil det økende hydrauliske trykket som fremkalles av pumpen 84, overstiger det arbeidstrykket som brukes til å trekke tilbake apparatforankringsorganet 20 og tetningsputen 39. Ved dette punktet i arbeidssekvensen til det nye og forbedrede apparatet 11 vil styreventilen 71 igjen bli lukket.

Pumpen 84 vil selvsagt fortsette å arbeide inntil det tidspunkt da det hydrauliske trykket i utgangsledningen 87 når den øvre grense som bestemmes ved innstillingen av trykkbryteren 97. På et hensiktsmessig tidspunkt deretter blir kontrollbryterne 24 og 25 igjen ført tilbake til sine opprinnelige eller "av"-stillinger 26 for å stanse pumpemotoren 85 og igjen åpne solenoidventilen 99 for igjen å forbinde "tilbaketrekningsledningen" 92 med væskeresservoaret 86. Dette fullfører arbeidssyklusen til den utførelsesformen av apparatet 11 som er vist.

Man vil følgelig forstå at den nye og forbedrede fluiduminnføringsanordningen 10 i henhold til den foreliggende oppfinnelsen gjør det mulig for undersøkelsesapparatet, slik som det ved 11 viste, å bli brukt til å undersøke formasjoner av enhver type som man med rimelighet kan vente å støte på ved undersøkelse av en grunnformasjon. Ved å tilveiebringe et filterorgan med selektivt større filteråpninger ved den bakre enden av organet eller med selektivt regulerbare filteråpninger blir det sikret at en oppbygning av formasjonspartikler i prøvetagningsselementet ikke vil blokkere strømmen av forekommende fluider gjennom i det minste en del av fluiduminnføringsanordningen. Med den nye og forbedrede fluiduminnføringsanordningen som her er beskrevet, kan undersøkelser nå altså utføres i forskjellige formasjonstyper uten å risikere enten unødig reduserte strømningshastigheter når en formasjon er sammensatt av uvanlig fine, løse sandpartikler, eller tilstopning av filteranordningen med slamkake e.l. i helt faste formasjoner.

P a t e n t k r a v:

1. Apparat for undersøkelse av grunnformasjoner og innrettet til å henge ned i et borehull som har en slamkake avsatt på veggene mot grunnformasjoner som inneholder produserbare fluidumforekomster, omfattende:

et legeme (10) som har en fluidumkanal innrettet til å motta forekommende fluidum,

en fluiduminnføringsanordning (42) på legemet omfattende en fluiduminngang koblet til fluidumkanalen og innrettet til å bringes i berøring med borehullsveggen for å isolere en flate på denne fra borehullsfluider,

en anordning (62) for selektivt å bringe fluiduminnføringsanordningen i anlegg mot en borehullsvegg for å bringe fluiduminngangen i forbindelse med grunnformasjonen utenfor den isolerte veggflate på borehullsveggen, og

en fluidumfiltreringsanordning anordnet samvirkende mellom fluidumkanalen og fluiduminngangen, k a r a k t e r i s e r t v e d at filtreringsanordningen omfatter et filterorgan (66) som har i det minste én redusert filterpassasje (144, 144') dimensjonert for å holde tilbake løse formasjonspartikler, og i det minste én utvidet filterpassasje (143, 143') dimensjonert for å slippe gjennom slamkakepartikler, hvilken reduserte filterpassasje ligger oppstrøms for den utvidede filterpassasje i forhold til fluidumstrømningen gjennom fluiduminngangen til fluidumkanalen.

2. Apparat ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at filterpassasjene omfatter i det minste én langstrakt sliss som har en utvidet endedel (143') som utgjør den utvidede filterpassasje, og en redusert endedel (144') som utgjør den reduserte filterpassasje.

3. Apparat ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at filterpassasjene består av et antall separate slisser (143, 144, 145) med henholdsvis reduserte og utvidede bredder.

