



(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **333804**

(13) **B1**

NORGE

(51) **Int Cl.**

E21B 43/04 (2006.01)

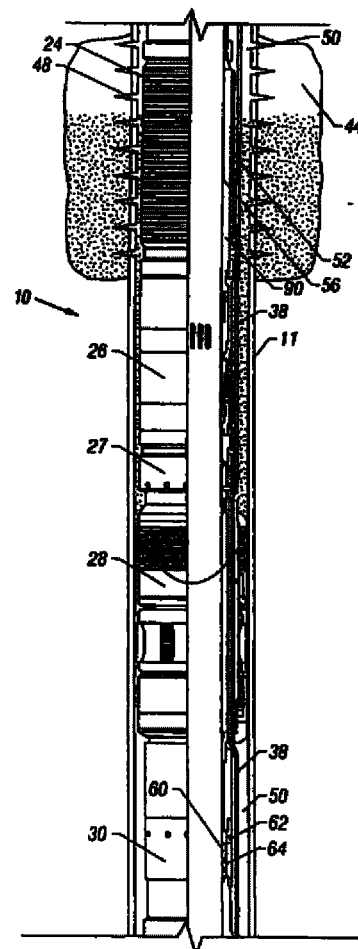
E21B 43/12 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20022691	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2000.12.08 PCT/US2000/33347
(22)	Inng.dag	2002.06.06	(85)	Videreføringsdag	2002.06.06
(24)	Løpedag	2000.12.08	(30)	Prioritet	1999.12.10, US, 170071 2000.04.06, US, 195367 2000.12.07, US, 732134
(41)	Alm.tilgj	2002.08.05			
(45)	Meddelt	2013.09.16			
(73)	Innehaver	Schlumberger Technology BV, Parkstraat 83-89, NL-2514JG HAAG, Nederland			
(72)	Oppfinner	Patrick W Bixenman, 1 Frenchwood Park, GB-BT180ED CRAIGAVAD, CO. DOWN, Storbritannia Eduardo H Albino, Apartment 1512, 222 Settlers Way Boulevard, Sugar Land, TX 77478, USA			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			

(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte og anordning for sandstyring
(56)	Anførte publikasjoner	US 4401158 A US 3963076 A US 5355953 A
(57)	Sammendrag	

Det tilveiebringes en brønnkomplettering som muliggjør sandstyringsbehandling av en eller flere produksjonssoner (42,44) med kun en tur inn i en brønn, I en eksempelvis utførelsesform kan kompletteringen inkludere en første (12), en andre (20) og en tredje (36) pakning. Den første pakningen kan festes til et produksjonsrør (40). Et første sandfilter (16) kan tilveiebringes mellom den første (12) og den andre (20) pakningen. En første lukningsmuffe (14) kan tilveiebringes mellom den første pakningen (12) og det første sandfilteret (16). En første overflatestyrt strømningsstyringsanordning (18) kan tilveiebringes mellom det første sandfilteret (16) og den andre pakningen (20). En styringskanal (38) forløpende fra jordoverflaten strekkes på en forseglest måte gjennom den første pakningen (12) og koples til den første overflatestyrte strømningsstyringsanordningen (18). Et andre sandfilter (24) tilveiebringes mellom den andre (20) og den tredje (36) pakningen. En andre lukningsmuffe (22) kan tilveiebringes mellom den andre pakningen (20) og det andre sandfilteret (24). En andre overflatestyrt strømningsstyringsanordning (26) kan tilveiebringes mellom det andre sandfilteret (24) og den tredje pakningen (36) og koples til styringskanalen (38). Det første sandfilteret (16) kan plasseres i brønnen ved en første produksjonsone (42) og det andre sandfilteret (24) kan plasseres i brønnen ved en andre Produksjonsone (44).



Denne søknaden krever prioritet fra U.S. provisional søknad 60/170 071, innlevert 10. Desember 1999; og U.S. provisional søknad 60/195 367, innlevert 6. April 2000. Denne søknaden er en cip av U.S.-patentet 09/419 585, innlevert 5 18. Oktober 1999.

Foreliggende oppfinnelse angår undergrunns brønnutstyr, og mer spesifikt en fremgangsmåte og en anordning for sandstyring.

Det er velkjent for de som driver med utvinning av olje og gass at hydro-
10 karbonene i enkelte undergrunns hydrokarbon-produserende formasjoner er blandet med sand. Av forskjellige grunner, som er velkjente innenfor teknikken, er det ikke ønskelig å produsere denne iblandede sanden til jordoverflaten sammen med hydrokarbonene. Det har innenfor industrien vært utviklet sandstyringskompletteringer som, i generelle termer, inkluderer en øvre og eventuelt
15 en nedre, eller sump-, pakning med forskjellige mekanismer tilveiebrakt derimellom, inklusive en lukningsmuffe (eng: closing sleeve) og et sandfilter. Den øvre pakningen, eksempelvis en tilbakehentbar boringforseglingsspakning (eng: seal bore retrievable packer), koples initielt til en arbeidsstreng, og hele sandstyringskompletteringen føres inn i brønnen på arbeidsstrengen inntil sandfilteret
20 befinner seg ved den hydrokarbon-produserende formasjonen. Dersom brønnen er tilveiebrakt med føringsrør posisjoneres sandfilteret ved perforeringene i føringsrøret. Et arbeidsverktøy i arbeidsstrengen anvendes for forskjellige formål og operasjoner i forbindelse med sandstyringskompletteringen, inklusive nedvasking (eng: washing down) av brønnboringen etter hvert som strengen
25 innføres i brønnboringen, setning av pakningene, fortregning av fluider i ringrommet ovenfor den øvre pakningen, pressing av fluider inn i produksjonsringrommet og inn i formasjonen (for eksempel gjennom perforeringene i føringsrøret), gruspakking i ringrommet mellom sandfilteret og formasjonen, sirkulasjon av fluider inn i produksjonsringrommet og tilbake-
30 sirkulering av fluider ut fra arbeidsverktøyet og arbeidsstrengen. Etter at alle nødvendige operasjoner er gjennomført, og sandstyringskompletteringen er klar for produksjon av hydrokarbonene til jordoverflaten, koples arbeidsstrengen og verktøyet fra den øvre pakningen og fjernes fra brønnen. Et produksjonsrør føres

deretter inn i brønnen og koples til den øvre pakningen, hvorpå produksjonsoperasjonene kan begynne. Alle disse funksjonene og operasjonene er kjente for de med kunnskaper om sandstyrings- og gruspakningskompletteringer.

