(12) **PATENT**

(19) NO (11) **306420** (13) B1

NORGE

(51) Int Cl[6] E 21 B 49/08

Patentstyret

(21) Søknadsnr	19923192	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	14.02.1991, PCT/GB91/00224
(22) Inng. dag	14.08.1992	(85) Videreføringsdag	14.08.1992
(24) Løpedag	14.02.1991	(30) Prioritet	15.02.1990, GB, 9003467
(41) Alm. tilgj.	25.09.1992		
(45) Meddelt dato	01.11.1999		

(73) Patenthaver Oilphase Sampling Services Ltd,
Greenbank Crescent, East Tullos, Aberdeen AB1 4BG, Skottland, GB

(72) Oppfinner Keith James Massie, Aberdeen, Skottland, GB
James Andrew McGilvray, Aberdeen, Skottland, GB
Jonathan Webster Brown, Aberdeen, Skottland, GB

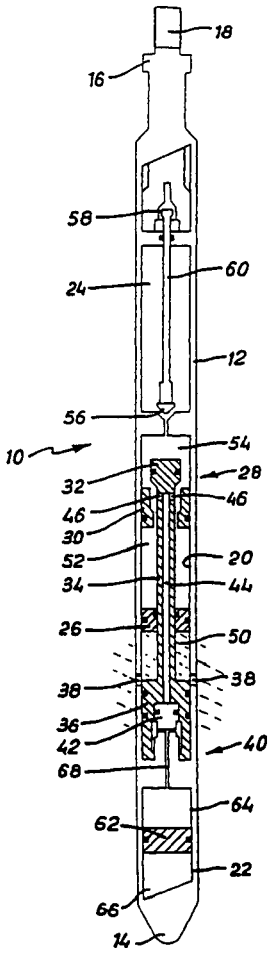
(74) Fullmektig Tandbergs Patentkontor AS, 0306 Oslo

(54) Benevnelse **Verktøy for prøvetaking av brønnfluid**

(56) Anførte publikasjoner GB 2022554, US 3859850, US 4210025

(57) Sammendrag

Prøvetakingsverktøy og fremgangsmåte for å hente enfasede hydrokarbonprøver fra dype brønner. Prøvetakingsverktøyet senkes til den nødvendige dybde, og et innvendig prøvekammer åpnes for å slippe inn brønnfluid med en styrt takt, og prøvekammeret blir så automatisk tettet. Prøven av brønnfluidet blir straks utsatt for et høyt trykk for å holde prøven i sin opprinnelige enfasede form ,til den kan analyseres. Prøven settes under trykk av et hydraulisk drevet flytende stempel som blir drevet av en høytrykksgass som virker på et annet flytende stempel. Etter at prøvetakingen startes, for eksempel ved en innvendig klokke, er hele sekvensen automatisk. Oppfinnelsen beskriver også en overføringsbeholder for fluidprøven for å overføre prøven fra verktøyet og for å holde den i enfaset form under transport til et analyselaboratorium. Oppfinnelsen unngår de ulemper som oppstår ved faseatskillelse i prøver av hydrokarbonbrønnfluid.



Foreliggende oppfinnelse angår et verktøy for prøvetaking av brønnfluid.

Hydrokarbonfluider (olje og gass) finnes i geologiske reservoarer hvor de blir holdt under høyt trykk (i forhold til atmosfæretrykket i omgivelsene), og vanligvis også ved en høy temperatur (i forhold til temperaturen i atmosfæren i omgivelsene). Ved slike trykk blir gassen oppløst i oljen, slik at reservoarets fluid fra begynnelsen eksisterer som et enfaset fluid, men reservoarfluidet vil utløse oppløst gass for å danne et tofaset fluid med separate gasskomponenter, hvis reservoarets fluid får sitt opprinnelige trykk tilstrekkelig redusert ned mot det atmosfæriske trykk i omgivelsene. Den opprinnelige forholdsvis høye temperatur i reservoarets fluid resulterer i en volumetrisk sammentrekning av en gitt masse fluid når det kjøles mot den atmosfæriske temperatur i omgivelsene når fluidet trekkes ut av brønnen.

Når hydrokarbonbrønner blir boret og hydrokarbonfluida blir funnet, blir det vanligvis utført en fluidtest. Denne test går vanligvis ut på at man lar brønnfluidet strømme til overflaten, skiller oljen og gassen i en separator, måler strømmen av olje og gass separat, og så brenner produktene.

Det er også ønskelig å ta prøver av oljen og gassen for kjemisk og fysisk analyse. Slike prøver av reservoarfluida blir samlet så tidlig som mulig i reservoarets levetid, og blir analysert i spesielle laboratorier. Den informasjon som dette frembringer er vital for planlegging og utvikling av hydrokarbonfelter, og for å bedømme deres levedyktighet og overvåke deres ytelser.

Det er to måter å samle disse prøver, enten ved prøvetaking i bunnen av borehullet, direkte fra reservoaret, eller ved rekombinasjonsprøvetaking av fluidet på overflaten.

Ved prøvetaking i borehullet (BHS) blir et spesielt prøvetakingsverktøy ført ned i brønnen for å fange opp en prøve av reservoarfluidet som finnes i brønnhullet. Forutsatt at brønntrykket ved prøvetakingsdybden er over "boblepunkttrykket" for reservoarfluidet, vil all gass være oppløst i oljen, og prøven vil være et enfaset fluid som representerer reservoarets fluid, dvs. en aliquot.

Rekombinasjonsprøvetaking på overflaten (SRS) involverer oppsamling av separate olje- og gassprøver fra produksjonsfasilitetene på overflaten (for eksempel fra gass/oljeseparatoren). Disse prøver blir kombinert i korrekte proporsjoner ved analyselaboratoriet for å skape et kompositttfluid som er ment å representere reservoarfluidet, dvs. en reformet aliquot.

Flere typer BHS-verktøy er kommersielt tilgjengelige, som funksjonerer ved et felles operasjonsprinsipp.

Et typisk BHS-verktøy føres ned i brønnen for å tappe en prøve av reservoarfluid i ønsket dybde ved styrt åpning av et internt kammer for å slippe inn reservoarfluidet, etterfulgt av tetning av kammeret som holder prøven etter at et forutbestemt volum av fluid er tatt inn. Verktøyet blir så hentet opp fra brønnen, prøven blir overført fra verktøyet til en prøveflaske for levering til analyselaboratoriet. Mens verktøyet hentes opp fra brønnen, faller dets temperatur, og fluidprøven krymper slik at trykket faller. Dette trykkfall oppstår fordi prøvekammeret i det typiske BHS-verktøy har et fast volum etter at prøven er innfanget. Vanligvis vil prøvens trykk falle under boblepunkttrykket, og tillate gass å bryte ut av oppløsning. Dette betyr at prøven nå er i to faser, en flytende fase og en gassformig fase, isteden for den enfasede form den var i før trykkfallet. For å overføre prøven fra verktøyet til prøveflasken, er det nødvendig å bringe trykket opp igjen tilstrekkelig til å tvinge den frie gass tilbake i oppløsning, slik at man gjenskaper en enfaset prøve. Denne rekombinasjonen er en langvarig prosedyre, og således kostbar.

Faseendringen som prøven gjennomgår kan også forårsake utfall av sammensetninger som tidligere var oppløst i brønnfluidet, og som ikke kan gjenoppløses ved heving av trykket. Fravær av disse sammensetninger i den reformede aliquot gjør at visse analyser blir meningsløse.

Som eksempler på teknikkens stand skal især nevnes GB 2 022 554, US 3 859 850, US 4 210 025 og EP 0 515 495.

En anordning med hvilken en prøve av et brønnfluid kunne oppsamles, gjenvinnes og overføres i enfaset form, uten en trykkindusert faseendring, ville løse disse problemer. Ikke bare ville den tid som brukes til å rekombinere en tofaset prøve tilbake til en enkelt fase kunne spares, men trykkfølsomme

sammensetninger ville forbli i oppløsning, og tillate utførelse av mer nøyaktige analyser på prøven.

De foran nevnte problemer med kjente utførelser unngås med prøvetakingsverktøyet ifølge foreliggende oppfinnelse slik det er definert med de i kravene anførte trekk.

Utførelser av oppfinnelsen skal i det følgende beskrives med eksempler under henvisning til tegningen der figur 1-5 skjematisk viser en første utførelse av et prøvetakingsverktøy for brønnfluid ifølge oppfinnelsen, i flere suksessive trinn av dens anvendelse, figur 6 viser et lengdesnitt av den første utførelse med strukturelle detaljer, figur 7 viser et lengdesnitt av en første utførelse av en overføringsbeholder for en fluidprøve ifølge oppfinnelsen, figur 8-11 viser overføringsbeholderen på figur 7 i forskjellige suksessive trinn av dens anvendelse, figur 12-14 viser en annen utførelse av prøvetakingsverktøyet for brønnfluid ifølge oppfinnelsen, i forskjellige suksessive trinn av dens anvendelse, figur 15 viser et lengdesnitt av en annen utførelse av overføringsbeholderen for en prøve av brønnfluid ifølge oppfinnelsen, figur 16 viser et lengdesnitt av en modifisert form av en regulatorventil og dens aktiverings/utløsningsmekanisme, figur 17 viser forstørret nedre del av figur 16, og figur 18 viser et lengdesnitt av en modifisert klokkemekanisme.

Det henvises først til figur 1 (med krysshenvisninger til figur 2-5 hvor merket), som skjematisk viser en første utførelse av et prøvetakingsverktøy for brønnfluid 10 ifølge den foreliggende oppfinnelse, hvor verktøyet 10 er vist på figur 1 i en tilstand hvor det er klargjort for plassering nede i brønnen.

Verktøyet 10 omfatter et langstrakt og utvendig sylinderformet hus 12 som ved sin nedre ende har en smal nese 14. Den øvre ende på huset 12 er utformet med en fiskehals 16 og en skruegjenget koplingshalvdel 18 ved hvilket verktøyet 10 kan festes på en vaier (ikke vist) eller annen passende anordning for å senke og heve verktøyet 10 i en hydrokarbonbrønn hvor det skal tas prøver av fluidet.

Verktøyhuset 12 er hult, og har forskjellige innvendige hulrom som henholdsvis definerer en første sylinder 20, en annen sylinder 22 og et luftkammer 24.

Den første sylinder 20 er langsgående dels av et første flytende stempel 26 og en grenseventilenhet 28. Uttrykket "grenseventil" som brukt her er analogt med uttrykket "grensesvitsj" for en elektromekanisk svitsjenhet hvis tilstand (elektrisk lukket/elektrisk åpen) blir vekslet over ved mekanisk kontakt med en bevegelig artikkel. I verktøyet 10 består grenseventilenheten 28 av en ringformet ventildel 30 og en pluggventildel 32. Den ringformede ventildel 30 er tett glidende i utboringen i den første sylinder 20. Når den ringformede ventil 30 beveges opp til den første sylinder 20 (på en måte som er beskrevet nedenfor) for å ligge rundt pluggdelen 32 (som beskrevet på figur 3) blir ventilene 30 og 32 gjensidig tettet for å stenge utboringen i sylinderen 20. Grenseventilenheten 28 blir således skiftet over fra sin hydraulisk åpne tilstand som vist på figur 1 til sin hydraulisk lukkede tilstand som vist på figur 3. (Funksjonen til grenseventilenheten 28 ved bruk av verktøyet 10 skal beskrives i detalj etter den følgende beskrivelse av den øvrige konstruksjon av verktøyet 10.)

En hul rørformet trekkstang 34 strekker seg nedover aksen i den første sylinder 20 fra pluggventildelen 32 til en del 36 av en styringsventil for prøveinntaket. Verktøyhuset 12 har en ring av inntaksåpninger 38 for brønnfluid nær den nedre ende på den første sylinder 20, og inntak av brønnfluid gjennom disse åpningene 38 kan stenges av ved å heve inntakskontrollventildelen 36 fra sin stilling med åpent inntak som vist på figur 1 og 2 til den stilling med lukket inntak som vist på figur 3 og 4 (som skal forklares i detalj).

Delen 36 av inntakskontrollventilen er hul, og danner den ringformede armatur for en trykkontrollventil 40 som har en sentral statisk spole 42 satt i den nedre ende på den første sylinder 20 for et formål som skal forklares nedenfor.

Trekkstangen 34 forbinder grenseventilen 28 mekanisk med inntakskontrollventildelen 36 (og dermed med trykkontrollventilen 40) for samtidig kaskadeoperasjon på en måte som er beskrevet i detalj nedenfor. Den hule utboring 44 i trekkstangen 34 forbinder hydraulisk en side (den øvre ende) på trykkontrollventilen 40 (inne i den hule tofunksjonsventildel 36) med sideåpninger 46 like nedenfor pluggventildelen 32 for et formål som er detaljert nedenfor.

Det første flytende stempel 26 har form av en ring for å gi plass for trekkstangen 34, og er tett glidbar både på utsiden av trekkstangen 34 og utboringen i den første sylinder 20.

Den første sylinder 20 er langsgående inndelt i tre kamre med variabelt volum, ved hjelp av det første flytende stempel 26 og grenseventilenheten 28, som nå skal detaljeres.

Et prøvekammer 50 med variabelt volum er definert mellom undersiden på det første flytende stempel 26 og den øvre ende på inntakskontrollventilen 36 (som er effektivt på nivå med inntaksåpningene 38 når ventildelen 36 er i sin stilling for åpent inntak). Prøvekammeret 50 med variabelt volum er vist med sitt indre volum tilnærmet lik null på figur 1, ved et maksimum på figur 4, og to forskjellige mellomliggende verdier på figur 2, 3 og 5.

Et trykkammer 52 med variabelt volum er definert mellom oversiden på det første flytende stempel 26 og grenseventilenheten 28. Trykkammeret 52 med variabelt volum er vist med sitt innvendige volum ved en maksimumsverdi på figur 1, tilnærmet lik null på figur 3 og 4, og ved to forskjellige mellomliggende verdier på figur 2 og 5.

Et dempekammer 54 med variabelt volum er definert mellom grenseventilenheten 28 og den øvre ende på den første sylinder 20. Dempekammeret 54 med variabelt volum er vist med sitt indre volum ved en maksimumsverdi på figur 1 og 2, tilnærmet lik null på figur 4 og 5, og ved en mellomliggende verdi på figur 3.

Trykkammeret 52 og dempekammeret 54 er gjensidig hydraulisk forbundet med hverandre når grenseventilenheten 28 er hydraulisk åpen, dvs. når ventildelene 30 og 32 er gjensidig atskilt som vist på figur 1. Kamrene 52 og 54 er gjensidig hydraulisk isolert når grenseventilenheten 28 er hydraulisk lukket, dvs. når ventildelene 30 og 32 er forbundet og tettet som vist på figur 3.