FIG. 1

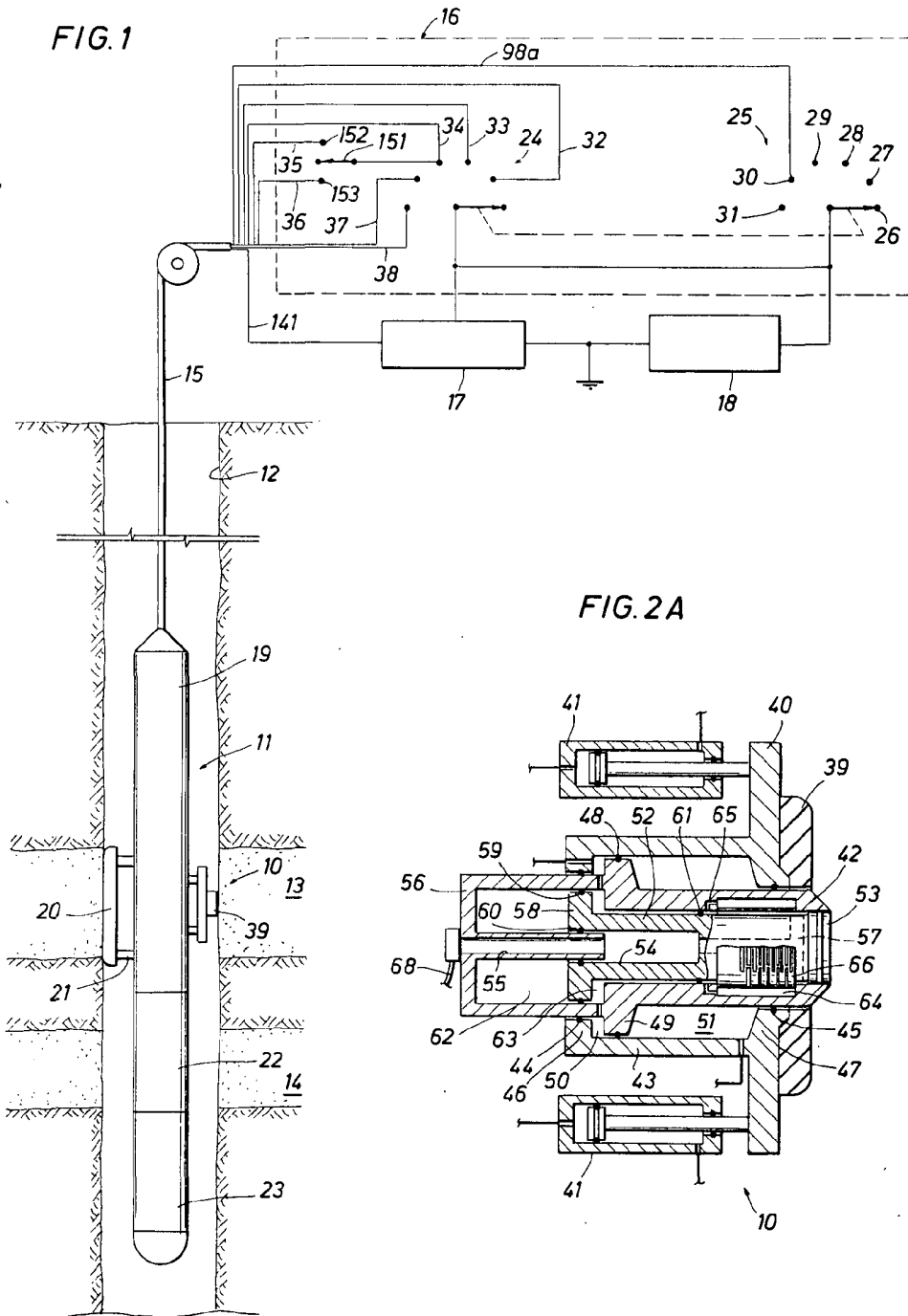


FIG. 2A