Det er også velkjent at det ikke er uvanlig at én enkelt brønn innbefatter flere produksjonssoner, for eksempel en øvre sone og en nedre sone. I slike tilfeller kompletteres typisk den nedre sonen som diskutert i avsnittet ovenfor. Deretter, i stedet for å stikke inn et produksjonsrør inn i den øvre boringforseglingspakningen (dvs. den ovenfor den nedre sonen), anvendes arbeidsstrengen for å føre inn en andre sandstyringskomplettering i brønnboringen, som stikkes inn i den øvre pakningen. Denne andre sandstyringskompletteringen anvendes da for å komplettere den øvre sonen på samme måte som diskutert ovenfor. Det er imidlertid, i enkelte tilfeller, ønskelig å komplettere flere soner i én enkelt tur med kompletteringsutstyret.

Fra US 4,401,158 fremgår det en enkeltturs-flersone gruspakkingsanordning. Anordningen er tilveiebrakt for gruspakking i et flertall soner i en undergrunnsbrønn. Primære tettemidler er tilpasset for innsetting i føringsrør i en posisjon over sonene.

Fra US3,963,076 fremgår det fremgangsmåte og anordning for gruspakking av brønnboringer. En føring som er tilveiebrakt med forbikoblingsporter og en perforert andel eller skjerm under portene, er fastgjort til en passende brønnpakning og blir senket på en ytre rørstreng i brønnføringsrør til en plassering der skjermen spenner over føringsrørperforeringer inne i en produserende formasjon.

Fra US5355953, fremgår det en elektromekanisk sjalteanordning for undergrunns-brønnstrømstyring. Et undergrunns styringssystem for brønnstrøm omfatter en serie med bevegelige strømningsstyringsanordninger av hylsetype installert i en konduktor for brønnstrøm ved forskjellige fluidinneholdende fraktureringssoner.

Den foreliggende oppfinnelsen vedrører en streng omfattende en rørledning, et tetningselement koplet til rørledningen, en sandstyringsanordning tilveiebrakt nedstrøms tetningselementet, og et verktøy konstruert for å innføres gjennom rørledningen for å utføre minst én blant en gruspakkeoperasjon, en fraktureringsoperasjon, en vaskeoperasjon og en stimuleringsoperasjon. En

strømningsstyringsanordning som er styrbar av et signal som er et av et signal kommunisert gjennom en styringskanal og et fjernstyringssignal er tilpasset for å styre fluidstrøm fra et ringromsområde på utsiden av strømningsstyringsanordningen til rørledningen.

5 Strengen kan omfatte en rørledning, et tetningselement koplet til rørledningen, en sandstyringsanordning tilveiebrakt nedstrøms tetningselementet og et verktøy konstruert for å innføres gjennom rørledningen for gjennomføring av i hvert fall én blant en gruspakkeoperasjon, en fraktureringsoperasjon, en vaskeoperasjon og en stimuleringsoperasjon.

10 Andre egenskaper og utførelsesformer vil fremgå av den etterfølgende beskrivelsen, fra figurene og fra patentkravene.

Videre omfatter oppfinnelsen at strengen kan være tilveiebrakt i et føringsrør, hvori røret er et produksjonsrør, idet en første pakning er koplet til produksjonsrøret, en første lukningsmuffe er tilveiebrakt nedenfor den første pakningen, et første sandfilter er tilveiebrakt nedenfor den første lukningsmuffen, 15 innbefattende flere fluidstrømningsveier derigjennom. En første innvendig muffe er tilveiebrakt inne i det første sandfilteret. Det første sandfilteret og den første innvendige muffen definerer en annulær passasjevei derimellom som via fluidstrømningsveiene i sandfilteret er i fluidkommunikasjon med 20 brønningrommet som dannes mellom kompletteringen og føringsrøret. En første overflatestyrt strømningsstyringsanordning innbefatter minst én fjernstyrt strømningsport, som kan åpnes og stenges, i fluidkommunikasjon med den annulære passasjeveien. Det etableres fluidkommunikasjon mellom den annulære passasjeveien og en lengderettet boring i kompletteringen gjennom 25 den minst ene strømningsporten når den minst ene strømningsporten er i åpen stilling og denne fluidkommunikasjonen begrenses når den minst ene strømningsporten er i lukket stilling.

Videre omfatter oppfinnelsen en fremgangsmåte for sandstyring i en brønnboring. Fremgangsmåten omfatter innføring, i én enkelt tur, av en streng 30 omfattende et produksjonsrør, en sandstyringsenhet, en intelligent kompletteringsanordning tilveiebrakt nedstrøms sandstyringsenheten og en styringskanal forløpende langs produksjonsrøret til den intelligente kompletteringsanordningen.

Videre omfatter oppfinnelsen en fremgangsmåte for gruspakking i en brønnboring. Fremgangsmåten omfatter innføring av en streng med et produksjonsrør og en sandstyringsanordning, innføring av et arbeidsverktøy gjennom produksjonsrøret. Arbeidsverktøyet anvendes for å utføre minst én
5 blant en gruspakkeoperasjon, en fraktureringsoperasjon, en stimuleringsoperasjon og en vaskeoperasjon. En strømningsstyringsanordning fjernstyres for å styre strøm fra et ringromsområde på utsiden av strømningsstyringsanordningen ved anvendelse av et signal som enten er et signal kommunisert gjennom en styringskanal eller via et trådløst signal.

10

Figurene 1A-1D illustrerer delsnitt i lengderetningen av én utførelsesform av brønnkompletteringen ifølge foreliggende oppfinnelse.

Figurene 2A-2C illustrerer et forstørret delsnitt i lengderetningen av en andel av brønnkompletteringen som er vist i figurene 1A-1D.

15

Figurene 3A-3D illustrerer delsnitt i lengderetningen av en andre utførelsesform av brønnkompletteringen ifølge foreliggende oppfinnelse.

Figurene 4A-4C illustrerer et forstørret delsnitt i lengderetningen av en andel av brønnkompletteringen som er vist i figurene 3A-3D.