Innenfor bevegelsesgrenser som definert ved grenseventilenheten 28 og inntakskontrollventilen 36, vil det første flytende stempel 26 bevege seg opp og ned i den første sylinder 20 i henhold til forskjellen i trykk i prøvekammeret 50 (som har en tendens til å drive stempelet 26 oppover) og trykket i

trykkammeret 52 (som har en tendens til å drive stempelet 26 nedover). Forutsatt at bevegelsen til det første flytende stempel 26 ikke er blokkert, vil stempelet 26 ha en tendens til å innta en stilling langs den første sylinder 20 i hvilken trykkene i de to kamre 50 og 52 er gjensidig like, som skal beskrives spesielt nedenfor under henvisning til figur 5.

Toppen på den første sylinder 20 er forbundet med luftkammeret 24 gjennom en regulatorventil 56 som er vist i sin lukkede stilling på figur 1, og som kan åpnes for å tillate kontrollert uttømming av hydraulisk fluid fra dempekammeret 54 og inn i luftkammeret 24, som skal beskrives i detalj nedenfor. Åpning av regulatorventilen 56 på et forutbestemt tidspunkt er styrt av en klokke (eller annen egnet tidskontrollmekanisme) 58 som er montert inne i verktøyhuset 12 ovenfor luftkammeret 24. Klokken 58 er forbundet med regulatorventilen 56 ved hjelp av en trekkstang 60 som er glidende tettet mot huset 12 hvor den passerer inn i luftkammeret 24.

Den andre sylinder 22 inneholder et annet flytende stempel 62 som er glidbart tettet mot utboringen i sylinderen 22. Det andre flytende stempel 62 deler den andre sylinder i et trykkoverføringskammer 64 og et trykkreservoar 66. Trykkoverføringskammeret 64 er forbundet med den sentrale statiske spole 42 i trykkontrollventilen 40 ved hjelp av et rør 68.

Innenfor de bevegelsesgrenser som er definert ved de motsatte ender av den andre sylinder 22, vil det andre flytende stempel 62 bevege seg opp og ned i sylinderen 22 og ha en tendens til å utjevne trykket i trykkoverføringskammeret 64 og i trykkreservoaret 66.

Etter denne beskrivelse av den essensielle konstruksjon av prøvetakingsverktøyet 10, skal den neste seksjon av beskrivelsen dreie seg om klargjøring av verktøyet 10 for prøvetaking av brønnfluid i et brønnhull, og er fulgt av en beskrivelse av slik bruk.

Inntakskontrollventildelen 36 senkes for å åpne inntaksåpningene 38 for brønnfluid og for å stenge trykkontrollventilen 40 for hydraulisk å isolere trykkammeret 52 fra trykkoverføringskammeret 64. Det første flytende stempel 26 ligger an mot toppen på kontrollventilen 36, og således reduserer det innvendige volum i prøvekammeret 50. Den ringformede

grenseventildel 30 senkes klar av grenseventilpluggen 32, for hydraulisk å åpne grenseventilenheten 28 og hydraulisk forbinde trykkammeret 52 med dempekammeret 54. Klokken 58 innstilles for å senke trekkstangen 60 og stenge regulatorventilen 56, for således å isolere dempekammeret 54 fra luftkammeret 24.

De først sammenkoplede trykkammer 52 og dempekammer 54, sammen med trekkstangens utboring 44, blir fylt med et i det vesentlige usammenpressbart fluid, såsom hydraulisk olje. Trykkoverføringskammeret 64 og røret 68 blir også fylt med den samme hydrauliske olje eller annet arbeidsfluid. Trykkreservoaret 66 lades med en elastisk kilde for trykkenergi, som fortrinnsvis er høyt komprimert gassformig nitrogen ved et første trykk som overskrider det forventede trykk av brønnfluidet som det skal tas prøver av. (Det følgende trykk i det oljefylte trykkoverføringskammer 64 som blir overført dit av det andre flytende stempel 62, er isolert fra trekkstangens utboring 44 av den fra begynnelsen lukkede trykkbalanserte trykkontrollspoleventil 40.) I motsetning til dette inneholder luftkammeret 24 bare luft (eller hvilken som helst annen passende gass) med forholdsvis lavt trykk, som det atmosfæriske trykk i omgivelsene.

Den ovenfor beskrevne klargjøring av ventilene og andre komponenter i verktøyet 10 er vist på figur 1. Ikke vist på figur 1-5 er ventilstyrte åpninger i verktøyhuset 12 for å gjøre det mulig å fylle de aktuelle deler av verktøyet 10 med olje og gass, men slike åpninger og deres styringsventiler er vist på figur 6, og skal beskrives nedenfor under henvisning til denne.

Med klokken 58 innstilt til å løfte trekkstangen 60 (eller for å tillate trekkstangen 60 å løfte) og å åpne regulatorventilen 56 etter et forutbestemt tidsrom som er lik den forventede tid for å plassere det klargjorte prøvetakingsverktøy på sitt prøvetakingssted nede i en brønn, pluss en passende margin, festes en vaier eller annen passende anordning for å plassere verktøyet (ikke vist) på koplingen 18, og det klargjorte prøvetakingsverktøy 10 (figur 1) blir så senket ned i brønnen til et sted i borehullet hvor det skal tas prøver av brønnfluidet.

Med det klargjorte verktøy 10 på prøvestedet i borehullet og umiddelbart før begynnelsen på prøvetakingen, vil trykket i brønnfluidet som virker gjennom inntaksåpningene 38 ha en tendens til å tvinge det første flytende stempel oppover inne i

den første sylinder 20, med denne oppadgående bevegelse av stempelet 26 blir først motvirket av den hydrauliske olje som fyller de sammenkoplede trykk- og dempekamre 52 og 54, på grunn av at denne olje ikke kan slippe ut fra disse på grunn av regulator- og trykkontrollventilene 56 og 40 som begge er lukket fra begynnelsen av.

Det henvise nå til figur 2. Når klokken 58 forårsaker eller tillater at regulatorventilen 56 åpnes, vil denne tillate den hydrauliske olje i dempekammeret 54 å slippe inn i luftkammeret 24 ved en styrt mengde bestemt av dimensjonene til en strømbegrensende åpning i regulatorventilen 56. Det trykk som driver den hydrauliske olje gjennom regulatorventilen 56 inn i luftkammeret 24, kommer av det relativt høye trykk (for eksempel 10 000 psi eller 680 bar) i brønnfluidet som passerer gjennom inntaksåpningene 38 og driver opp det første flytende stempel 26 og dermed overfører hydraulisk olje (ved brønnfluidets trykk) fra trykkammeret 52, gjennom den fremdeles åpne grenseventilenhet 28 og inn i dempekammeret 54, og deretter gjennom regulatorventilen 56 inn i luftkammeret 24 med dets forholdsvis lave tilbaketrykk (fra begynnelsen omkring 14 psi eller 1 bar). (Regulatorventilen 56 stenges ikke igjen under denne sekvens av prøvetakingstrinn.)

Når det første flytende stempel 26 blir drevet opp den første sylinder 20 ved innstrømning av brønnfluid gjennom inntaksåpningene 38, øker prøvekammeret 50 sitt innvendige volum for å gi plass til inntaket av brønnfluid, og volumet av trykkammeret 52 avtar tilsvarende. Etter et visst inntak av brønnfluid i prøvekammeret 50, vil det første flytende stempel 26 komme i kontakt med den ringformede grenseventildel 30. Fortsatt inntak av brønnfluid gjennom de fremdeles åpne inntaksåpninger 38 forårsaker videre oppadgående bevegelse av det første flytende stempel 26, som dermed beveger den ringformede ventildel 30 til tettende kontakt rundt pluggdelen 32, for å stenge grenseventilen 28 og hydraulisk isolere trykkammeret 52, som nå har null volum, fra dempekammeret 54 som ennå ikke har null volum. Den sistnevnte utførelse av prøveverktøyet 10 er vist på figur 3.

Med grenseventilenheten 28 nå lukket, blir den hydrauliske olje som befinner seg i dempekammeret 54 drevet ut gjennom regulatorventilen 56 ved ytterligere oppadgående bevegelse av

stempelet 26 i kontakt med grenseventilenheten 28, samtidig som inntakskontrollventilen 36 løftes ved hjelp av trekkstangen 34, og dermed etter kort tid stenger inntaksåpningene 38 mot ytterligere inntrengning av brønnfluid til prøvekammeret 50. Den sistnevnte utforming er vist på figur 4.

Stenging av inntaksåpningene 38 ved å løfte inntakskontrollventilen 36 åpner samtidig trykkontrollventilen 40, siden delen 36 også virker som anker for denne. Dermed kommer den hydrauliske olje i trykkoverføringskammeret 64 i hydraulisk forbindelse med resten av den hydrauliske olje i trykkammeret 52 som nominelt har null volum, idet slik forbindelse er gjennom røret 68, den nå åpne ventil 40, trekkstangens utboring 44, og dens laterale åpninger 46. Følgelig blir gasstrykket i trykkreservoaret 66 overført gjennom det andre flytende stempel 62 til den hydrauliske olje ovenfor dette stempel, og dermed ved den ovennevnte hydrauliske trykkforbindelsesbane til trykkammeret 52 og oversiden på det første flytende stempel 26. Den komprimerte gass i reservoaret 66 setter trykk på prøven av brønnfluid som nå er forseglet inne i prøvekammeret 50, ved å løfte inntakskontrollventilen 36 for å dekke og forsegle brønnfluidets inntaksåpninger 38. Inntakskontrollventildelen 36 blir holdt i sin øverste stilling for stenging av åpningene, mot den nedadgående kraft som oppstår fra trykket i prøven av brønnfluid i prøvekammeret 50 (av hvilket delen 36 definerer den nedre endeflate) ved den ovenfor beskrevne åpning av trykkontrollventilen 40 som samtidig tjener til å mate hydraulisk olje under trykk til den nedre endeoverflate på ventildelen 36, og således utøve en balansert oppadgående kraft som stabiliserer ventildelen 36 i sin øverste stilling, som vist på figur 4 og 5.

Verktøyet 10, som omslutter prøven av brønnfluid i prøvekammeret 50, blir så løftet til overflaten hvor prøven blir dekantert inn i en prøveoverføringsbeholder som skal beskrives nedenfor under henvisning til figur 7-11. Under oppstigningen til prøveverktøyet 10, vil det være en naturlig tendens til at verktøyet og dets innhold blir nedkjølt fra de forholdsvis høye temperaturer som er typiske for de store dybder hvor prøvene av brønnfluid normalt blir tatt. Følgelig kan prøven som holdes i prøvekammeret 50 forventes å gjennomgå en termisk krymping. De typiske BHS-verktøy ifølge tidligere teknikk, som har et

prøvekammer med i hovedsak uvariabelt innvendig volum, vil derfor forårsaket et fall i prøvens trykk, som fører til en faseatskillelse med de uønskede konsekvenser som tidligere beskrevet.

I motsetning til den tidligere teknikk, har prøveverktøyet 10 ifølge den foreliggende oppfinnelse et prøvekammer 50 med variabelt innvendig volum (på grunn av stempelet 26), og omfatter videre en trykkanordning (beskrevet ovenfor) for å tilføre trykk til brønnfluidet som er forseglet i prøvekammeret på en slik måte og i en slik utstrekning at det har en tendens til å opprettholde de opprinnelige trykkforhold (bunnen av brønnen) i prøvekammeret til tross for avkjøling, og spesielt ved å holde prøven av brønnfluid i sin opprinnelige enfasede form.

Trykktilførselen til prøvekammeret 50 for å holde den innesluttede prøve av brønnfluid i sin opprinnelige enfasede form til tross for kjøling og termisk krymping, er vist på figur 5, hvor reduksjonen i innvendig volum i prøvekammeret 50 resulterer i en tilsvarende økning av det innvendige volum i trykkammeret 52 under det hydraulisk overførte varige trykk av gass i reservoaret 66.

En spesiell fordel med det eksempel på en form av prøveverktøy 10 som beskrevet ovenfor under henvisning til figur 1-5, oppstår fra bruken av hydraulisk olje til å overføre gasstrykket fra reservoaret 66 til prøven på brønnfluid i prøvekammeret 50. I enhver praktisk anordning, vil det være en nesten uunngåelig lekkasje av trykkgass forbi de glidende pakninger som er nødvendige for å overføre trykk fra gass til væske eller til i det vesentlige flytende enfaset fluid. Hvis trykkgassen var atskilt fra fluidet bare ved hjelp av et flytende stempel, kunne trykkgass sige forbi pakningen mellom stempelet og sylinderveggen, og ødelegge de analytiske resultater som senere kunne oppnås fra prøven. I motsetning til dette, i anordningen som er vist på figur 1-5 ville slik lekkasje bare nå den hydrauliske olje som benyttes for trykkoverføring, hvor dens nærvær ville være forholdsvis ubetydelig. Ytterligere vandring av lekkasjegassen gjennom den hydrauliske olje så langt som til prøvefluidet ville være usannsynlig eller meget langsom.

Det henvises nå til figur 6, som er en teknisk tegning av prøvetakingsverktøyet 10 for brønnfluid, skjematisk illustrert på figur 1-5. På grunn av det meget høye forhold mellom lengde

og diameter for verktøyet 10, er figur 6 delt i tre seksjoner som er lagt ved siden av hverandre og forbundet ved den prikkede senterlinje, med en kort lengde av samme komponent vist på hver side av bruddene.

Komponentene i verktøyet 10 som vist på figur 6, og som har samme strukturelle og funksjonelle forhold til verktøykomponentene som er vist på figur 1-5 er gitt de samme henvisningstall som er brukt på figur 1-5. Som vist på figur 5 har imidlertid ikke verktøykomponentene posisjonsforhold som tilsvarer nøyaktig noen av figur 1-5. På grunn av den store likhet mellom verktøyet 10 som vist på figur 6 og de samme verktøy som vist skjematisk på figur 1-5, skal den følgende beskrivelse av figur 6 konsentrere seg om de detaljer som avviker vesentlig fra de foregående figurer.

Delen 36 av inntakskontrollventilen er ikke enhetlig med ankeret for trykkontrollventilen 40, men har en hylse 37 forbundet med dette for å tjene som den bevegelige komponent i skyttelventilen 40.

Nesen 14 som er vist på figur 1-5 er utelatt på figur 6, og er erstattet med en innvendig gjenget kopling 15.

De ventilstyrte fyllingsåpninger som tidligere er nevnt, men ikke vist på figur 1-5, er vist på figur 6 som følger:

En isolasjonsventil 70 i verktøyhuset 12 tillater innføring av hydraulisk olje i dempekammeret 54 gjennom utboringer 72 som forbinder kammeret 54 med reguleringsventilen 56. Siden grenseventilen 28 fra begynnelsen er åpen, og siden de laterale åpninger 46 i trekkstangen 34 er permanent åpne, vil hydraulisk olje som kommer gjennom isolasjonsventilen 70 også fylle trykkammeret 52 og trekkstangens utboring 44 ned til trykkventilens spole 42, og denne olje når den sistnevnte gjennom en aksialt forskjøvet langsgående passasje 74 gjennom delen 36 av inntakskontrollventilen.