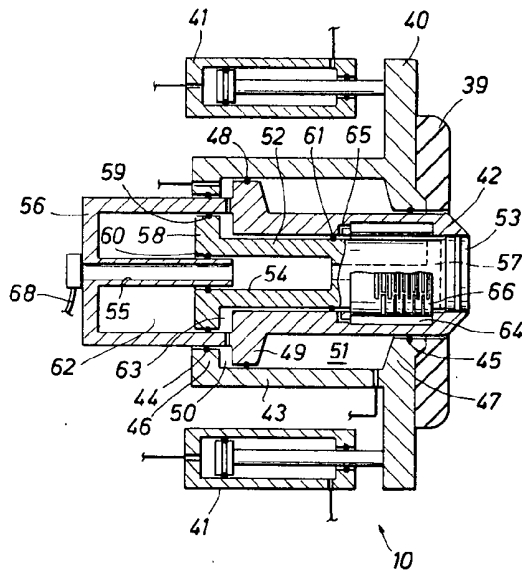
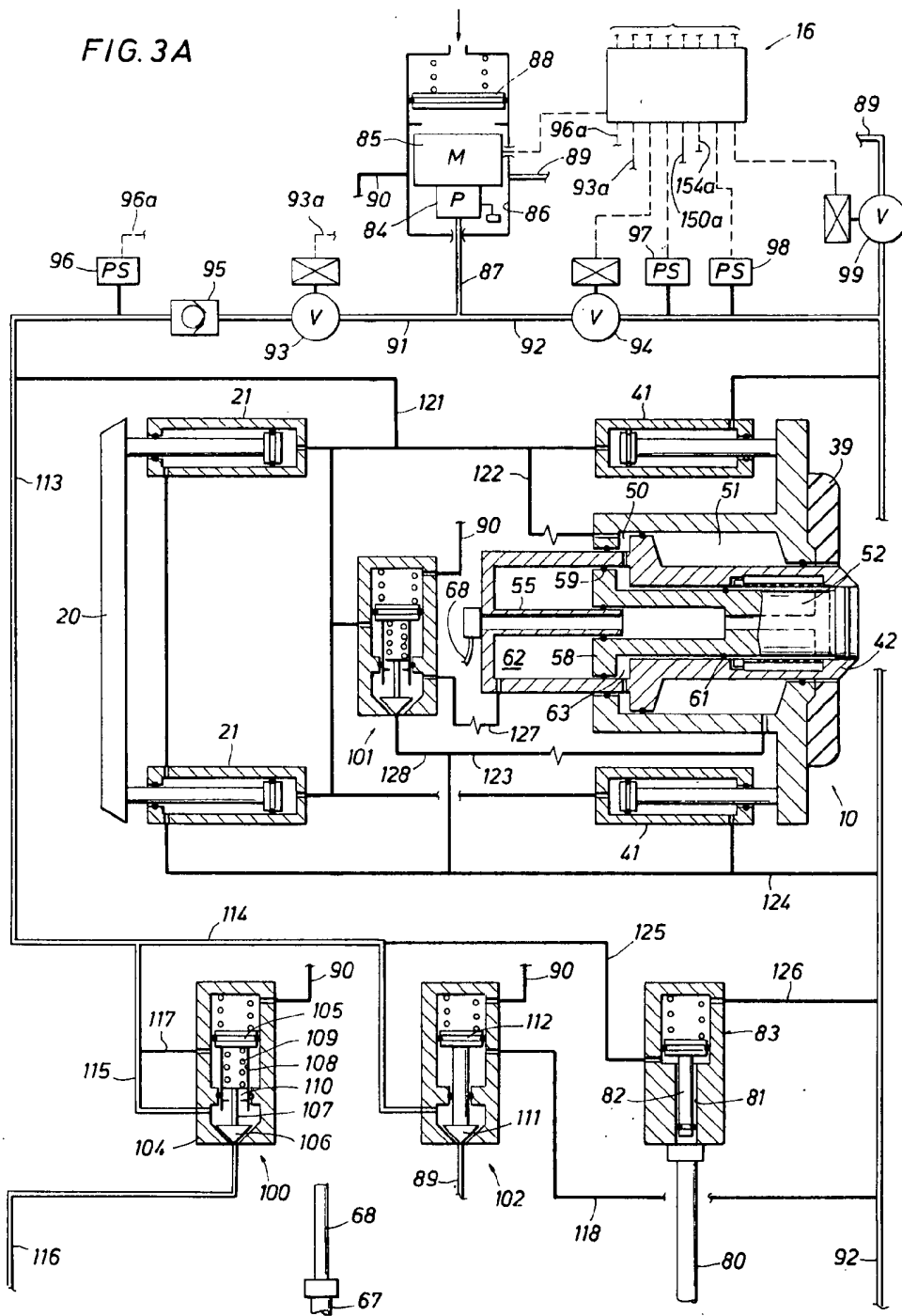