20

I den følgende beskrivelsen beskrives en rekke detaljer for å gi en forståelse av foreliggende oppfinnelse. Fagfolk på området vil imidlertid forstå at foreliggende oppfinnelse kan praktiseres uten disse detaljene og at en rekke varianter og modifikasjoner av de beskrevne utførelsesformene kan være mulige.

25

Betegnelser som "opp" og "ned"; "øvre" og "nedre"; "oppover" og "nedover"; "oppstrøms" og "nedstrøms"; og andre liknende betegnelser som angir relative posisjoner ovenfor eller nedenfor et gitt punkt eller element, anvendes i denne beskrivelsen for å tydeliggjøre enkelte utførelsesformer av oppfinnelsen. Når de anvendes om utstyr og fremgangsmåter for anvendelse i brønner som er skrå eller horisontale, kan imidlertid slike betegnelser henvise til
30 en "venstre mot høyre" eller "høyre mot venstre" -relasjon eller en annen relasjon etter hva som passer.

Med henvisning til figurene i detalj, i hvilke like referansenummer betegner like elementer i de mange snittene, er én utførelsesform av

flersone-sandstyringskompletteringen 10 ifølge foreliggende oppfinnelse vist i figurene 1A-1D, posisjonert inne i et føringsrør 11. Kompletteringen 10 kan inkludere en første pakning 12, en første gruspakningsutvidelse med lukningsmuffe 14 nedenfor den første pakningen 12, et første øvre skjærbart sikkerhetsstykke 15 nedenfor den første lukningsmuffen 14, et første sandfilter 16 nedenfor det første øvre skjærbare sikkerhetsstykket 15, en første overflatestyrt strømningsstyringsanordning 18 nedenfor det første sandfilteret 16, et første nedre skjærbart sikkerhetsstykke 19 nedenfor den første overflatestyrte strømningsstyringsanordningen 18, en andre pakning 20 nedenfor det første skjærbare sikkerhetsstykket 19, en andre gruspakningsutvidelse med lukningsmuffe 22 nedenfor den andre pakningen 20, et andre øvre skjærbart sikkerhetsstykke 23 nedenfor den andre lukningsmuffen 22, et andre sandfilter 24 nedenfor det andre øvre skjærbare sikkerhetsstykket 23, en andre overflatestyrt strømningsstyringsanordning 26 nedenfor det andre sandfilteret 24, et andre nedre skjærbart sikkerhetsstykke 27 nedenfor den andre overflatestyrte strømningsstyringsanordningen 26, en tredje pakning 28 nedenfor det andre nedre skjærbare sikkerhetsstykket 27, en tredje gruspakningsutvidelse med lukningsmuffe 30 nedenfor den tredje pakningen 28, et tredje øvre skjærbart sikkerhetsstykke 31 nedenfor den tredje lukningsmuffen 30, et tredje sandfilter 32 nedenfor det tredje skjærbare sikkerhetsstykket 31, en tredje overflatestyrt strømningsstyringsanordning 34 nedenfor det tredje sandfilteret 32 og en fjerde, eller sump-pakning 36 nedenfor den tredje overflatestyrte strømningsstyringsanordningen 34.

Selv om én utførelsesform av oppfinnelsen, som illustrert i figurene 1A-1D, inkluderer tre sett av sandstyringskomponenter for å behandle tre produksjonssoner (dvs. 42-46), skal ikke dette betraktes som en begrensning. Foreliggende oppfinnelse kan anvendes med ett eller flere sett av komponenter. Videre, selv om det beskrives lukningsmuffer 14, 22, 30 kan det anvendes andre typer strømningsstyringsanordninger i andre utførelsesformer. Slike lukningsmuffer 14, 22, 30, eller andre typer fluidkommunikasjonsstyringsanordninger kan aktiveres mellom åpen og lukket stilling. I tillegg kan enkelte lukningsmuffer og fluidkommunikasjonsanordninger også bringes til én eller flere mellomstillinger mellom åpen og lukket stilling.

Kompletteringen 10 kan videre inkludere en styringskanal 38 forløpende fra jordoverflaten (ikke vist) til de overflatestyrte strømingsstyringsanordningene 18, 26 og 34 og/eller til andre "intelligente" anordninger. I denne patentsøknaden inkluderer betegnelsen "intelligent anordning" en hvilken som helst form for anordning som anvendes under "intelligente" eller "smarte" 5 brønnskompletteringer, inklusive, men ikke begrenset til, anordninger så som temperaturfølere, trykkfølere, strømingsstyringsanordninger, strømingsmengde-målingsanordninger, anordninger for å bestemme olje/vann/gass-forholdet, avskallingsdetektorer og liknende. Selv om det 10 beskrives en overflatestyrt, intelligent kompletteringsanordning kan styringen, i andre utførelsesformer, tilveiebringes av en styringsmodul nedihulls (i stedet for en styringsmodul ved jordoverflaten). En slik nedihulls styringsmodul kan være en del av et intelligent kompletteringssystem.

I én utførelsesform kan styringsmodulen 38 inkludere flere kabler, 15 eksempelvis én eller flere elektriske, fiberoptiske eller hydrauliske kabler for overføring av data, signaler, fluid under trykk, kraft etc. mellom jordoverflaten og en hvilken som helst intelligent anordning, så som de overflatestyrte strømingsstyringsanordningene 18, 26 og 34. Pakningene 12, 20 og 28 kan være tilbakehentbare glattboringspakninger (eng: polished bore retrievable packers) 20 og kan være av "flerports"-typen (dvs. at det er mulig å strekke flere styrelinjer derigjennom), også kjent som en "styrelinje-omløpspakning", og kan muliggjøre en forseglest gjennomføring av styrekanalen 38 derigjennom som opprettholder trykkintegriteten. I en annen utførelsesform, i stedet for å tilveiebringe kompletteringen 10 med en styrelinje 38, kan de overflatestyrte strømingsstyringsanordningene 18, 26 og 34 styres fra jordoverflaten ved hjelp av 25 pulstransmitterings-type teknologi eller andre trådløse mekanismer, som for eksempel elektromagnetiske signaler og liknende.