En ytterligere isolasjonsventil 76 som er satt i verktøyhuset 12 tillater innføring av hydraulisk olje til røret 68 og trykkoverføringskammeret 64. En annen isolasjonsventil 78 muliggjør selektiv stenging av røret 68 for å motvirke for tidlig trykkoppbygning for bruk av verktøyet 10.

En ytterligere isolasjonsventil 80 styrer innføringen av trykkgass til trykkreservoaret 66 via en innvendig passasje

81.

En prøveisolasjonsventil 82 er satt inn i inntakskontrollventildelen 36 for å styre utslipp av prøven av brønnfluid fra prøvekammeret 50 etter opphenting av prøveverktøyet 10 fra brønnen til overflaten. Prøveisolasjonsventilen 82 har en lateral utløpsåpning 84 som er tilgjengelig gjennom en åpning 86 i huset, når inntakskontrollventildelen 36 løftes til sin lukkede stilling (som vist på figur 4 og 5). Lateral atkomst gjennom verktøyhuset 12 for operasjon av prøveisolasjonsventilen 82 er mulig ved en åpning 88 i huset når inntakskontrollventildelen 36 er i sin nedre (åpne) stilling, og ved en åpning 90 i huset når inntakskontrollventildelen 36 er i sin øvre (lukkede) stilling. En prøve av brønnfluid blir tømt ut fra prøvekammeret 50 via en aksialt forskjøvet langsgående passasje 92 som er utformet i inntakskontrollventildelen 36, lukningsdelen for prøveisolasjonsventilen 82, den laterale utløpsåpning 84, og åpningen i huset 86.

Tetning av inntakskontrollventildelen 36 til verktøyhuset 12 umiddelbart ovenfor inntaksåpningene 38 (når de er stengt ved hevning av delen 36) er oppnådd ved en perifert anbrakt utvendig O-ringpakning 94, som blir holdt på plass før stenging av inntaksventilen, ved en aksial glidbar holdering 96. Under hevning av inntakskontrollventildelen 36 for å stenge inntaksåpningene 38, blir holderingen 96 skjøvet nedover den stigende ventildel 36 ved kontakt med den nedre ende på kammeret 50, for således å tillate pakningen 94 å komme i tettende kontakt med utboringen i prøvekammeret 50 og således stenge prøvekammeret 50 for å forsegle prøven av brønnfluid i dette.

Det henvises nå til figur 7, som illustrerer et lengdesnitt av en første utførelse 100 av en prøveoverføringsbeholder i henhold til det fjerde aspekt ved den foreliggende oppfinnelse. Beholderen 100 er ment for å brukes i forbindelse med prøvetakingsverktøyet 10 som tidligere beskrevet under henvisning til figur 4-5, som senere skal beskrives under henvisning til figur 8-11.

Prøveoverføringsbeholderen 100 omfatter et generelt sylinderformet hus 102 som er innvendig delt i første og andre sylindre 104 og 106, permanent forbundet med hverandre ved en innvendig passasje 108. Den øvre ende på huset 102 er lukket ved en endehette 110 som holdes på huset 102 ved en gjenget holdering

112.

Den første sylinder 104 er innvendig delt av et første flytende stempel 114 til et prøvekammer 116 og et trykkammer 118. Stempelet 114 er tett glidende i utboringen i sylinderen 104 for fysisk å skille de respektive fluida i kamrene 104 og 106 og samtidig utjevne trykket mellom disse, og tillate hver av disse kamre 104 og 106 å ha et variabelt indre volum. En ringformet omrøringsring 120 er løst plassert i prøvekammeret 118 for et formål som skal forklares i detalj nedenfor.

Et par prøveinntaks- eller -utløpsåpninger 122 og 124 i endehetten 110 er hver i forbindelse med prøvekammeret 116 gjennom respektive passasjer 126 og 128, som hver kan bli selektivt åpnet eller lukket ved hjelp av en manuelt opererbar isolasjonsventil, henholdsvis 130 og 132.

Den andre sylinder 106 er på liknende måte delt innvendig av et annet flytende stempel 134 til et trykkoverføringskammer 136 og et trykkreservoar 138. Trykkoverføringskammeret 136 er permanent hydraulisk forbundet med trykkammeret 118 ved hjelp av den innvendige passasje 108.

Et fast sentralt hydraulisk rør 140 går aksialt gjennom den andre sylinder 106 for å sette trykkammeret 118 i forbindelse med en ytre åpning 142 i den nedre ende på huset 102. Det hydrauliske rør 140 kan selektivt åpnes eller lukkes med en manuell isolasjonsventil 144.

Rørets 140 ytre flate er sylinderformet og koaksialt med utboringen i den andre sylinder 106. Det andre flytende stempel 134 er ringformet, og er glidende tett både med utboringen i den andre sylinder 106 og den ytre overflate på røret 140 gjennom sylinderen, for fysisk å skille de respektive fluida i kamrene 136 og 138 mens det samtidig utjevner trykket mellom dem og tillater kamrene 136 og 138 å ha variable innvendige volumer.

En ytterligere passasje 146 i den nedre ende på huset 102 setter trykkammeret 138 i forbindelse med en ytterligere utvendig åpning 148 i den nedre ende på huset 102. Passasjen 146 kan selektivt åpnes eller lukkes ved en ytterligere manuelt opererbar isolasjonsventil 150.

Bruken av prøveoverføringsbeholderen 100 i forbindelse med prøvetakingsverktøyet 10 skal nå beskrives under henvisning til figur 8-11, hvor bare den nedre prøveoppbevaringshalvdel av

verktøyet 10 er skjematisk vist.

Før bruken av beholderen 100 til prøveoverføring, blir trykkoverføringskammeret og trykkammeret 136 og 118 fylt gjennom de utvendige åpninger 142 og den midlertidig åpne isolasjonsventil 144, med et passende usammentrykkbart hydraulisk fluid, fortrinnsvis en blanding av vann og etylenglykol. Denne hydrauliske fylling av kamrene 136 og 118 blir utført med isolasjonsventilen 150 og en eller begge av isolasjonsventilene 130 og 132 midlertidig åpne for å tillate kamrene 136 og 118 å utvide seg til sitt maksimale innvendige volum, ved en samtidig reduksjon til null innvendig volum av både prøvekammeret 116 og trykkreservoaret 138. Omrøringsringen 120 hviler rundt toppen på av det første flytende stempel 114 for i det vesentlige å eliminere dødt volum i prøvekammeret 116, som vist på figur 8.

Figur 8 viser et første trinn av prøveoverføringen som følger den ovenfor beskrevne fylling av overføringsbeholderen 100. Alle isolasjonsventiler er fra begynnelsen lukket (tilstanden til trykkreservoarets isolasjonsventil 150 er uten betydning ved dette trinn). Prøveåpningen 124 (se figur 7) er koplet til prøveoverføringsåpningen 84 i verktøyet 10 (se figur 6) ved en høytrykks-slange 160 (eller annet passende rør), mens prøveisolasjonsventilen 82 i verktøyet 10 fra begynnelsen er lukket. Et avløpsrør 162 er koplet til den utvendige åpning 142, og tømmes inn i et måleglass 164 (eller en annen passende gradert væskemottaker). En styrbar utgangspumpe for høyt trykk 166 er koplet via en høytrykksslange 168 (eller annet passende rør) til isolasjonsventilen 76 i verktøyet 10, og derfra til trykkammeret 52. Verktøyets isolasjonsventiler 70, 82, 78 og 80 er fra begynnelsen lukket. En ekstern kilde 170 for høyt komprimert gassformig nitrogen (eller en annen passende elastisk trykkilde), er forbundet med beholderåpningen 148 via en høytrykksslange 172 (eller et annet passende rør). For å begynne overføringen av prøven av brønnfluidet fra verktøyet 10 til beholderen 100, klargjøres pumpen 166, og ventilene 76, 82, 132 og 144 åpnes (enten samtidig eller i en passende sekvens). Pumpen 166 blir styrt til å presse hydraulisk olje inn i verktøyets trykkammer 52, og således drive det første flytende stempel 26 nedover i verktøyet 10 for å redusere det innvendige volum i prøvekammeret 50, og dermed presse prøvefluid under trykk i prøvekammeret 116

inn i overføringsbeholderen 100, som vist på figur 9. Ved bare å åpne isolasjonsventilen 144, kan utstrømningen av hydraulisk fluid (vann/etylenglykol) fra trykkammeret 118 i overføringsbeholderen 100 lett manuelt kveles for å holde prøven av brønnfluid ved et høyt trykk mens man beholder prøven i sin opprinnelige enfasede form, på grunn av tilbaketrykket i trykkammeret 118, slik at det blir holdt nesten likt det pumpeinduserte forovertrykk i trykkammeret 52.

Hydraulisk fluid som presses ut av trykkammeret 118 blir oppsamlet i måleglasset 164 for å gi et mål for øyeblikksvolumet av brønnfluidprøven som er blitt presset inn fra verktøyet 10 og inn i overføringsbeholderen 100, idet et slikt mål lett kan oppnås ved visuell inspeksjon av nivået av oppsamlet hydraulisk fluid i måleglasset 164 mot den volumetriske gradering på dette.

Når observasjonen av måleglasset 164 indikerer at et passende volum av brønnfluidprøven er overført fra verktøyet 10 inn i overføringsbeholderen 100 (figur 10), stenges isolasjonsventilen 132, og pumpen 166 slås av.

I neste trinn blir kilden av høyt komprimert gassformig nitrogen (ikke vist) som er koplet til beholderåpningen 148 sluppet inn i trykkreservoaret 138 ved å åpne den manuelt opererte isolasjonsventil 150, slik at man driver det andre flytende stempel 134 oppover inne i den andre overføringsbeholders sylinder 106 (figur 11). Fordi det indre volum i prøvekammeret 116 nå blir holdt fast ved stenging av isolasjonsventilene 130 og 132, vil ladningen av trykkreservoaret 138 med høyt komprimert nitrogengass resultere i en reduksjon av det innvendige volum i trykkoverføringskammeret 136, og en videre uttømming av hydraulisk fluid i måleglasset 164. Når inkrementet av hydraulisk fluid som er oppsamlet i måleglasset 164 er målt til å indikere at trykkreservoaret 138 er tilstrekkelig ladet med gass til å sette trykk på prøven, stenger man igjen isolasjonsventilen 150 for å forsegle trykkreservoaret 138.

Overføringsbeholderen 100 inneholder nå et bestemt volum av brønnfluidsprøve, og nitrogen av tilstrekkelig høyt trykk til å opprettholde prøven i sin opprinnelige enfasede form som nede i brønnen. Den for øyeblikket forseglede beholder 100 blir frakoplet fra verktøyet 10, måleglasset 164 og nitrogenkil-

den, ved frakopling av slangene 160, 162 og 170. Den forseglede og isolerte overføringsbeholder 100 er nå klar for transport av prøven av brønnfluid under fullt trykk til et analyselaboratorium på et fjernt sted, hvor prøven kan analyseres i sin opprinnelige enfasede form.

Etter at prøven er fjernet fra overføringsbeholderen 100 ved analyselaboratoriet, kan prøvekammeret 116 vaskes rent ved å feste en av åpningene 122 og 124 til en kilde for et vaskefluid (ikke vist), mens man fester en passende avløpslinje til den andre åpning, og åpner begge ventilene 130 og 132 for å tillate vaskefluidet inn i, gjennom og ut av prøvekammeret 116. Som del av denne vaskeprosess, blir stempelet 114 fortrinnsvis drevet til toppen av sylinderen 104, slik at ved røringsringen 120 liggende rundt toppen på stempelet 114 (sammenlikn med figur 8), blir det innvendige volum i prøvekammeret 116 redusert til sin minimumsverdi (nominelt null). Slik vasking forebygger risikoen for overføring av fluid mellom prøver, hvilket kunne medføre uønskede feil på de analytiske verdier.

Det henvises nå til figur 12, 13 og 14, som viser en annen utførelse 200 av et prøvetakingsverktøy for brønnfluid ifølge oppfinnelsen, i tre suksessive trinn av prøvetakingsoperasjonen for brønnfluid. Deler av den andre utførelse 200 som tilsvarer den første utførelse 10 er gitt de samme henvisningstall med et prefiks 2 (dvs. henvisningene på figur 12-14 er det samme som henvisningene på figur 1-6 pluss 200).

Verktøyet 200 er forskjellig fra verktøyet 10 idet den øvre ende på trykkammeret 252 er en hylse 290 som fra begynnelsen er mekanisk forbundet med trekkstangen 234 med et par låsekuler 292 som blir holdt i spor i trekkstangen 234 ved en perifert smalere del av huset 212 (figur 12).

Når klokken (ikke vist på figur 12-14) løfter trekkstangen 260 for å åpne regulatorventilen 256, vil dempekammeret 254 og det hydraulisk tilkoplede trykkammer 252 tillates å bli utluftet ved en styrt takt inn i luftkammeret 224 (figur 13). Dette gjør at det flytende stempel 226 kan stige og slippe brønnfluid gjennom inntaksåpningene 238 inn i det nå ekspanderende prøvekammer 250.

Når prøvekammeret 250 når sitt maksimale innvendige volum, vil det flytende stempel 226 bevege hylsen 290 oppover

inne i huset 212 til låsekulene 292 faller radialt utover fra sporene i trekkstangen og inn i en ringformet fordypning 294 i huset 212 (figur 14). Dette frigjør trekkstangen 234 fra hylsen 290 slik at nitrogenindusert trykk på stempelet 226 kan holde prøven av brønnfluid i kammeret 250 på et trykk som holder prøven i sin opprinnelige enfasede form.

Det henvises nå til figur 15, som illustrerer et langsgående tverrsnitt av en annen utførelse 300 av en overføringsbeholder for brønnfluid ifølge oppfinnelsen. Deler av den andre beholderutførelse 300 som tilsvarer strukturelt og/eller funksjonelt like deler av den første beholderutførelse 100 er gitt de samme henvisningstall, men med 3 isteden for 1 som første tall (dvs. henvisningene på figur 7 pluss 200).

Overføringsbeholderen 300 (figur 15) er forskjellig fra overføringsbeholderen 100 (figur 7) idet det andre flytende stempel 334 nå ligger inne i det første flytende stempel 314, som er hult for å gi rom for stempelet 334. En innvendig kappering 315 på den nedre ende av stempelet 314 hindrer stempelet 334 fra å komme ut av stempelet 314 på grunn av for stor relativ bevegelse. Kammeret 318 med variabelt volum, mellom stemplene 314 og 334 er en kombinert ekvivalent av trykkammeret 118 og trykkoverføringskammeret 136. Røret 340 er mekanisk forbundet med det andre flytende stempel 334, og følgelig er røret 340 tett glidende i den nedre ende på beholderhuset 302 for å tillate bevegelse av stempelet 334.

Overføringsbeholderen 300 er ellers funksjonelt ekvivalent med overføringsbeholderen 100, og kan erstattes med denne i den overføringsprosedyre for fluidprøven som er beskrevet ovenfor under henvisning til figur 8-11.