FIG. 3A



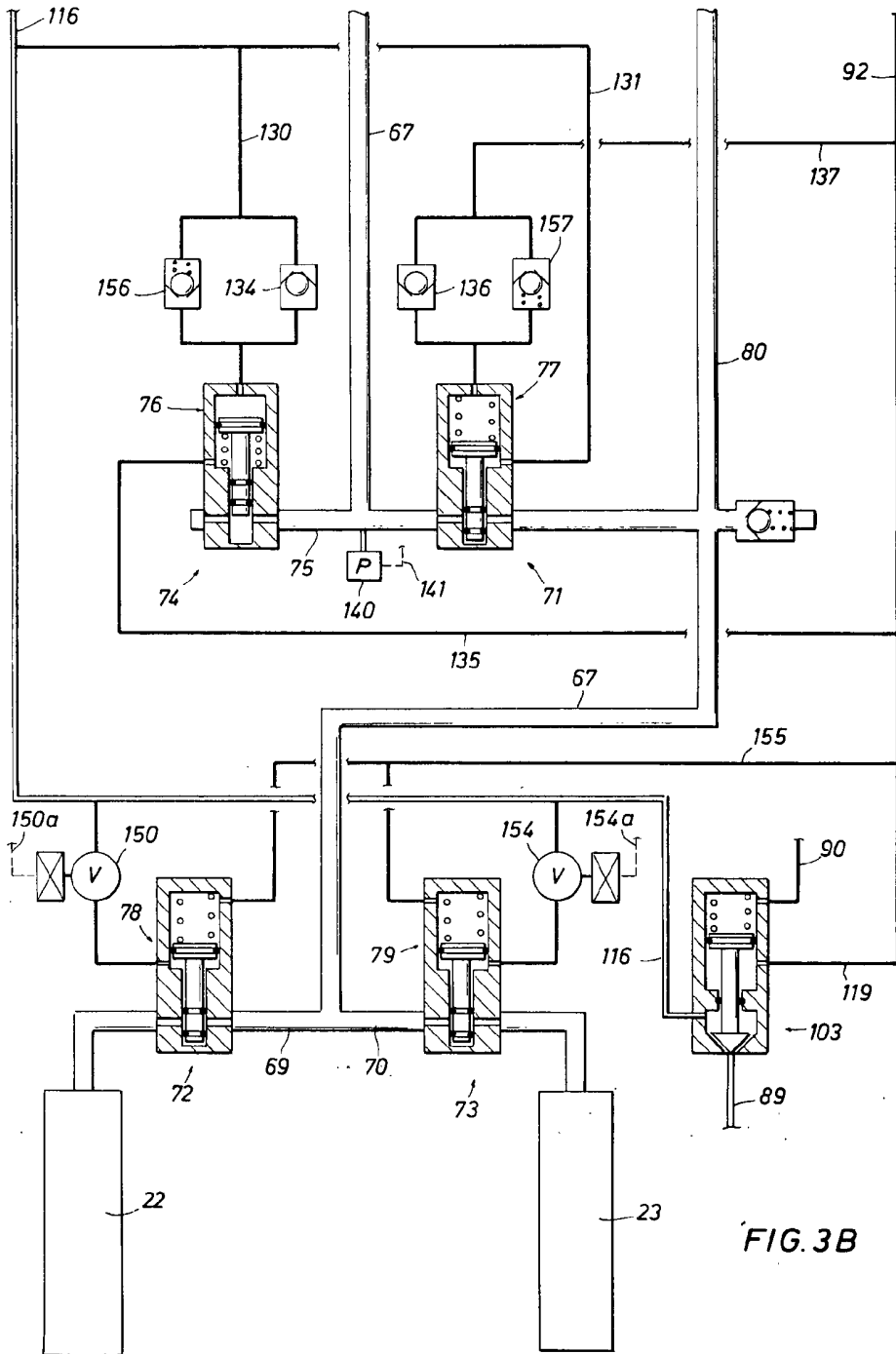