Som vist øverst i figur 1A festes et produksjonsrør 40 til den første pakningen 12, og hele kompletteringen 10 innføres i føringsrøret 11 i én tur. I en 30 annen utførelsesform kan det være tilkoplest andre komponenter mellom produksjonsrøret 40 og den første pakningen 12. For eksempel kan slike komponenter inkludere permanente monitoreringsanordninger, gassdrevne løftestammer, sikkerhetsventiler osv. I denne patentsøknaden beskrives

produksjonsrøret 40 som koplet til den første pakningen 12 selv om det skulle være tilkoplet ytterligere komponenter mellom produksjonsrøret 40 og den første pakningen 12.

Kompletteringen 10 føres innover i føringsrøret 11 inntil det første sandfilteret 16 befinner seg ved en første produksjonssone eller formasjon 42 (se figurene 1A og 1B), i hvilken posisjon det andre sandfilteret 24 vil befinne seg ved en andre produksjonssone eller formasjon 44 (se figur 1C) og det tredje sandfilteret 32 vil befinne seg ved en tredje produksjonssone eller formasjon 46 (se figur 1D). Føringsrøret 11 er tilveiebrakt med perforeringer 48 inn gjennom hvilke ønskede hydrokarboner og uønsket sand kan strømme fra produksjonssonene 42-46 og inn i et brønningrom 50. Sandfiltrene 16, 24 og 32 er tilveiebrakt med mange passasjekanaler 52 og respektive innvendige muffe (eng: sleeve members) 54, 56 og 58, hvis funksjon skal forklares nedenfor. Når kompletteringen 10 innføres i føringsrøret 11 er de overflatestyrte strømningsstyringsanordningene 18, 26 og 34 og lukningsmuffene 14, 22 og 30 lukket for å muliggjøre sirkulasjon av fluid til bunnen av kompletteringen 10. Når kompletteringen 10 befinner seg i ønsket posisjon kan pakningene 12, 20, 28 og 36 settes ved hjelp av en hvilken som helst fremgangsmåte som er kjent innenfor teknikken (for eksempel ved å øke trykket inne i produksjonsrøret 40, ved hjelp av styrelinjen 38 eller med et arbeidsverktøy (som diskuteres nedenfor og illustreres i figurene 2A-2C).

Deretter gruspakkes hver av produksjonssonene 42-46, med start ved den tredje eller nederste produksjonssonen 46. For å sette i gang denne prosessen må først den tredje lukningsmuffen 30 åpnes (en husker fra ovenfor at alle lukningsmuffene 14, 22 og 30 er lukket når kompletteringen 10 innføres i føringsrøret 11, i én utførelsesform). For å muliggjøre fjernstyrt åpning og lukking av lukningsmuffene 14, 22 og 30, i én utførelsesform, kan hver av dem være tilveiebrakt med et lukningselement 60, som kan inkludere en tilhørende åpningsmekanisme med et låseprofil 64. Hvert lukningselement 60 er konstruert for fjernstyrt aktivering for å åpne og lukke flere strømningsportene 62 i lukningsmuffene 12, 22 og 30. Kompletteringen 10, som vist i figurene 1A-1D har følgende konfigurasjon: lukningselementet 60 av den første lukningsmuffen 14 er i lukket stilling, slik at strømmingen gjennom de assosierte strømningsportene 62

(se figur 1A) begrenses; lukningselementet 60 av den andre lukningsmuffen 22 er i åpen stilling og tillater strømming gjennom de assosierte strømningsportene 62 (se figur 1B); og lukningselementet 60 av den tredje lukningsmuffen 30 er lukket stilling, slik at strømmingen gjennom de assosierte strømningsportene 62 (se figur 1C) begrenses. Fremgangsmåten med hvilken lukningselementene 60
5 bringes mellom sine åpne og lukkede stillinger og fremgangsmåten med hvilken de forskjellige produksjonssonene 42-46 gruspakkes uavhengig av hverandre skal nå forklares med henvisning til figurene 2A-2C.

Figurene 2A-2C illustrerer et forstørret snitt av de komponentene i
10 kompletteringen 10 vist i figurene 1B og 1C som anvendes for å gruspakke den andre produksjonssonen 44. Figurene 2A-2C illustrerer videre et arbeidsverktøy 66. Som vist øverst i figur 2A er arbeidsverktøyet 66 festet til en rørført arbeidsstreng 67 (for eksempel skjøterør, kveilrør el.), og disse utplasseres sammen gjennom produksjonsrøret 40 og inn i kompletteringen 10. Arbeidsverktøyet 66
15 kan ha en konstruksjon og funksjon som tilsvarer arbeidsverktøy av den typen som tradisjonelt anvendes for utplassering av sandstyringskompletteringer, og kan inkludere et standard overkrysshus 68 og en kuleventil 70, bortsett fra at arbeidsverktøyet 66 innføres gjennom produksjonsrøret 40 og ikke er tilveiebrakt med den konstruksjonskomponenten som i tidligere arbeidsverktøy anvendes for
20 å feste til og sette en pakning. Selv om arbeidsverktøyet 66 er vist med en kuleventil 70 skal ikke dette betraktes som en begrensning; foreliggende oppfinnelse er ment å dekke arbeidsverktøy 66 som ikke innbefatter en kuleventil 70. For eksempel kan arbeidsverktøyet 66 være av en type som manipuleres ved bevegelse av arbeidsverktøyet 66 relativt én eller flere av pakningene 12, 20 eller
25 28.

Kompletteringen 10 kan også inkludere: en første innvendig skulder 72 mellom den første pakningen 12 og det første sandfilteret 16 (se figur 1A); en andre innvendig skulder 74 mellom den andre pakningen 20 og det andre sandfilteret 24 (se figur 1B); og en tredje innvendig skulder 76 mellom den tredje pakningen 28 og det tredje sandfilteret 32 (se øverst i figur 1D). Bevegelse av kuleventilen 70 relativt en hvilken som helst av skuldrene 72-76 vil åpne og lukke kuleventilen 70. Som vist i figur 2B kan arbeidsverktøyet 66 være tilveiebrakt med et aktuerings- og låseelement 78 for å engasjere hvert av lukningselementene 60

av lukningsmuffene 14, 22 og 30 og hver av skuldrene 72-76. I én utførelsesform kan aktuerings- og låseelementet 78 være en krage. Når arbeidsverktøyet 66 føres gjennom kompletteringen 10 anvendes elementet 78 for å aktivere lukningselementene 60 mellom deres åpne og lukkede stillinger for med det selektivt å slippe gjennom og restriktre strømmingen av fluid gjennom strømningsportene 62 i lukningsmuffene 14, 22 og 30. Det skal bemerkes at lukningsmuffene 14, 22 og 30 også kan bringes mellom sine åpne og lukkede stillinger ved hjelp av et hvilket som helst annet kjent intervensjonsverktøy. Elementet 78 kan også fungere slik at det på en frigjørbar måte engasjerer arbeidsverktøyet 66 med kompletteringen 10 ved anlegning mot en hvilken som helst av skuldrene 72-76.