Det henvises nå til figur 16-18, som er oppriss i snitt av en modifisert form av regulatorventilen 56 og klokken 58 (vist skjematisk på figur 1-5, og vist i mer detalj på figur 6). Figur 16 er et snitt av den modifiserte regulatorventil 56A og dens aktiverings/utløsningsmekanisme opp til festepunktet for trekkstangen 60A til klokkemekanismen (figur 18). Figur 16 tilsvarer de nedre to tredjedeler av seksjonen lengst til venstre av de tre verktøyseksjoner som er illustrert på figur 6. Figur 17 viser den nedre halvdel av figur 16 i forstørret målestokk for tydeligere detaljer. Figur 18 er et oppriss i snitt av den

modifiserte klokkemekanisme 58A, som i praksis festes (som detaljert nedenfor) på toppen av den anordning som er vist på figur 16, for så å bli ekvivalent med anordningen som vist i seksjonen lengst til venstre på figur 6. De deler av anordningen på figur 16-18 som er identiske med, eller i det vesentlige tilsvarer, deler av anordningen på figur 6, er gitt de samme henvisningstall som de som benyttes på figur 6, og det henvises til denne for de detaljer av anordningen på figur 16-18 som ikke er spesielt beskrevet nedenfor.

Den modifiserte regulatorventil 56A omfatter en langsgående glidbar nål 400 som virker sammen med en fast åpningsdel 402 (ikke sett tydelig på figur 17). En labyrintisk begrenser for hydraulisk strøm 404 er anbrakt mellom passasjen 72 og åpningsdelen 402. Nålen 400 blir fra begynnelsen holdt nede mot åpningsdelen 402 av en spiralfjær 406 som virker mot en langsgående glidbar hylse 408 som fra begynnelsen er låst i den stilling som er vist på figur 16 og 17. I denne utforming, som er klargjort for prøvetaking (ekvivalent med utformingen på figur 1), er nålen 400 fjærforspent mot åpningsdelen 402 for å holde den modifiserte regulatorventil 56A normalt lukket. Fjæren 406 tillater imidlertid at ventilen 56A åpnes under påvirkning av for høyt hydraulisk trykk fra oljen i passasjen 72, for eksempel på grunn av termisk utvidelse av oljen når det klargjorte prøvetakingsverktøy senkes ned i brønnen, og den modifiserte regulatorventil 56A funksjonerer således også som en avlastningsventil for overtrykk.

Hylsen 408 er fra begynnelsen låst i den illustrerte stilling ved hjelp av et par stålkuler 410 som er radialt bevegelige i hylsen 408 og blir holdt utover for å låses på en skulder 412 i huset ved hjelp av den nedre ende på trekkstangen 60A som strekker seg mellom kulene 410. Når trekkstangen 60A løftes ved hjelp av klokkemekanismen 58A (som detaljert nedenfor), vil kulene 410 bevege seg radialt innover i hylsen 408 og ut av kontakt med skulderen 412 i huset. Denne utløftingsoperasjon tillater hylsen 408 å bli ført oppover av fjæren 406, og således å utløse den nedadgående kraft på nålen 400. Dette åpner regulatorventilen 56A for å tillate hydraulisk olje i passasjen 72 å strømme gjennom begrenseren 404 og inn i luftkammeret 24, som tidligere beskrevet under henvisning til figur 2.

Det henvises nå til den modifiserte klokkemekanisme 58A som er vist på figur 18. Denne omfatter et fast hult sylinderformet klokkehus 450 som er lukket på sin nedre ende med en fastmontert bøssing 452. Et rør 454 er montert inne i huset 450 slik at det langsgående glir gjennom bøssingen 452. Den øvre ende på røret 454 er festet på en hylse 456 som er langsgående glidbar, men ikke roterbar inne i klokkehuset 450. En spiralfjær 458 er plassert rundt røret 454, og reagerer mot den faste bøssing 452 for å forspenne hylsen 456, sammen med det påmonterte rør 454, oppover inne i klokkehuset 450.

En krage 460 er roterbart montert inne i den øvre ende på klokkehuset 450, men er aksialt ubevegelig. Kragen 460 understøtter en kulesnekke 462 slik at den henger inne i hylsen 456, hvor snekken 462 er stivt festet på den roterbare krage 460 slik at snekken 462 kan rotere, men er hindret fra å gjennomgå noen aksial bevegelse av betydning. De øvre ender på de spiralformede kanaler 464 som inneholder kulene i kulesnekken 462 fører inn i rent aksiale fortsettelser 466, og disse aksiale fortsettelser av de spiralformede kanaler 464 er utformet i halsen på kragen 460, for et formål som er forklart i detalj nedenfor.

Den øvre ende på hylsen 456 er bordliknende, for å danne rent aksiale kulebærende riflekanaler 468 som er koplet til fortsettelsene av snekkekanalene 466 ved hjelp av mellomliggende lagerkuler 470 (bare en er vist på figur 18).

En kronometrisk roterende urverkmekanisme 472 er festet på den øvre ende av klokkehuset 450, og er forbundet med kragen 460 som bærer kulesnekken, gjennom en enretningsvirkende frittløpende clutch 474.

Trekkstangen 60A er festet på røret 454 nær den øvre ende på dette, ved hjelp av en pinne 476 som går radialt gjennom de sammenmonterte rør 454 og hylsen 456 for å hektes under et sopphode 478 (figur 16) utformet på toppen av trekkstangen 60A. Pinnen 476 stikker også radialt utover fra klokkehuset 450 gjennom et langsgående gradert spor 477 i huset 450, for et formål som skal forklares nedenfor.

For å innstille klokkemekanismen 58A for klargjøring av en prøvetakingsoperasjon for brønnfluid med verktøyet 10 etter en forutbestemt forsinkelse, trekkes pinnen 476 nedover langs sporet 477 til den er på høyde med en passende gradering på

sporet. Den nedadgående bevegelse av pinnen 476 trekker hylsen 456 nedover inne i klokkehuset 450 mot den oppadgående kraft fra fjæren 458 (denne aksjon er analog med spenning av en geværbolt). Den øvre ende på riflekanalene 458 i hylsen 456 tvinger kulene 470 ned gjennom de aksiale fortsettelser 466 og inn i de spiralformede kuleførende kanaler 464 i kulesnekken 462. Siden hylsen 456 er aksialt glidbar men ikke roterbar, og snekken 462 er roterbar men aksialt ubevegelig, vil innstillingsbevegelsen for pinnen 476 tvinge snekken 462 til å rotere. Den frittløpende retning av clutchen 474 er anordnet slik at denne tvungne rotasjon av snekken 462 under innstilling av tidsmekanismen ikke tvinger urverkmekanismen 472 til å dreie seg på samme tid.

Når pinnen 476 er trukket nedover med en passende mengde, slippes den løs slik at fjæren 458 har en tendens til å returnere hylsen 456 oppover til sin utgangsstilling (som illustrert på figur 18). En rask oppadgående bevegelse av hylsen 456 blir imidlertid hindret på grunn av at kulene 470 som forbinder de aksialt rette kanaler 468 med de spiralformede snekkekanaler 464 tvinger snekken 462 til å forsøke å rotere, men slik rotasjon blir i stor grad hindret på grunn av den nå tilkoplede clutch 474 som forårsaker en returrotasjon av snekken 462 for å drive den kronometriske urmekanisme 472, som tillater bare en langsom rotasjon. Den endelige varighet av en slik urverkrotasjon er selektivt forutbestemt ved i hvilken grad pinnen 476 trekkes nedover. Energien for å drive urverkmekanismen 472 kommer fra sammenpressingen av fjæren 458 under innstillingsprosessen.

Når urmekanismen 472 til slutt tillater snekken 462 å dreie seg tilstrekkelig langt til at kulene 470 kan nå de øvre ender på de spiralformede snekkekanaler 464, løper kulene 470 inn i de rent aksiale fortsettelser 466. Siden kulene 470 løper samtidig i de rent aksiale riflekanaler 468 i hylsen 456, har den oppadgående bevegelse av hylsen 456 ikke lenger noe behov for at snekken 462 roterer, og derfor vil urmekanismen 472 stoppe brått ved å bevirke en forsinkelse. Den effektive utløsning av hylsen 456 for oppadgående bevegelse under den fortsatte påvirkning av fjæren 458 resulterer i en forholdsvis rask oppadgående bevegelse av pinnen 476, hvis radiale indre ende griper under trekkstangens soppformede hode 478 (figur 16) for å løfte trekkstangen 60A,

utløse kulene 410 (figur 17) og åpne regulatorventilen 56A for å starte prøvetaking av brønnfluidet med verktøyet 10, som tidligere beskrevet under henvisning til figur 2.

Skjønt visse modifikasjoner og variasjoner er beskrevet ovenfor, er ikke oppfinnelsen begrenset til disse, og andre modifikasjoner og variasjoner kan innføres uten å avvike fra oppfinnelsens omfang som definert i kravene.

Patentkrav

1. Prøvetakingsverktøy for brønnfluid, **KARAKTERISERT VED** at den omfatter en første sylinder (20, 104) med et første flytende stempel (26, 114, 314) og en grenseventil (28) anbrakt på ulike steder langs den første sylinders lengdeakse, hvor det første stempel (26, 114, 314) er tettende glidbart til den første sylinder, grenseventilen (28) kan beveges med kontakt til det første stempel (26, 114, 312) mellom en åpen stilling og en lukket stilling, det første stempel (26, 114, 212) og grenseventilen (28) deler den første sylinder (20, 104) i et prøvekammer (50, 116, 250) med variabelt indre volum, et dempekammer (54, 254) og et trykkammer (52, 118, 252) mellom prøvekammeret (50, 116, 250) og dempekammeret (54, 254), hvor tilstøtende ender av prøvekammeret (50, 116, 250) og trykkammeret (52, 118, 252) er avgrenset av det første stempel (26, 114, 314), tilstøtende ender av trykkammeret (52, 118, 252) og dempekammeret (54, 254) er avgrenset av grenseventilen (28), det første stempel (26, 114, 314) er bevegelig i to retninger langs den første sylinder (20, 104) under påvirkning av forskjellen mellom fluidtrykket i prøvekammeret (50, 116, 250) og fluidtrykket i trykkammeret (52, 116, 252), idet prøvekammeret (50, 116, 250) har en inntaksåpning (38) for brønnfluid ved en ende av prøvekammeret (50, 116, 250) som er fjernt fra trykkammeret (51, 118, 252) for inntak av en brønnfluidprøve i prøvekammeret (50, 116, 250), en inntaksventil for en fluidprøve som er styrbart bevegelig for selektivt å åpne eller stenge inntaksåpningen (38), en andre sylinder (22, 106)

som inneholder et andre flytende stempel (62, 134, 334) som er tett glidende i denne og som avdeler den andre sylinder (22, 106) i et trykkoverføringskammer (66, 136) og et trykkreservoar (66, 138) for å inneholde en elastisk trykkilde, en trykkontrollventil (40) som forbinder det andre trykkoverføringskammer i sylinderen (22, 106) med trykkammeret (52, 118, 252) i den første sylinder (20, 104), hvor grenseventilen (28), inntaksventilen og trykkontrollventilen (40) er gjensidig forbundet for samtidig kaskadeoperasjon, en regulatorventil (56, 256) for styrbar uttømming av fluid fra dempekammeret (54, 254), og en kontrollanordning for regulatorventilen (56, 256) for å aktivere denne på et forutbestemt tidspunkt, idet når verktøyet er i bruk, klargjøres den for prøvetaking av brønnfluid ved at regulatorventilen (56, 256) er stengt, grenseventilen (28) er åpen for å forbinde dempekammeret (54, 254) og trykkammeret (52, 118, 252), inntaksventilen er åpen, trykkontrollventilen (40) er lukket, det første stempel (26, 114, 314) er plassert i den første sylinder (20, 104) slik at det er nær inntaksåpningen (38) for brønnfluid for å klargjøre prøvekammerets volum ved et minimum volum, trykkoverføringskammeret (64, 136) og de fra begynnelsen sammenkoplede dempe- og trykkamre (54, 254, 52, 118, 252) hver er i det vesentlige fylt med et i det vesentlige ikke sammenpressbart hydraulisk fluid, og det trykkreservoaret (66, 138) er ladet fra en elastisk trykkilde med et starttrykk som er minst lik trykket i det brønnfluid det skal tas prøver av, når verktøyet (10) senkes ned i en brønn til et sted hvor brønnfluidet det skal tas prøver av befinner seg, og etter at regulatorventilens (56, 256) kontrollanordning styrt åpner regulatorventilen for å tømme hydraulisk fluid fra dempekammeret (54,254), vil det iboende trykk i reservoarfluidet i brønnen forårsake at brønnfluid trenger inn i prøvekammeret gjennom inntaksåpningen (38), og dermed forskyver det første stempel (26, 114, 314) for å gi plass for innkommende brønnfluid ved å øke prøvekammerets (50, 116, 250) indre volum med en takt som styres av tømmingen av hydraulisk fluid fra trykkammeret (52, 118, 252) gjennom grenseventilen (28), dempekammeret (54, 254) og regulatorventilen (56, 256), inntil det første stempel (26, 114, 314) reduserer trykkammerets (52, 118, 252) indre volum til et minimum og aktiverer grenseventilen (28) for å lukke denne, for deretter å lukke inntaksventilen og

fullføre inntaket av brønnfluid til prøvekammeret (50, 116, 250), å fullføre uttømmingen av hydraulisk fluid fra dempekammeret (54, 254) og å åpne trykkontrollventilen (40) slik at den elastiske trykkilde nå er koplet gjennom det andre flytende stempel (62, 134, 334) og det hydrauliske fluid i trykkoverførings- og trykkamrene (64, 136, 52, 118, 252), for å tilføre trykk til det første stempel (26, 114, 314) på en slik måte at den termiske krymping av borfluidprøvens volum motvirkes under avkjølingen ved en tilsvarende reduksjon av prøvekammerets (50, 116, 250) indre volum fra en trykkindusert bevegelse av det første stempel (26, 114, 314), for å opprettholde brønnfluidprøven av i enfaset form.

2. Verktøy ifølge foregående krav, **KARAKTERISERT VED** at den elastiske trykkilde foreligger i form av komprimert gass.

3. Verktøy ifølge krav 2, **KARAKTERISERT VED** at gassen er nitrogen.

4. Verktøy ifølge foregående krav, **KARAKTERISERT VED** at verktøyet (10) omfatter et luftkammer (24, 224) som er forbundet med dempekammeret (54, 224) gjennom regulatorventilen (56, 256), og at luftkammeret (24, 224) mottar det hydrauliske fluid som tømmes ut fra dempekammeret (54, 254) gjennom regulatorventilen (56, 256) når verktøyet (10) er i bruk.

5. Verktøy ifølge foregående krav, **KARAKTERISERT VED** at kontrollanordningen for regulatorventilen omfatter en anordning for mottak av aktiveringssignal som overføres under prøvetakingen, fra overflaten over den brønnen prøven tas fra.

6. Verktøy ifølge foregående krav, **KARAKTERISERT VED** at kontrollanordningen for regulatorventilen omfatter en klokke eller en annen type tidsregistreringsanordning i verktøyet (10), som kan forhåndsinnstilles på overflaten før plassering av det aktiverte verktøy (10) i brønnen.