FIG. 3B

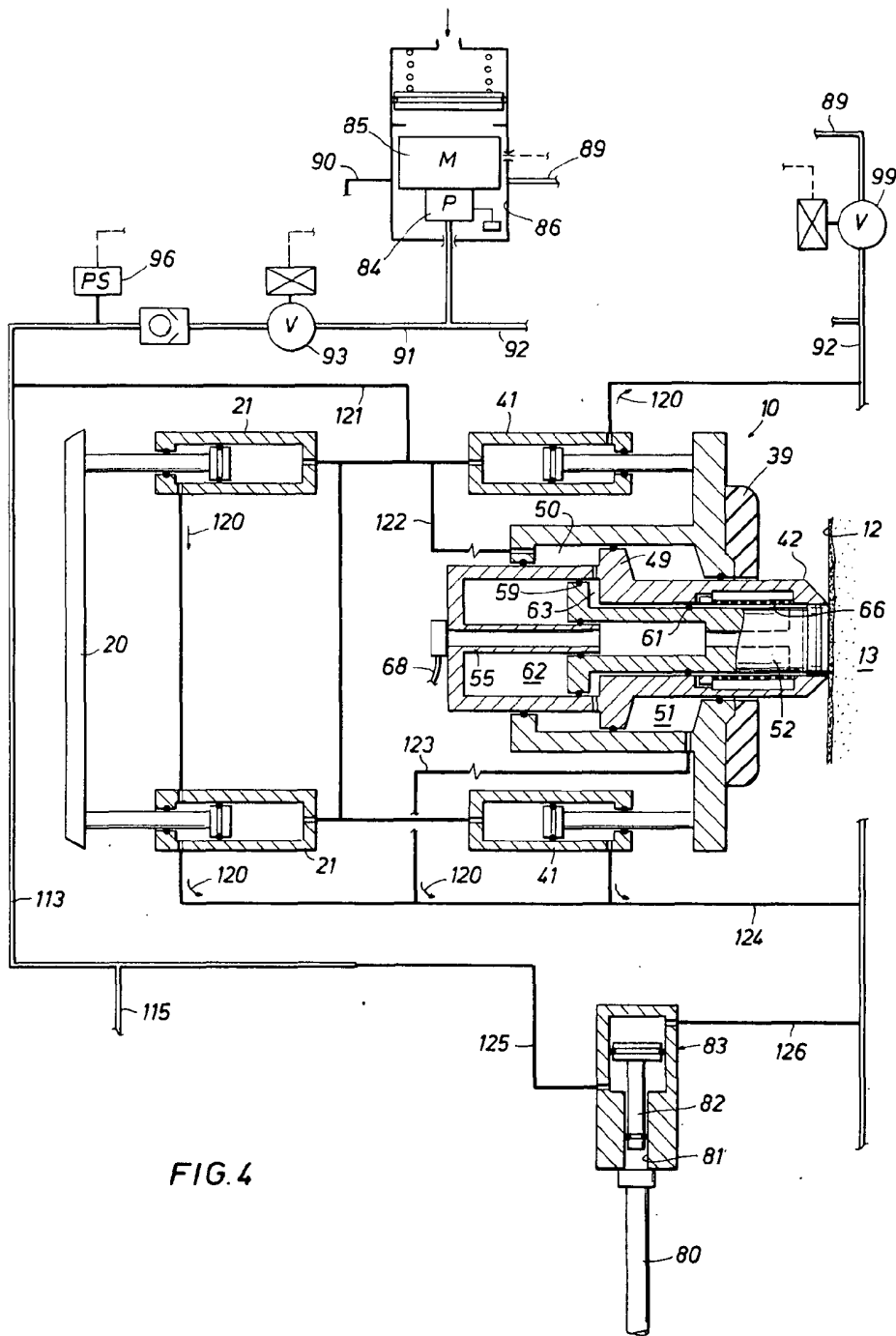