Før vi forklarer i detalj hvordan arbeidsverktøyet 66 anvendes inne i kompletteringen 10 vil vi først forklare en konkret fremgangsmåte ifølge hvilken låse/aktueringselementet 78 kan anvendes for å åpne og lukke luknings-elementene 60. I én utførelsesform, mens arbeidsverktøyet 66 senkes gjennom brønnkompletteringen 10, vil låse/aktueringselementet 78 bringes i kontakt med hvert lukningselement 60 og stege, eller inkrementere, åpningsmekanismen 64 (for eksempel en sperremekanisme (eng: ratchet mechanism) assosiert med hvert lukningselement 60. Disse individuelle nedoverpasseringene (eng: downpasses) vil imidlertid ikke bringe lukningselementene 60 til åpen stilling. Etter at elementet 78 har passert lukningselementet 60 på den tredje lukningsmuffen 30 heves arbeidsverktøyet 66 opp til ovenfor det tredje lukningselementet 60 og senkes deretter ned igjen over det tredje lukningselementet 60. Denne andre nedoverpasseringen av elementet 78 forbi det tredje, eller nederste, lukningselementet 60 vil bringe det nederste lukningselementet 60 til åpen stilling. Når den nederste, eller tredje produksjonssonen 46 er behandlet (som forklares mer utførlig nedenfor) heves arbeidsverktøyet 66 oppover igjen. Elementet 78 vil passere forbi og lukke det nederste lukningselementet 60 under den oppoverrettede bevegelsen. Arbeidsverktøyet 66 bringes deretter videre oppover for å behandle den andre produksjonssonen 44, og deretter den første produksjonssonen 42, på samme måte som diskutert ovenfor i forbindelse med den tredje lukningsmuffen 30.

I en annen utførelsesform senkes låse/aktueringselementet 78 i en

kollapset tilstand slik at, når arbeidsverktøyet 66 føres gjennom kompletteringen 10, låse/aktueringselementet 78 ikke engasjerer lukningselementet 60 av hver lukningsmuffe. Når låse/aktueringselementet 78 ifølge denne alternative utførelsesformen er senket til nedenfor det nederste lukningselementet 60 kan
5 låse/aktueringselementet 78 deployeres ved hjelp av en eller annen form for aktueringsmetode, som for eksempel et økt trykk, en anvendt mekanisk kraft, elektriske signaler, osv.

Arbeidsverktøyet 66 anvendes med kompletteringen 10 for på en uavhengig måte å gruspakke eller sirkulere fluider gjennom hver av produksjonssonene 42-46. Kun som en illustrasjon vil fremgangsmåten med hvilken
10 arbeidsverktøyet 66 opererer bli forklart i forbindelse med den andre produksjonssonen 44, og med henvisning til figurene 2A-2C. I den følgende diskusjonen antas at den tredje, eller nederste produksjonssonen 46 allerede er behandlet med den fremgangsmåten som nå skal beskrives. Når den andre
15 produksjonssonen 44 behandles er den første lukningsmuffen 14 og den første overflatestyrte strømningsstyringsanordningen 18 lukket, i likhet med den tredje lukningsmuffen 30 og den tredje overflatestyrte strømningsstyringsanordningen 34. Låse/aktueringselementet 78 på arbeidsverktøyet 66 (figur 2B) anvendes for å bringe lukningselementet 60 på den andre lukningsmuffen 22 (figur 2A) til åpen
20 stilling, og med det muliggjøre strømning av fluid gjennom strømningsportene 62 i den andre lukningsmuffen 22. Arbeidsverktøyet 66 beveges deretter nedover for å bringe låse/aktueringselementet 78 i inngrep med den andre skulderen 74, som vist øverst i figur 2B.

Når arbeidsverktøyet 66 er posisjonert på denne måten pumpes det en
25 gruspakkeslemning, representert ved pilene 80 i figur 2A, nedover inne i arbeidsstrengen 67 som strømmer gjennom en radiell port 82 i overkrysshuset 68, gjennom de åpne strømningsportene 62 i den andre lukningsmuffen 22 og inn i ringrommet 50 nedenfor den andre pakningen 20. Det skal bemerkes at arbeidsverktøyet 66 kan inkludere én eller flere annulære tetninger 84 som
30 hindrer nedoverrettet strømning av fluid inn i rommet mellom arbeidsverktøyet 66 og kompletteringen 10. Fluidet fortsetter ned ringrommet 50 og, som vist i figurene 2B og 2C, kan "presses" inn i den andre formasjonen 44 gjennom perforeringene 48, for eksempel som angitt med pilen 86. Kuleventilen 70 eller

den andre overflatestyrte strømningsstyringsanordningen 26 er lukket under denne "presseoperasjonen". Det skal bemerkes at siden den andre overflatestyrte strømningsstyringsanordningen 26 som sådan kan begrense strømmingen av fluid, er det ikke nødvendig at arbeidsverktøyet 66 tilveiebringes med en kuleventil 70 for å gjennomføre en "presseoperasjon". Det skal videre også 5 bemerkes at den tredje pakningen 28 (figur 1C) forhindrer at slemningen migrerer nedover i føringsrøret 11 til den tredje produksjonssonen 46.