7. Verktøy ifølge foregående krav, **KARAKTERISERT VED** at grenseventilen (28) er utformet med et ringlegeme (30) og en plugg (32), at ringlegemet (30) er tettende glidbart til den første sylinder (20, 104), at ringlegemet (30) i utgangspunktet er anordnet i den første sylinder (20, 104) mellom det første stempel (26, 114, 314) og pluggen (32), at ringlegemet (30) kan beveges med kontakt til det første stempel (26, 114, 314) til tettende kontakt med pluggen (32) for å lukke grenseventilen (28).

8. Verktøy ifølge krav 7, **KARAKTERISERT VED** at pluggen (32) er forbundet med inntaksventilen og trykkontrollventilen (40) med et ledd for frembringe gjensidig leddet forbindelse for å forene en kaskadeoperasjon, idet leddet danner en kombinert overføringsforbindelse for mekanisk kraft og et hydraulikkrør (140) som er hydraulisk forbundet med trykkontrollventilen (40) og trykkammeret (52, 118, 252)

9. Verktøy ifølge foregående krav, **KARAKTERISERT VED** at trykkontrollventilen (40) foreligger i form av en trykkbalansert spoleventil (40).

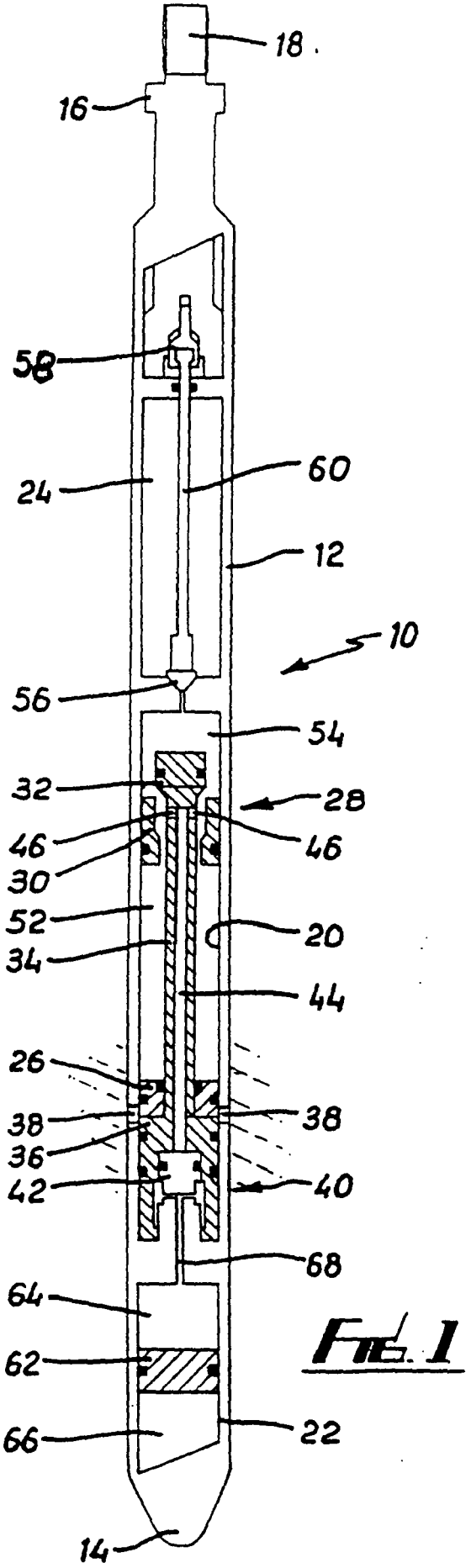

18
16
58
24
60
12
10
56
54
32
28
46
46
30
52
20
34
44
26
38
38
36
42
40
68
64
62
66
22
14

FIG. 1

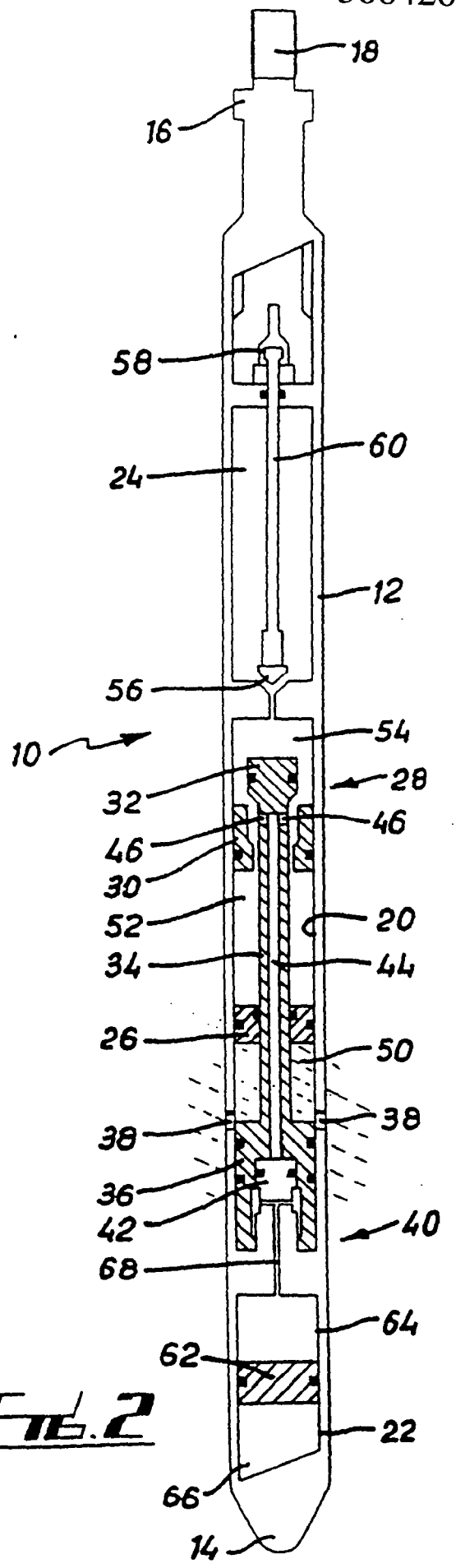

18
16
58
60
24
12
56
10
54
28
32
46
46
30
52
20
34
44
26
50
38
38
36
42
40
68
64
62
22
66
14

FIG. 2

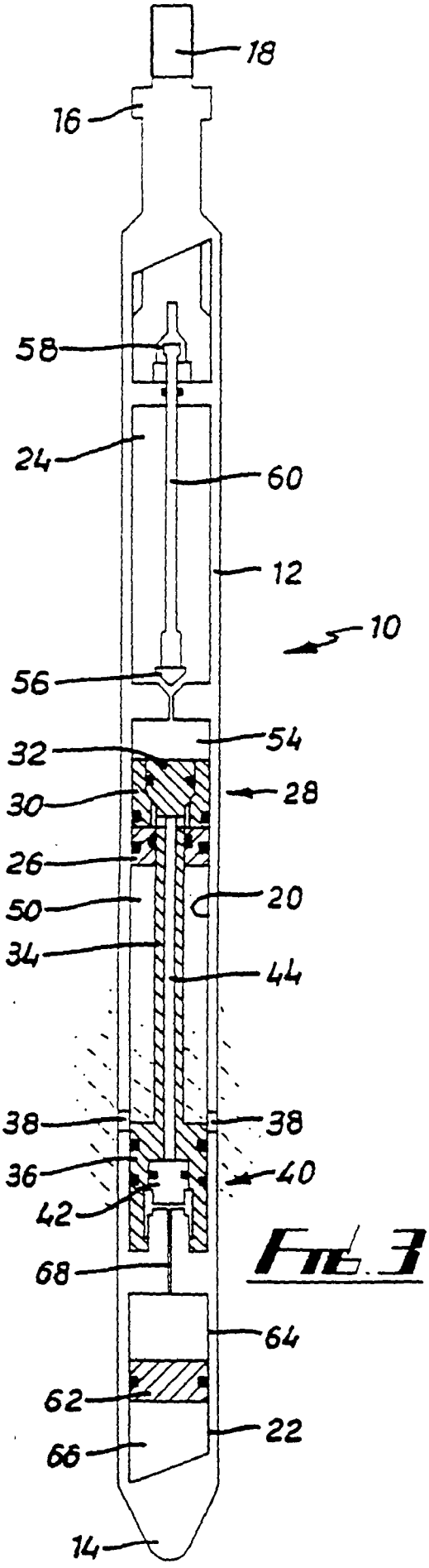

18
16
58
24
60
12
10
56
54
32
28
30
26
20
50
34
44
38
38
36
40
42
68
64
62
22
66
14

FIG. 3

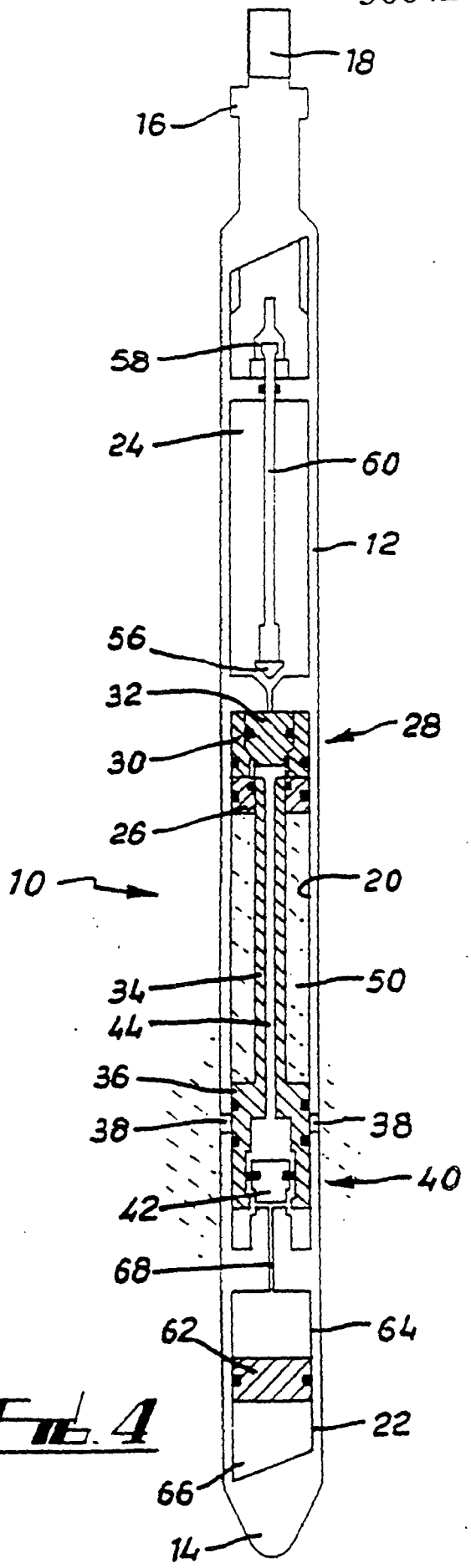

18
16
58
24
60
12
56
32
28
30
26
10
20
34
50
44
36
38
38
40
42
68
62
64
22
66
14

FIG. 4

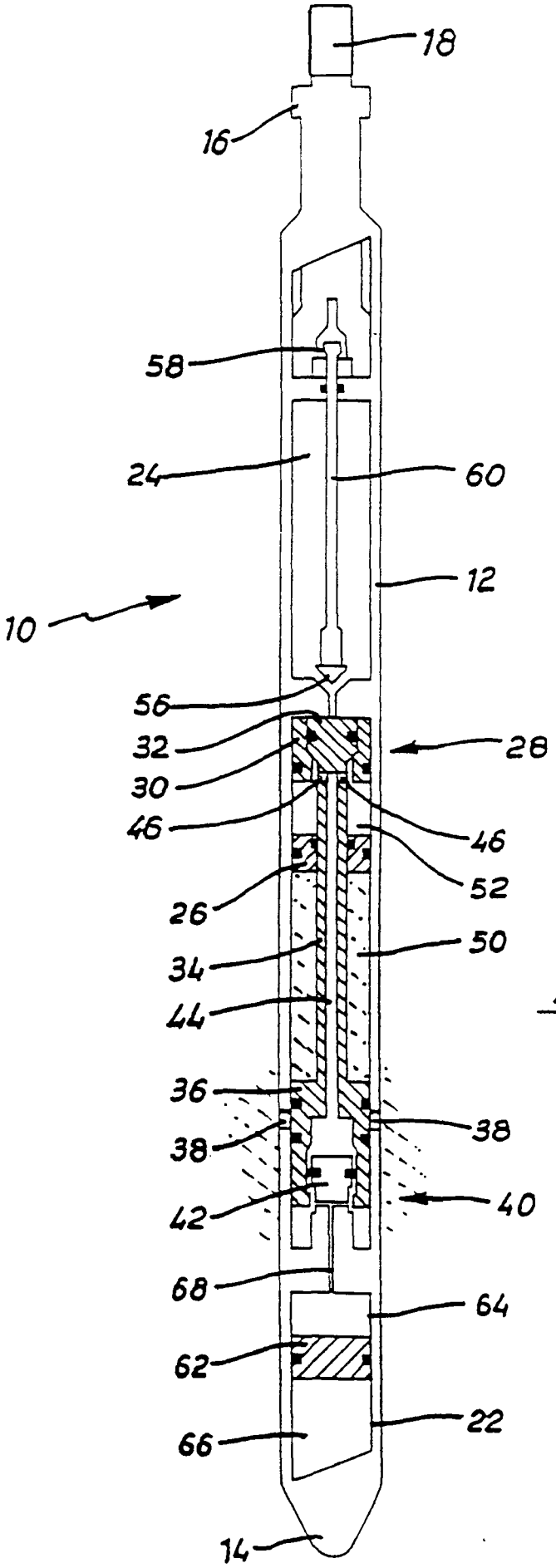

18
16
58
24
60
12
10
56
32
28
30
46
46
52
26
50
34
44
36
38
38
42
40
68
64
62
22
66
14