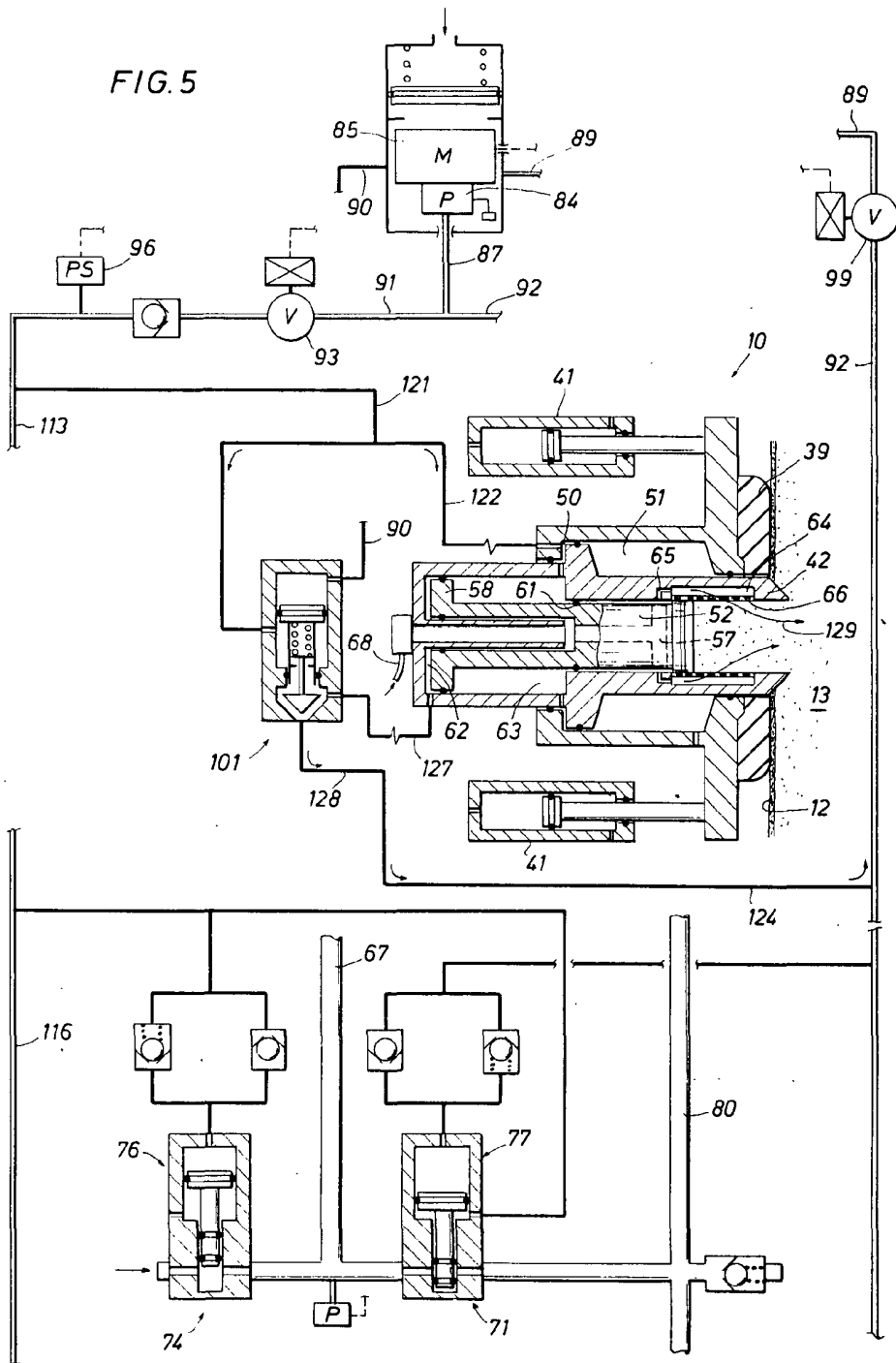