Deretter, når en ønsker å sirkulere slemningen til jordoverflaten (ikke vist), bevegges arbeidsverktøyet 66 relativt den andre skulderen 74 slik at kuleventilen 10 70 åpnes, og det sendes et signal via styringskanalen 38 om å åpne den andre overflatestyrte strømningsstyringsanordningen 26. Strømmingen av fluid føres da ned arbeidsstrengen 67 og inn i ringrommet 50 nedenfor den andre pakningen 20 på samme måte som diskutert ovenfor. I stedet for at fluidet presses inn i den andre formasjonen 44 strømmer imidlertid slemningen, representert ved pilene 15 88 (figurene 2B og 2C), langs passasjeveiene 52 inn i det andre sandfilteret 24, inn i en annulær passasjevei 90 mellom sandfilteret 24 og den innvendige muffen 56 (også referert til som værende "inne i" sandfilteret 24) langs en strømningsvei 92 i kommunikasjon med den annulære passasjeveien 90 og strømningsporter 94 i den andre overflatestyrte strømningsstyringsanordningen 26, gjennom de 20 åpne strømningsportene 94 og inn i den lengderettede boringen 96 i kompletteringen 10. Slemningen fortsetter å strømme oppover og inn i en lengderettet boring 98 i arbeidsverktøyet 66, som representert med pilen 100 i figur 2B. Slemningen fortsetter forbi den nå åpne kuleventilen 70 og inn i en lengderettet passasjevei 102 i overkrysshuset 68 i arbeidsverktøyet 66, som 25 representert ved pilene 104 i figur 2A. Med henvisning til øverst i figur 2A fortsetter strømmingen av slemning oppover gjennom den lengderettede passasjeveien 102, ut gjennom utførselsporten 106 i overkrysshuset 68 og oppover til jordoverflaten gjennom et innvendig ringrom 108 mellom arbeidsstrengen 67 og kompletteringen 10 eller produksjonsrøret 40.

30 Ved fullføring av pumpeoperasjonene i forbindelse med den andre produksjonssonen 44 sendes det et signal via styringskanalen 38 til den andre overflatestyrte strømningsstyringsanordningen 26 om å lukke strømningsportene 94 derigjennom, og arbeidsverktøyet 66 løftes oppover for å behandle den første

produksjonssonen 42. Når arbeidsverktøyet 66 løftes oppover engasjerer låse/aktiveringselementet 78 (figur 2B) lukningselementet 60 på den andre lukningsmuffen 22 og bringer den til lukket stilling for å begrense strømmingen av fluid gjennom strømningsportene 62 i den andre lukningsmuffen 22. Når den
5 andre overflatestyrte strømningsstyringsanordningen 26 og den andre lukningsmuffen 22 lukkes isoleres den andre produksjonssonen 44 fra den første og den tredje produksjonssonen 42 og 46. Den første produksjonssonen 42 behandles på samme måte som beskrevet ovenfor i forbindelse med den andre produksjonssonen 44.

10 Arbeidsverktøyet 66 beveges til hver påfølgende produksjonssone for gjennomføring av de nødvendige pumpingsoperasjonene inntil alle sonene er behandlet. Arbeidsverktøyet 66 fjernes deretter fra føringsrøret 11. Etter dette kan produksjonen av hydrokarboner påbegynnes ved å sende et signal om å åpne én eller flere av de overflatestyrte strømningsstyringsanordningene 18, 26
15 eller 34.

Figurene 3A-3D illustrerer en annen utførelsesform av kompletteringen 10 vist i figurene 1A-1D. Tilsvarende relasjonen mellom figurene 2A-2C og figurene 1A-1D, viser figurene 4A-4C et mer detaljert snitt av ett sett av elementer (de ved den andre produksjonssonen 44) i kompletteringen 10 vist i figurene 3A-3D. I alle
20 figurene svarer like referansenummer til like elementer.

Hovedforskjellen mellom utførelsesformen illustrert i figurene 1A-1D og utførelsesformen illustrert i figurene 3A-3D er at utførelsesformen i figurene 3A-3D i tillegg inkluderer et første tetningselement 150, et andre tetningselement 152 og et tredje tetningselement 154 samt at den første, den andre og den tredje
25 strømningsstyringsanordningen 156, 158 og 160 er av en forskjellig type. I tillegg, i motsetning til utførelsesformen i figurene 1A-1D, inkluderer ikke utførelsesformen illustrert i figurene 3A-3D de første, andre og tredje skjærbare sikkerhetsstykkene 19, 27 og 31. Det er imidlertid valgfritt for brukeren om han ønsker å inkludere disse komponentene i kompletteringen 10. I utførelsesformen
30 vist i figurene 3A-3D er det første tetningselementet 150 posisjonert mellom det første sandfilteret 16 og den første strømningsstyringsanordningen 156, det andre tetningselementet 152 posisjonert mellom det andre sandfilteret 24 og den andre strømningsstyringsanordningen 158 og det tredje tetningselementet 154

posisjonert mellom det tredje sandfilteret 32 og den tredje strømningsstyringsanordningen 160.

De første, andre og tredje tetningselementene 150, 152 og 154 kan omfatte pakninger, eksempelvis kompresjons- eller skålpakninger, som kan være
5 av "flerports"-typen (dvs. at det er mulig å strekke flere styrelinjer derigjennom), også kjent som en "styrelinje-omløpspakning", og kan tilveiebringe forseglet gjennomføring av styrekanalen 38 derigjennom mens trykkintegriteten og forseglingen mot føringsrøret 11 opprettholdes. I de utførelsesformene der tetningselementene 150, 152 og 154 inkluderer settbare elementer (dvs.
10 ikke-skåltype pakninger) kan det første, det andre og det tredje tetningselementet 150, 152 og 154 settes samtidig med pakningene 12, 20, 28 og 36 ved hjelp av en hvilken som helst fremgangsmåte som er kjent innenfor teknikken (for eksempel ved å bygge opp trykket i produksjonsrøret 40 via styrelinjen 38 eller med et arbeidsverktøy). Det første tetningselementet 150 deler inn ringrommet
15 50 mellom den første pakningen 12 og den andre pakningen 20 i et første øvre annulært område 170 og et første nedre annulært område 172. Det andre tetningselementet 152 deler inn ringrommet 50 mellom den andre pakningen 20 og den tredje pakningen 28 i et andre øvre annulært område 174 og et andre nedre annulært område 176. Det tredje tetningselementet 154 deler inn ringrommet 50 mellom den tredje pakningen 28 og den fjerde pakningen 36 i et tredje
20 øvre annulært område 178 og et tredje nedre annulært område 180.