FIG. 5

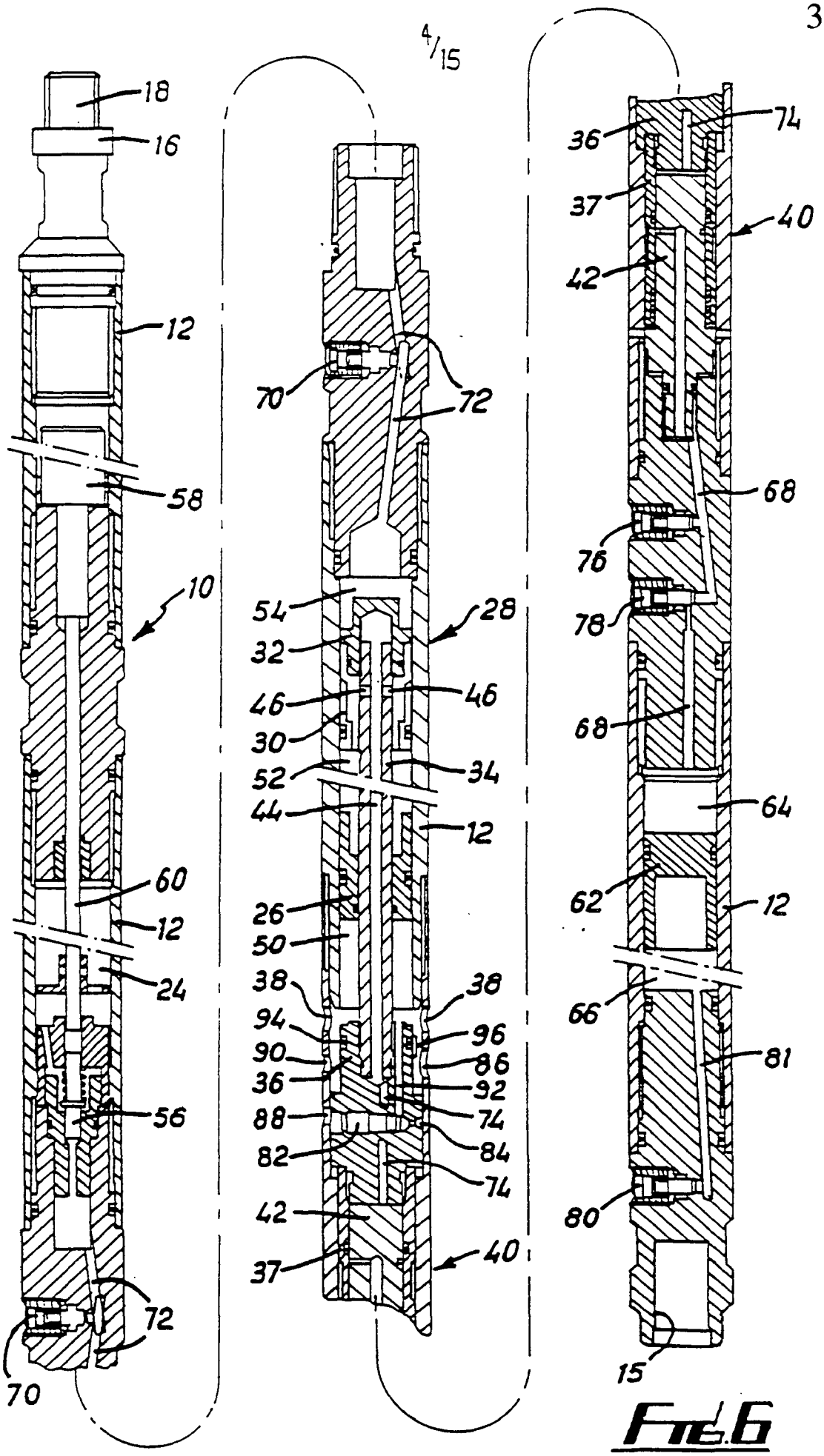

18
16
12
58
10
60
12
24
56
72
70
70
72
54
28
32
46
46
30
34
52
44
12
26
50
38
38
94
96
90
86
36
92
88
74
82
84
74
42
37
40
36
74
37
40
42
68
76
78
68
64
62
12
66
81
80
15

FIG. 6

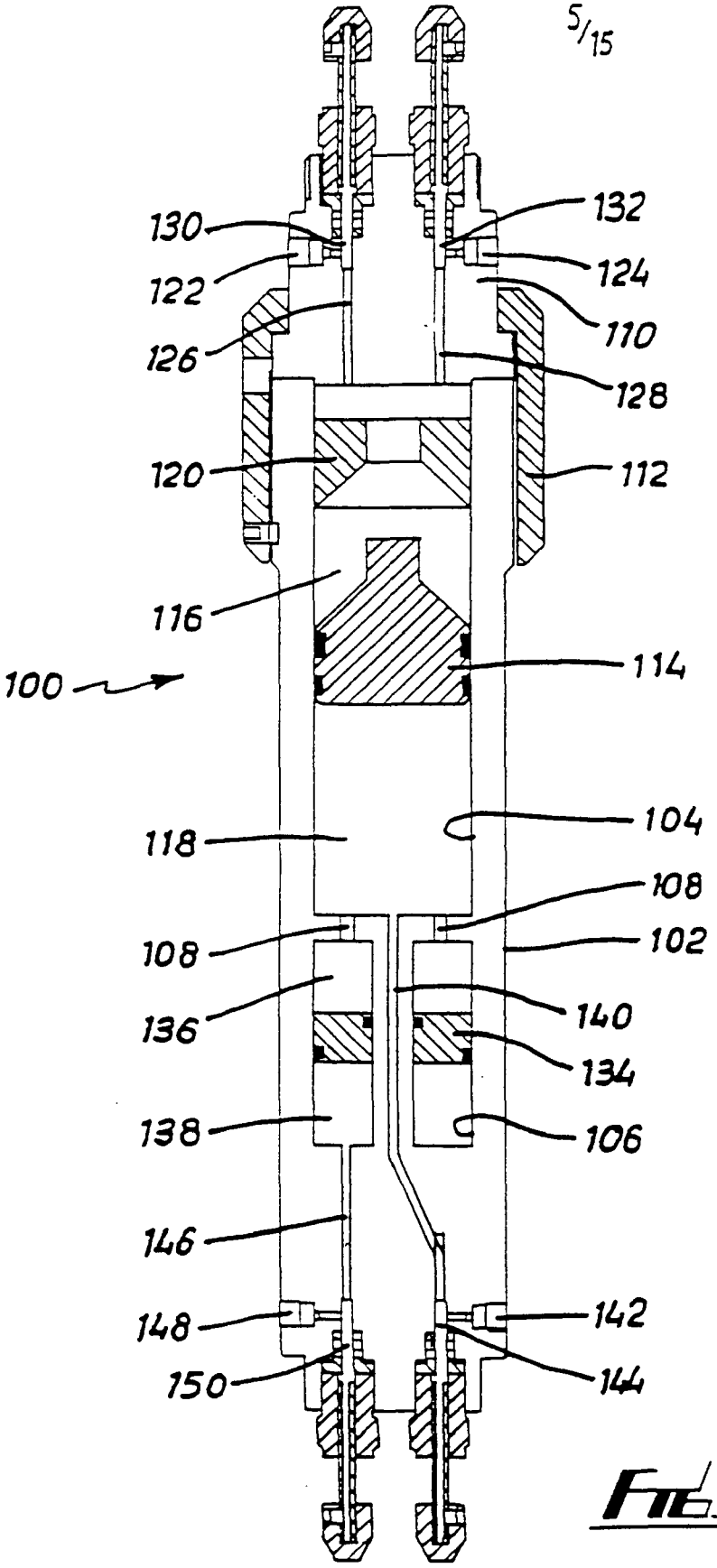

130
132
122
124
126
110
128
120
112
116
100
114
118
104
108
108
102
136
140
134
138
106
146
148
142
150
144

FIG. 1

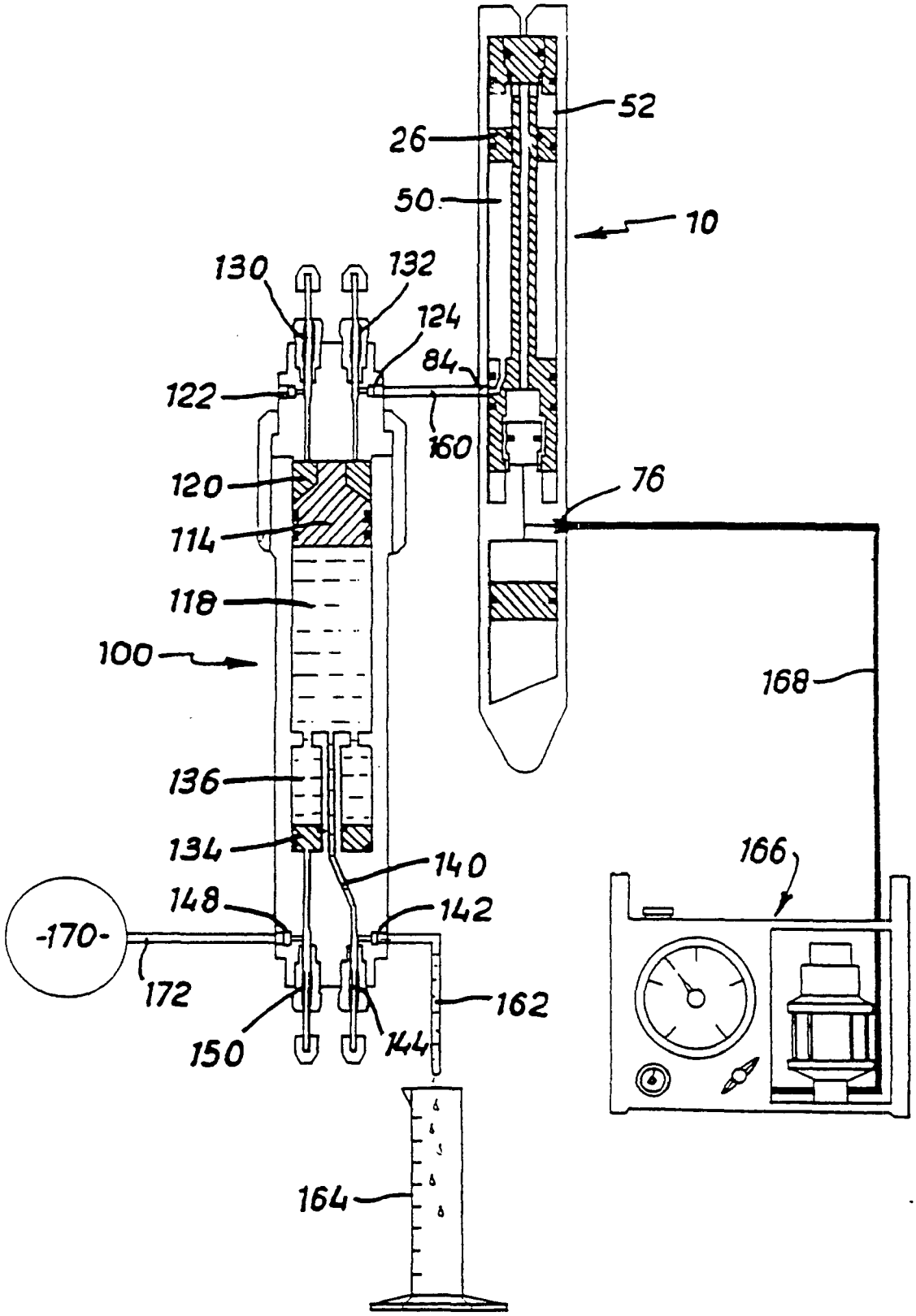

52
26
50
10
130
132
124
84
122
160
120
76
114
118
100
168
136
166
134
140
148
142
-170-
172
162
150
144
164

FIG. 8

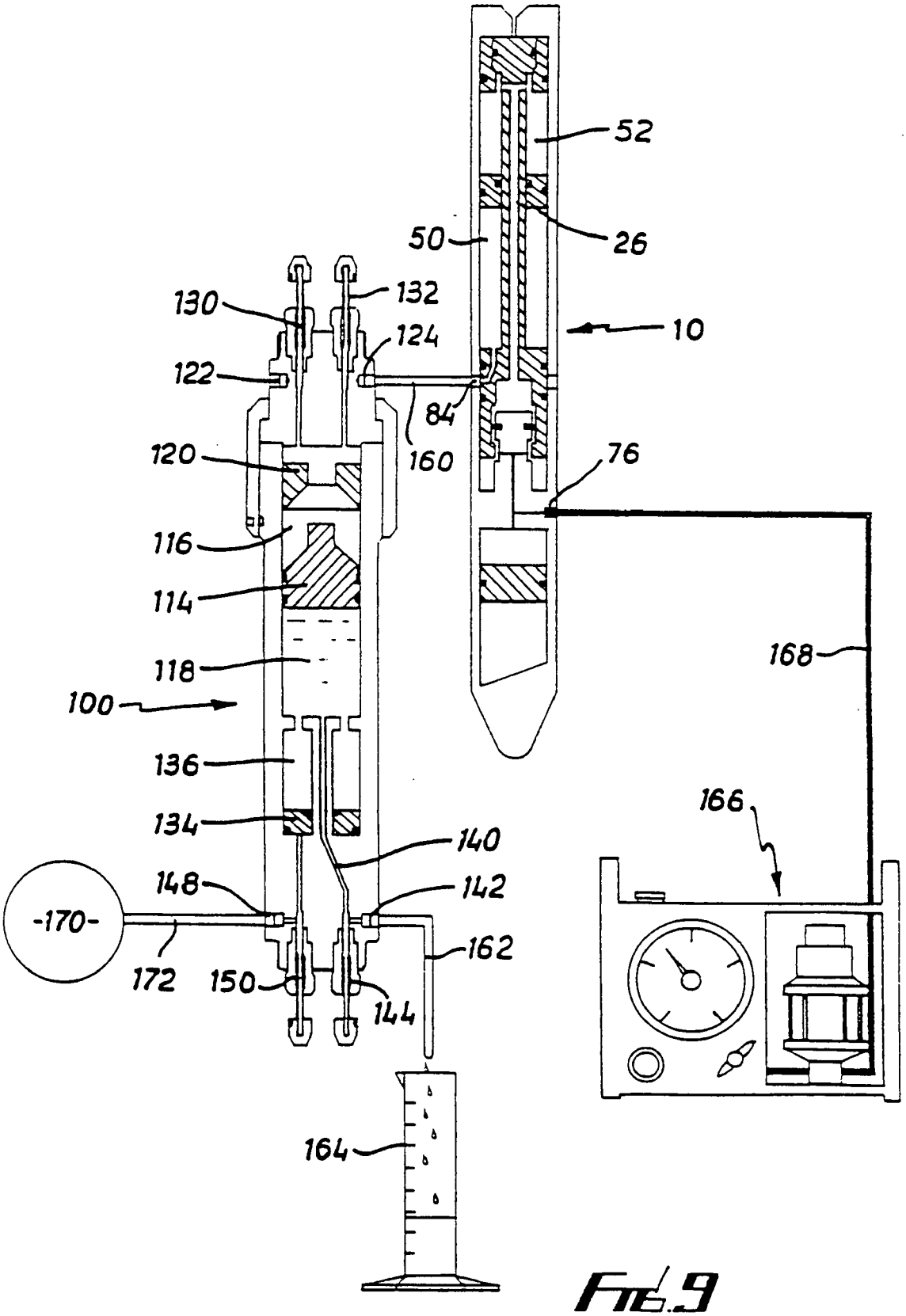

52
26
50
10
130
132
124
122
84
160
120
76
116
114
168
118
100
136
166
134
140
148
142
-170-
162
172
150
144
164