FIG. 4

FIG. 5



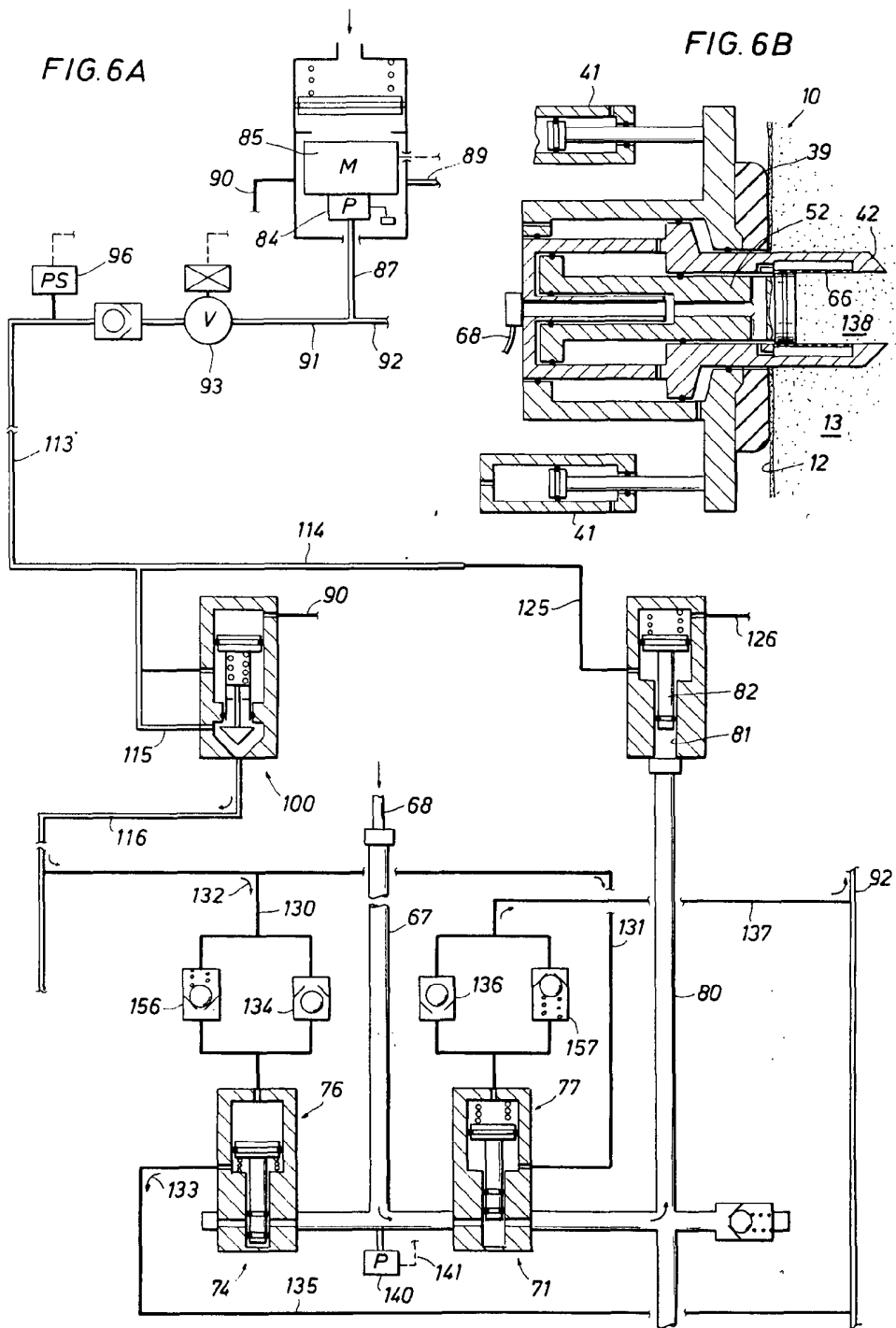


FIG. 7A

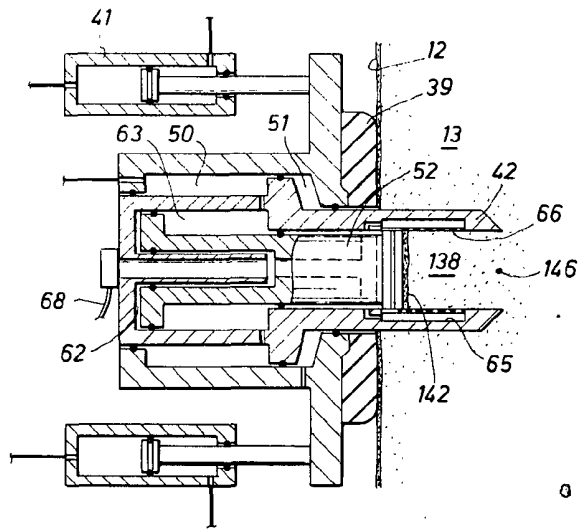


FIG. 8A

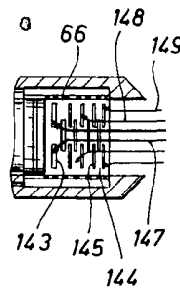
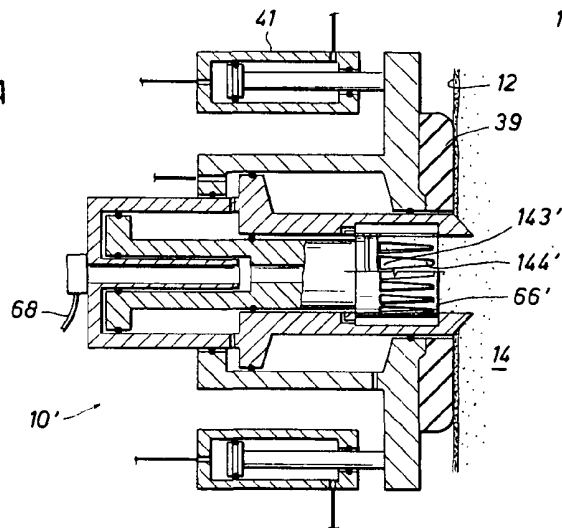