Det er i kompletteringen 10 tilveiebrakt en omløpskanal 182 som tilveiebringer fluidkommunikasjon mellom den annulære passasjen 90 i hvert av de første, andre og tredje sandfiltrene 16, 24 og 32 og deres respektive nedre
25 annulære områder 172, 176 og 180. Det tilveiebringes fortrinnsvis en omløpskanal 182 i hvert av de første, andre og tredje tetningselementene 150, 152 og 154. De første, andre og tredje nedre ringromsområdene 172, 176 og 180 er, i sin tur, henholdsvis i fluidkommunikasjon med strømningsportene 94 (når de er åpne) i de første, andre og tredje strømningsstyringsanordningene 156, 158 og
30 160.

Figur 5 viser et tverrsnitt av tetningselementet 150, 152 eller 154. Et utvendig lag 202 av en elastomer eller et annet kompressibelt materiale kan bringes i anlegg mot den innvendige veggen av føringsrøret 11 slik at det danner

en forsegling. Det utvendige laget 202 er tilveiebrakt rundt en stamme 206 gjennom hvilken det kan tilveiebringes lengderettede kanaler 214 for kommunikasjon med respektive kanaler i styringsledningen 38. I tillegg er det tilveiebrakt omløpskanaler 212 i lengderetningen gjennom tetningselementet 150, 152 eller 154. Omløpskanalene 212 er i kommunikasjon med omløpskanalen 182 vist i figur 4C. Omløpskanalene 212 forbinder den annulære passasjen 90 med omløpskanalen 182. I en annen utførelsesform kan det i stedet for flere omløpskanaler 212 anvendes én enkelt omløpskanal 212. En innvendig muffe 208 i tetningselementet 150, 152 eller 154 innbefatter en boring 210 i lengderetningen gjennom hvilken det kan strømme fluider.

Gruspakkeoperasjonen ifølge utførelsesformen i figurene 3A-3D/4A-4C er i hovedsak den samme som gruspakkeoperasjonen ifølge utførelsesformen i figurene 1A-1D/2A-2C inntil det bestemmes å sirkulere slemning til jordoverflaten. Det skal imidlertid bemerkes at nærværet av de første, andre og tredje tetningselementene 150, 152 og 154 (når de er satt) sperrer for passasje av grus fra hver av de øvre annulære områdene 170, 174 og 178 til deres respektive nedre annulære områder 172, 176 og 180. I utførelsesformen i figurene 3A-3D/4A-4C, når en ønsker å sirkulere slemningen til jordoverflaten (ikke vist), beveges arbeidsverktøyet 66 relativt den andre skulderen 74 for å åpne kuleventilen 70, og det sendes et signal via styringskanalen 38 om å åpne den andre strømningsstyringsanordningen 158. Strømningen av fluid føres da ned arbeidsstrengen 67 og inn i det andre øvre annulære området 174 nedenfor den andre pakningen 20. I stedet for at fluidet presses inn i den andre formasjonen 44 strømmer imidlertid slemningen, representert ved pilene 88 (figurene 4B og 4C) gjennom passasjeveiene 52 i det andre sandfilteret 24, inn i en annulær passasjevei 90 mellom sandfilteret 24 og den innvendige muffen 56, gjennom omløpskanalen 182, inn i det andre nedre annulære området 176, gjennom de åpne strømningsportene 94 og inn i den lengderettede boringen 96 i kompletteringen 10. Slemningen fortsetter å strømme oppover og inn i en lengderettet boring 98 i arbeidsverktøyet 66, som representert med pilen 100 i figur 4B. Slemningen fortsetter forbi den nå åpne kuleventilen 70 og inn i en passasjevei 102 i lengderetningen i overkrysshuset 68 i arbeidsverktøyet 66, som representert ved pilene 104 i figur 4A. Med henvisning til øverst i figur 4A

strømmer slemningen videre oppover gjennom den lengderettede passasjeveien 102, ut gjennom utførselsporten 106 i overkrysshuset 68 og oppover til jordoverflaten gjennom et innvendig ringrom 108 mellom arbeidsstrengen 67 og kompletteringen 10 eller produksjonsrøret 40.

5 Ved komplettering av pumpeoperasjonene i forbindelse med den andre produksjonssonen 44 sendes det et signal via styringskanalen 38 til den andre strømningsstyringsanordningen 158 om å lukke strømningsportene 94 derigjennom, og arbeidsverktøyet 66 løftes oppover for å behandle den første produksjonssonen 42. Resten av operasjonen ifølge utførelsesformen i figurene 10 3A-3D/4A-4C er den samme som ifølge utførelsesformen i figurene 1A-1D/2A-2C.

De fleste strømningsstyringsanordninger ifølge tidligere teknikk styrer strømmingen til og fra ringrommet og den innvendige boringen i en rørstreng. Den utførelsesformen av kompletteringen 10 som er vist i figurene 3A-3D/4A-4C 15 muliggjør anvendelse av slike strømningsstyringsanordninger ifølge tidligere teknikk primært ved å inkludere de første, andre og tredje tetningselementene 150, 152 og 154 og omløpskanalen 182, som tilveiebringer fluidkommunikasjon mellom den annulære passasjeveien 90 i hvert av de første, andre og tredje sandfiltrene 16, 24 og 32 og de henholdsvis første, andre og tredje nedre 20 annulære områdene 172, 176 og 180. I motsetning, i den utførelsesformen av kompletteringen 10 som er vist i figurene i figurene 1A-1D/2A-2C, tilveiebringer en strømningsvei 92 direkte kommunikasjon mellom den annulære passasjeveien 90 i hvert av de første, andre og tredje sandfiltrene 16, 24 og 32 og strømningsportene i hver av strømningsstyringsanordningene 18, 26 og 34 uten 25 at strømmingen først må strømme gjennom deler av ringrommet. Ettersom strømmingen ikke strømmer fra ringrommet til den innvendige boringen i den utførelsesformen av kompletteringen 10 som er vist i figurene i figurene 1A-1D/2A-2C vil således ikke strømningsstyringsanordningene ifølge tidligere teknikk kunne anvendes i den utførelsesformen av kompletteringen 10 som er 30 vist i figurene i figurene 1A-1D/2A-2C uten at en først endrer konstruksjonen av disse strømningsstyringsanordningene.