FIG.9

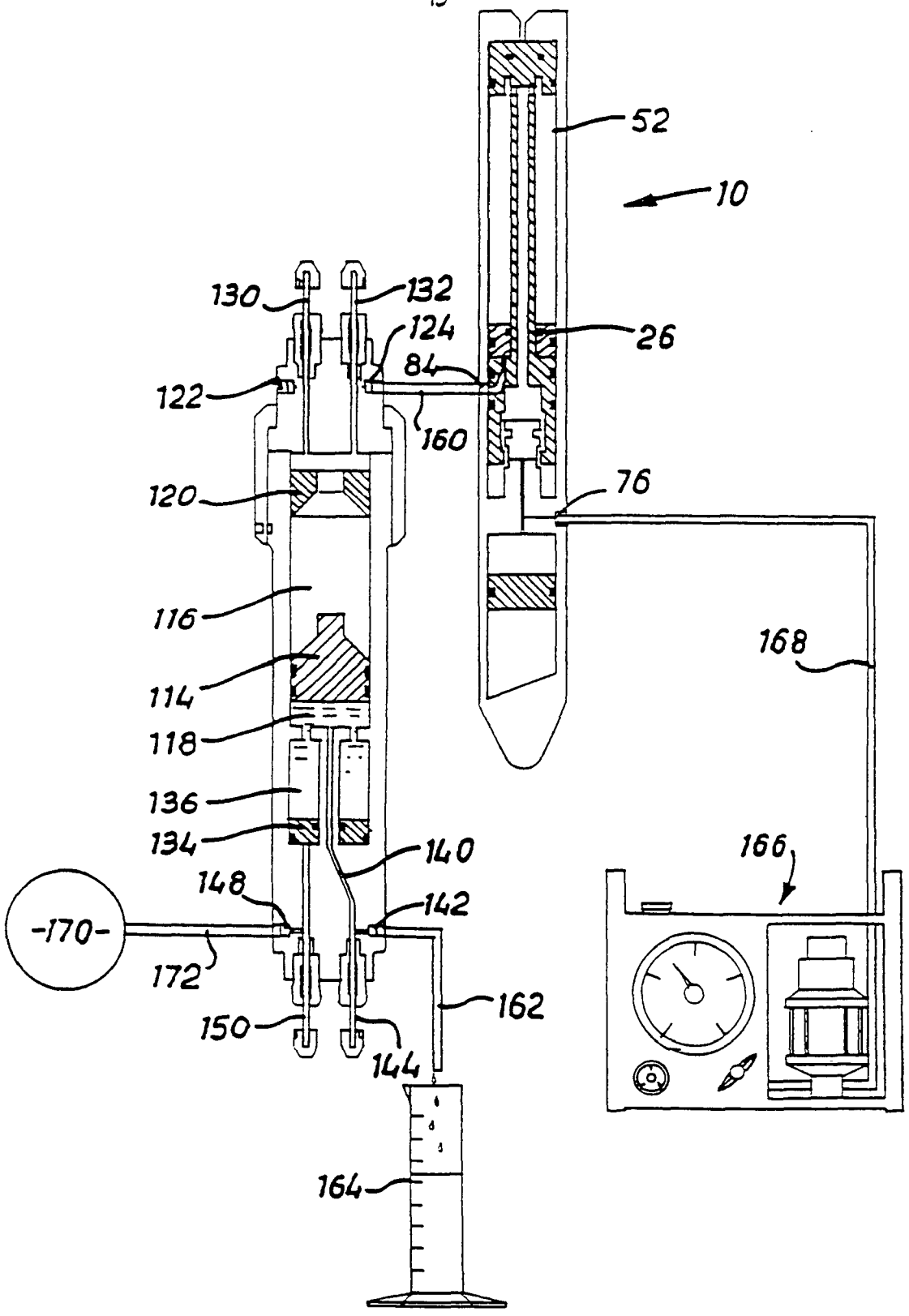

52
10
130
132
124
26
84
122
160
76
120
116
168
114
118
136
166
134
140
148
142
-170-
172
162
150
144
164

FIG. 10

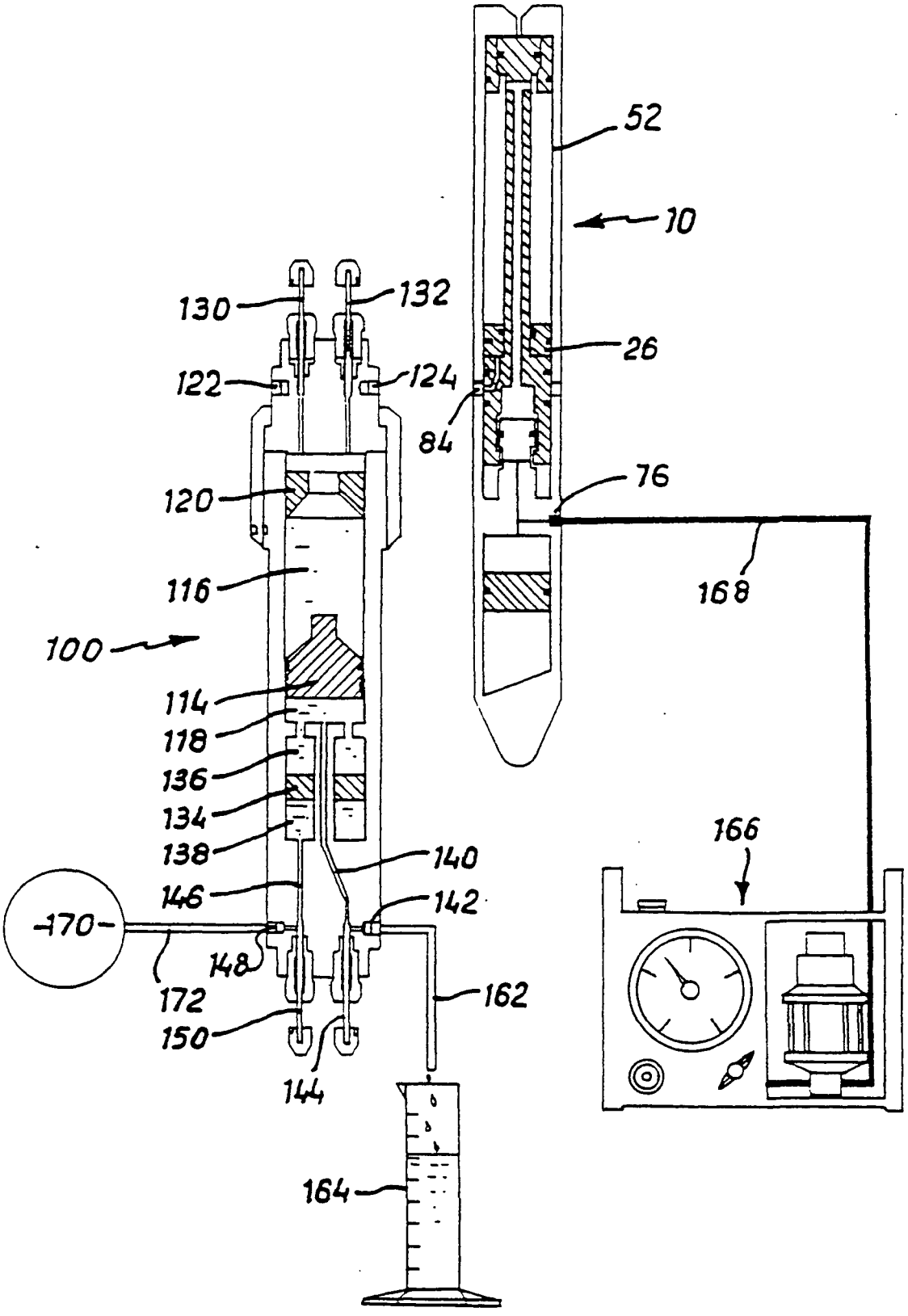

52
10
130
132
26
122
124
84
76
120
168
116
100
114
118
136
134
166
138
140
146
142
170
148
162
172
150
144
164