FIG. 9A



146294

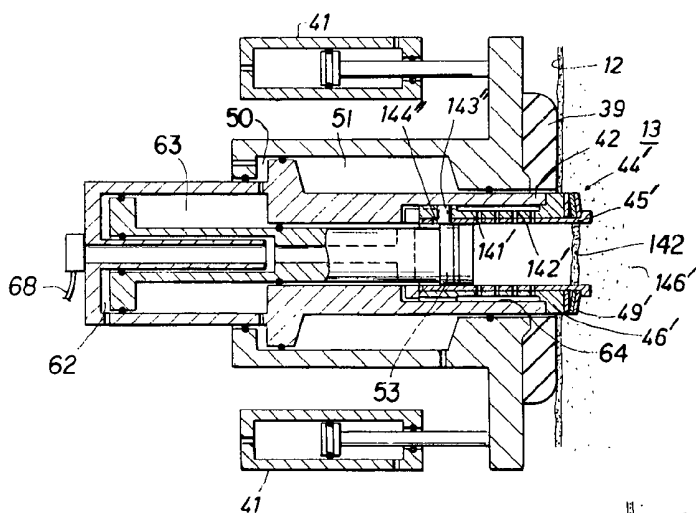


FIG. 7B

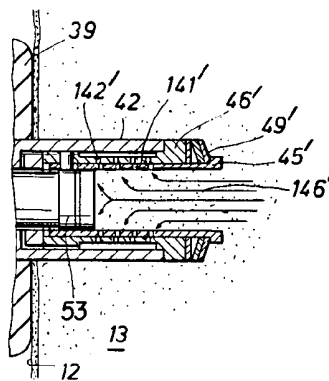


FIG. 8B

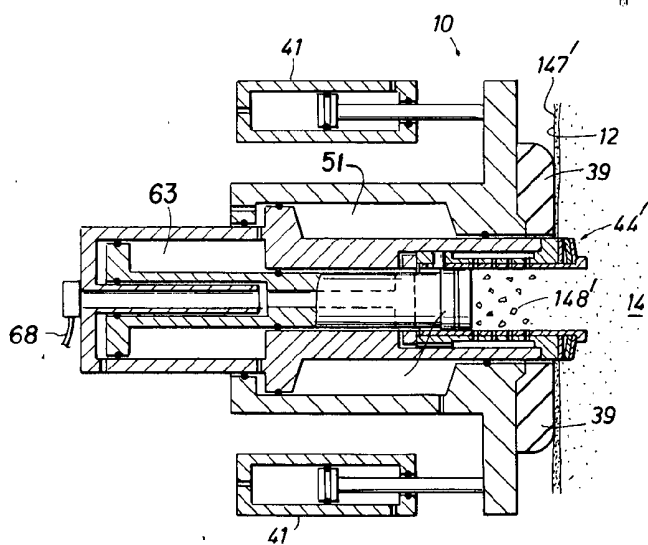


FIG. 9B