FIG. 11

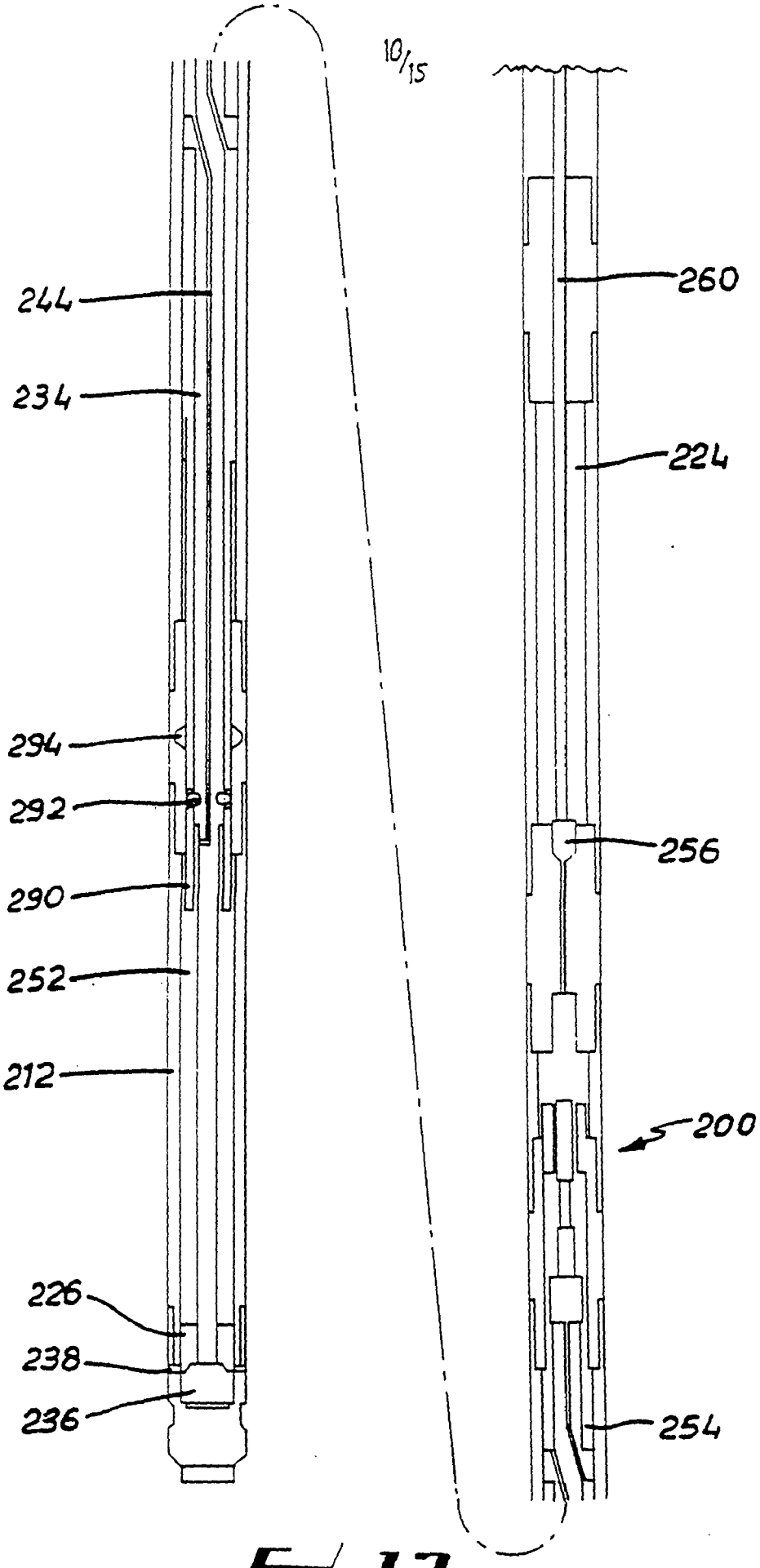


FIG. 12

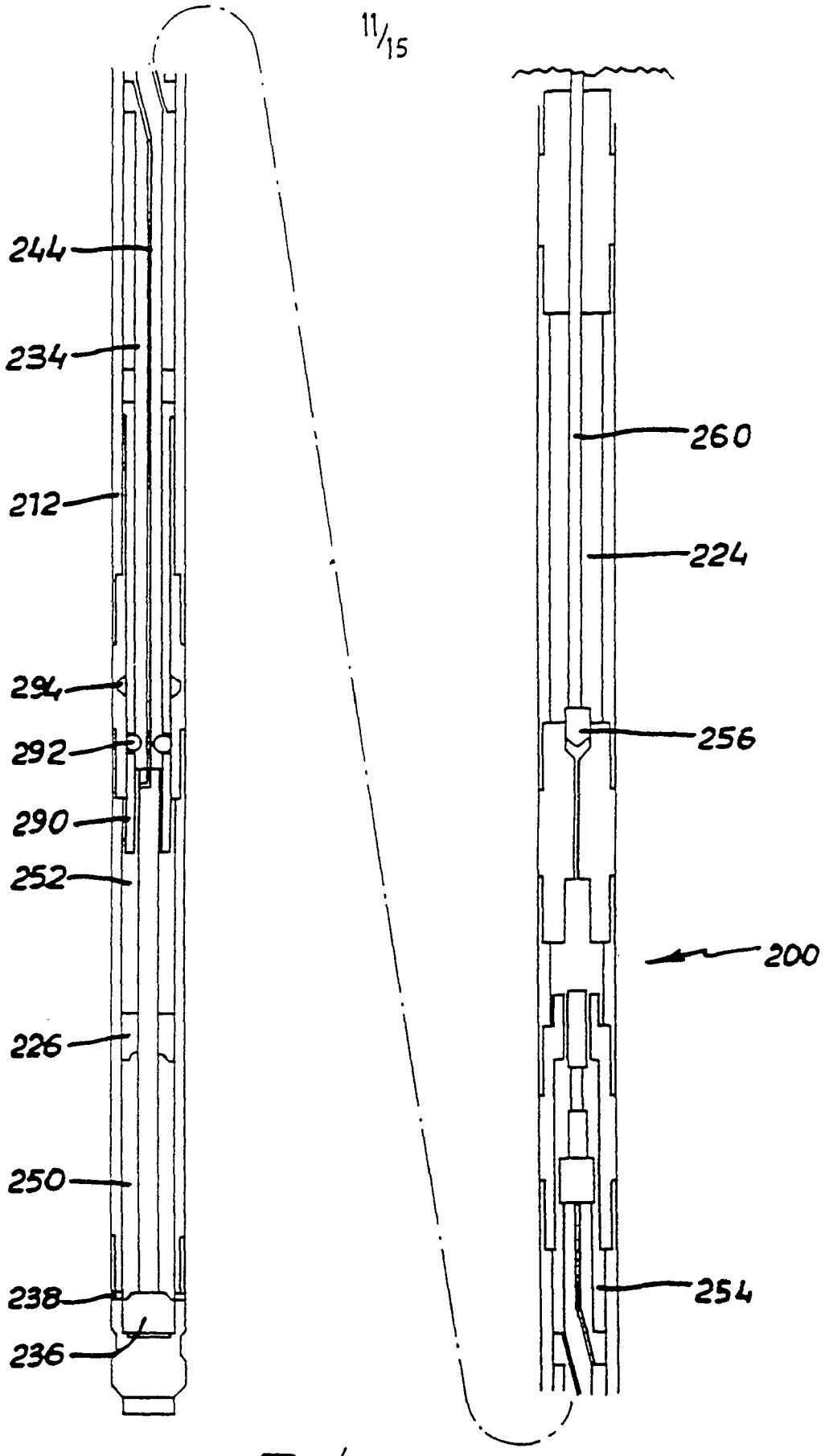


FIG. 13

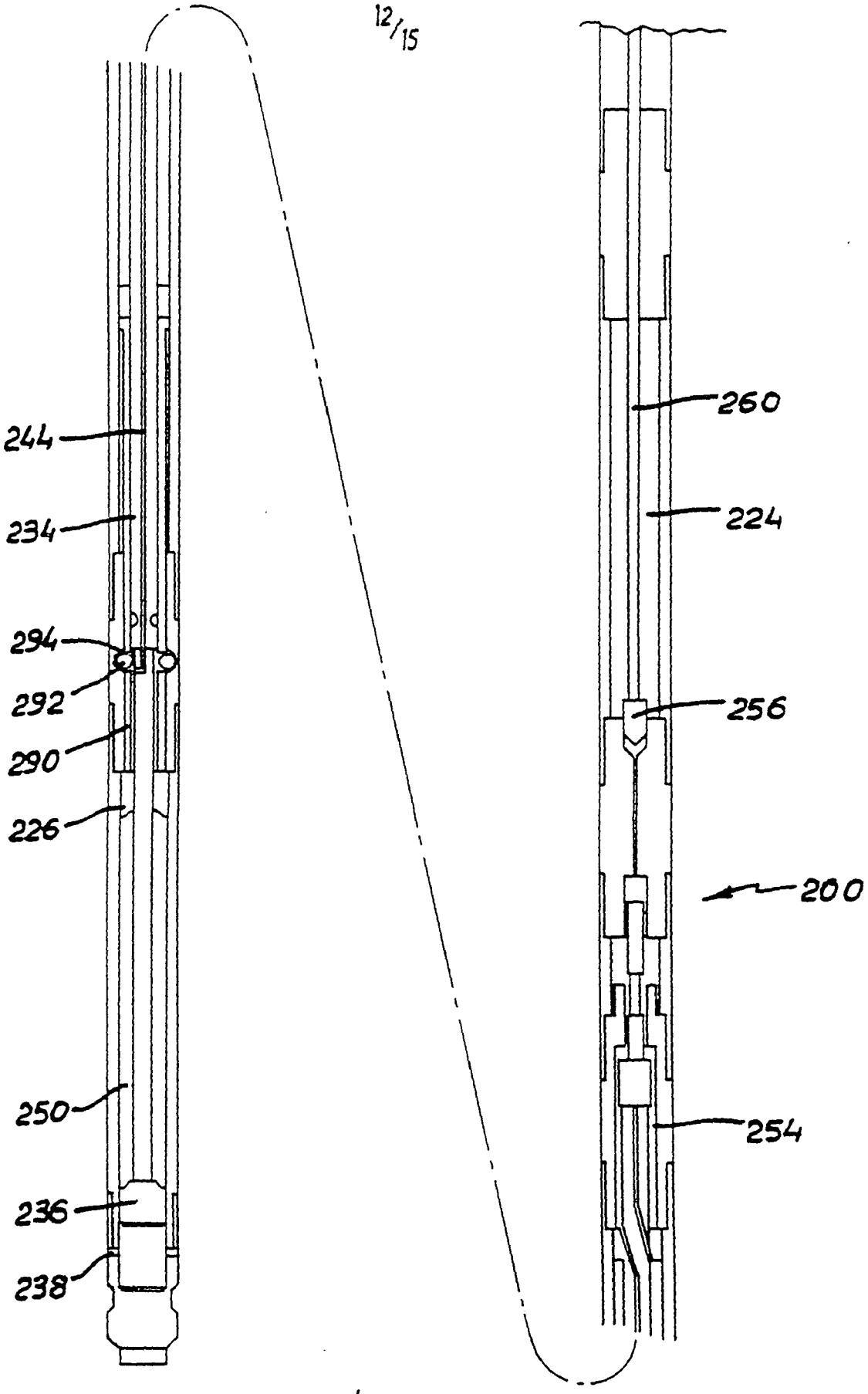


FIG. 14

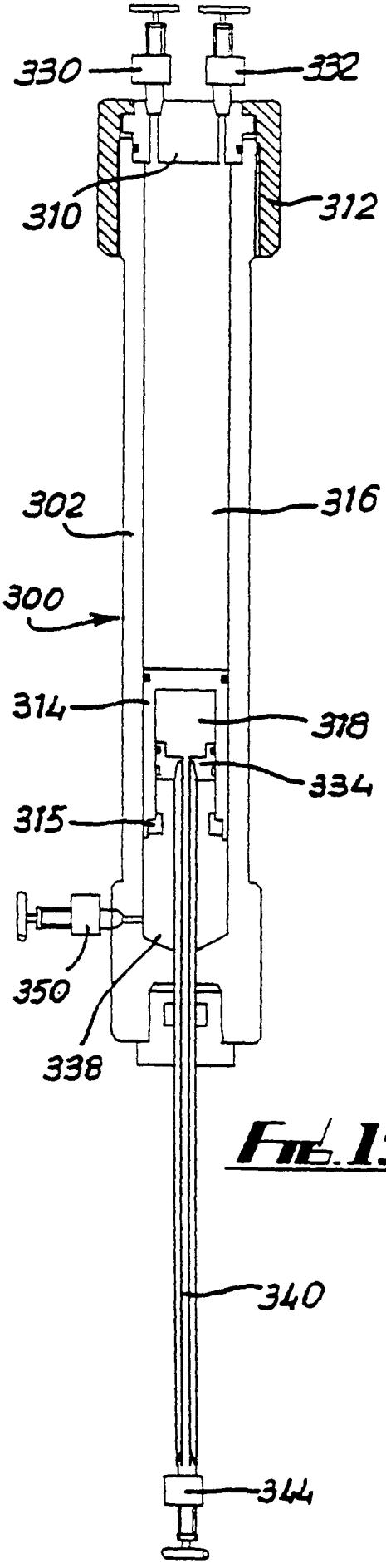

330
332
310
312
302
316
300
314
318
334
315
350
338
340
344

FIG. 15

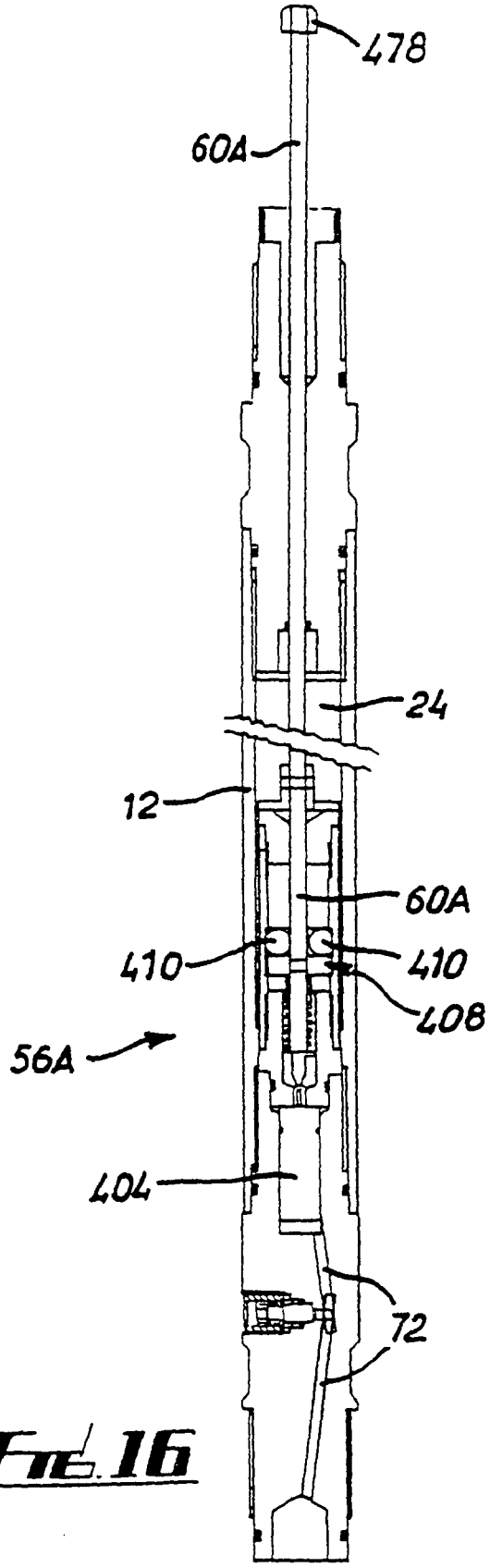

478
60A
24
12
60A
410
410
408
56A
404
72

FIG. 16

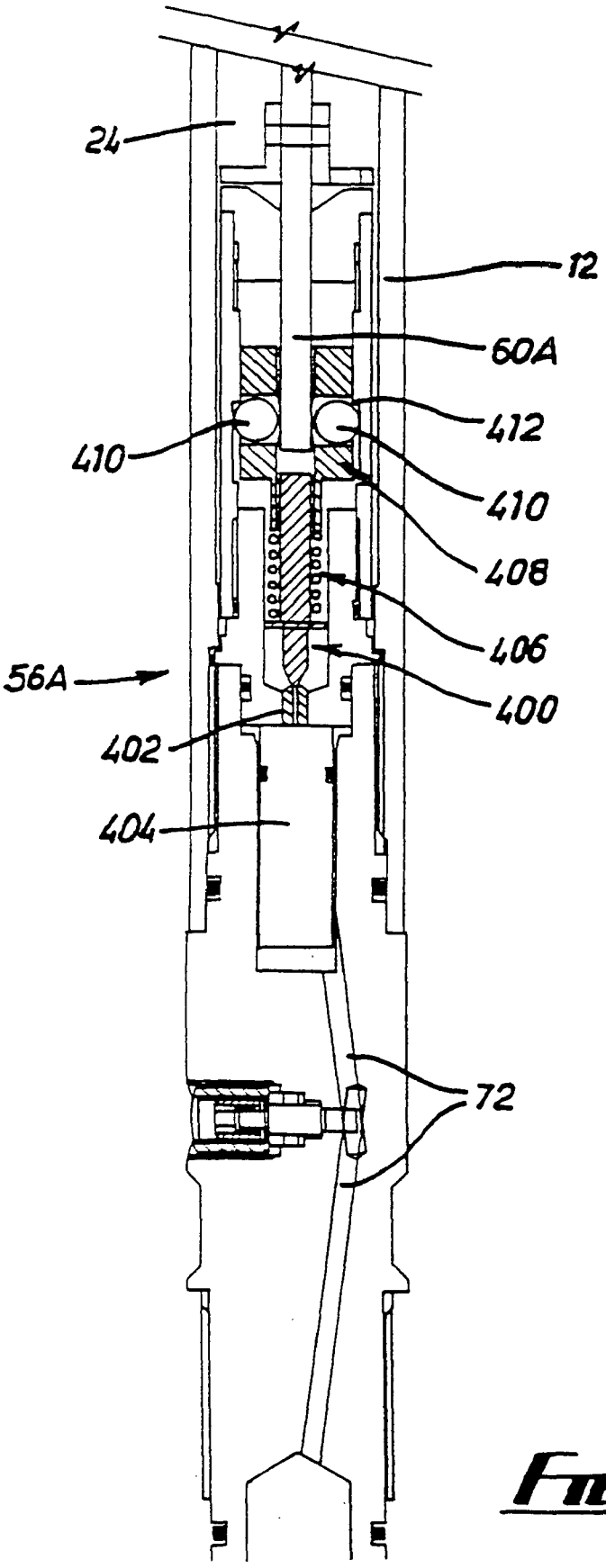


FIG. 17

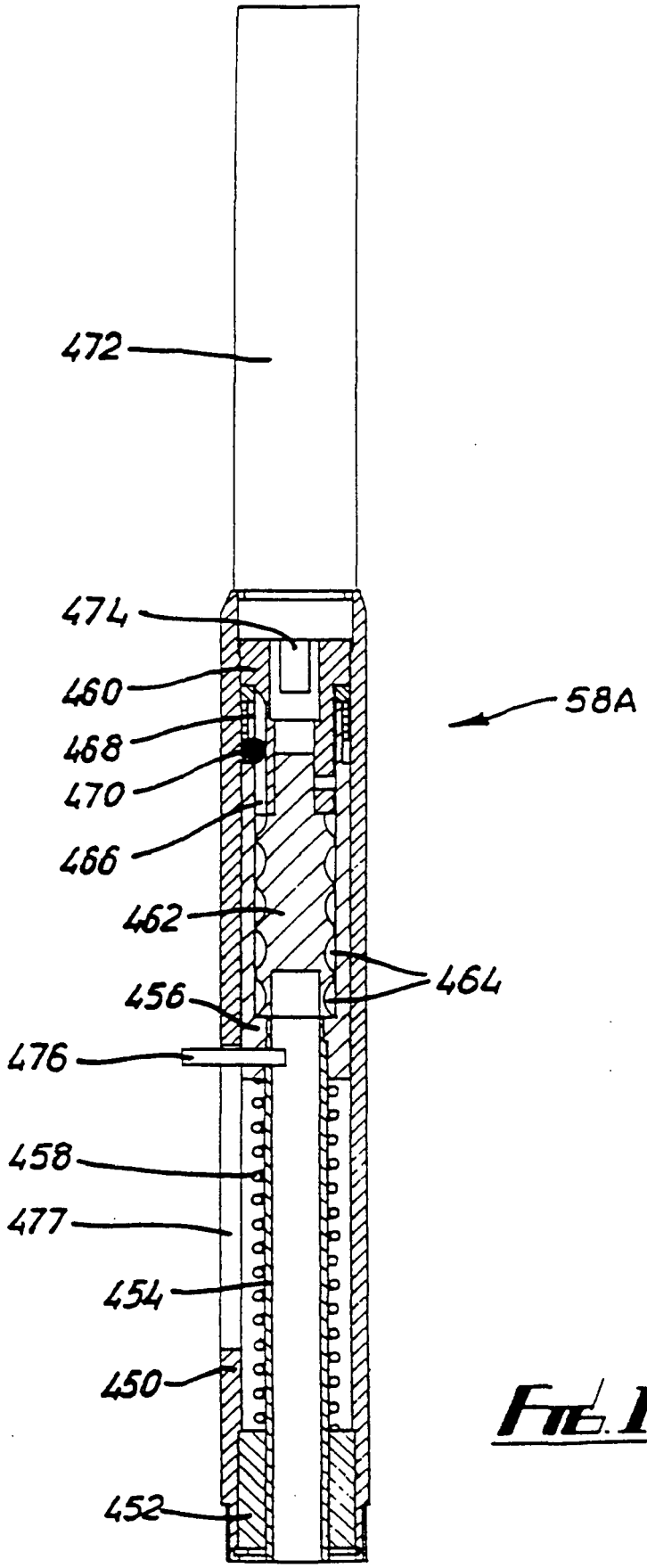


FIG. 18