For produksjon av hydrokarboner ved anvendelse av anordningen vist i figurene 4A-4C fjernes først arbeidsverktøyet 66. Siden produksjonsrøret 40

allerede er på plass kan de aktuelle ventilene nedihulls og ved jordoverflaten aktiveres og pumpene (dersom det finnes slike) kan startes for å sette i gang produksjonen. Hydrokarbonene strømmer fra formasjonen 44 gjennom perforeringene, gruspakningen og sandfilteret og videre inn i den annulære passasjeveien 90. Hydrokarbonene strømmer ned den annulære passasjeveien gjennom omløpskanalen(e) 212 til den eller de tilhørende omløpsstrømningsveiene 182. Hydrokarbonene strømmer deretter gjennom det annulære området 176 og gjennom strømningsstyringsanordningen 158 til den lengderettede boringen 96 i kompletteringen 10.

I lys av den ovenfor gitte beskrivelsen skulle det nå være klart at foreliggende oppfinnelse positivt adresserer behovet for et sandstyrings-kompletteringssystem for flere soner, og at den gjør dette uten å innføre de samme restriksjonene på avstanden mellom sonene som gjøres i forbindelse med andre systemer. Som angitt ovenfor krever andre systemer at det er en viss minimumsavstand mellom vedsidenliggende produksjonssoner eller sandfiltre siden de er avhengige av utvendige annulære tetninger ved hjelp av et arbeidsverktøy for å isolere produksjonssonene fra hverandre. Ifølge foreliggende oppfinnelse isoleres imidlertid produksjonssonene fra hverandre innvendig ved hjelp av strømningsstyringsanordninger og lukningselementer. Som sådan tilveiebringer foreliggende oppfinnelse et system for sandstyringskomplettering av flere soner som unngår avstandsproblematikken som oppstår i forbindelse med andre systemer. I tillegg muliggjør denne fleksibiliteten vedrørende utplasseringsavstanden innsetning, dersom det er ønskelig, av ytterligere rørstrenger mellom hvilke som helst av kompletteringskomponentene.

En må forstå at oppfinnelsen ikke er begrenset til de eksakte detaljene i konstruksjonen, operasjonen, de eksakte materialene eller utførelsesformene som er vist og beskrevet, ettersom fagfolk på området vil se åpenbare modifikasjoner og ekvivalenter. For eksempel er de forskjellige utførelsesformene av kompletteringen 10 ifølge foreliggende oppfinnelse vist i en vertikal brønnboring tilveiebrakt med føringsrør. Dette skal ikke betraktes som en begrensning, ettersom oppfinnelsen like gjerne kan anvendes i åpenhulls- og/eller horisontale brønnboringer. Videre, i tillegg til å anvende foreliggende oppfinnelse for gruspakking, kan den også anvendes for en rekke andre formål, som for eksempel

vasking, stimulering og frakturering, for å nevne noen. Videre, selv om foreliggende oppfinnelse er forklart i forbindelse med er tilfelle der det er tre produksjonssoner, skal ikke dette betraktes som en begrensning. Foreliggende oppfinnelse kan anvendes for behandling av et hvilket som helst antall formasjoner. Oppfinnelsen begrenses følgelig kun av rekkevidden til de etterfølgende patentkravene.

PATENTKRAV

1. Streng (67),

karakterisert ved at den omfatter:

5 en rørledning;

et tetningselement (150) koplet til rørledningen;

en sandstyringsanordning tilveiebrakt nedstrøms tetningselementet (150);

og

10 et verktøy (66) konstruert for å innføres gjennom rørledningen for å utføre minst én blant en gruspakkeoperasjon, en fraktureringsoperasjon, en vaskeoperasjon og en stimuleringsoperasjon;

en strømningsstyringsanordning (18, 156) som er styrbar av et signal som er et av et signal kommunisert gjennom en styringskanal (38) og et fjernstyringssignal, idet strømningsstyringsanordningen (18, 156) er tilpasset for
15 å styre fluidstrøm fra et ringromsområde på utsiden av strømningsstyringsanordningen (18, 156) til rørledningen.

2. Streng (67) ifølge krav 1,

20 karakterisert ved at den videre omfatter en intelligent kompletteringsanordning tilveiebrakt nedstrøms sandstyringsanordningen og hvori styringskanalen (38) forløper forbi sandstyringsanordningen til den intelligente kompletteringsanordningen.

3. Streng (67) ifølge krav 1, hvori strømningsstyringsanordningen i hvert fall kan
25 bringes mellom en åpen stilling og en lukket stilling.

4. Streng (67) ifølge krav 1, hvori sandstyringsanordningen og strømningsstyringsanordningen samvirker for å muliggjøre en operasjon for sammenpressing av gruspakningen i en første tilstand og en
30 sirkuleringsoperasjon i en andre tilstand.

5. Streng (67) ifølge krav 1,
karakterisert ved at sandstyringsanordningen omfatter et sandfilter (16)
og en annulær passasje (90) inne i sandfilteret (16) i kommunikasjon med
strømningsstyringsanordningen.

5

6. Streng (67) ifølge krav 5, videre omfattende en boring i lengderetningen,
karakterisert ved at strømningsstyringsanordningen er konstruert for å
åpnes for å muliggjøre sirkulering av fluid gjennom den annulære passasjen (90)
og strømningsstyringsanordningen og videre inn i den lengderettede boringen i
strengen (67).

10

7 Streng (67) ifølge krav 6,
karakterisert ved at den videre omfatter en ventil (70) som kan bringes
mellom åpen stilling og lukket stilling for å styre strømmingen av fluid gjennom
den lengderettede boringen i strengen (67).

15

8. Streng (67) ifølge krav 1,
karakterisert ved at den ytterligere omfatter en styringskanal tilpasset for
å føre et signal for å operere strømningsstyringsanordningen.

20

9. Streng (67) ifølge krav 1,
karakterisert ved at strømningsstyringsanordningen opereres av en
trådløs mekanisme.

25

10. Streng (67) ifølge krav 1,
karakterisert ved at den videre omfatter:
en fluidkommunikasjons-styringsanordning for å styre strømmingen av
fluid mellom rørledningen og et område utenfor sandstyringsanordningen; og
hvor i verktøyet (66) er konstruert for å innføres gjennom rørledningen for å
aktivere fluidkommunikasjons-styringsanordningen.

30

11. Streng (67) ifølge krav 10,
karakterisert ved at tetningselementet (150) omfatter en pakning (12).

12. Streng (67) ifølge krav 10,
karakterisert ved at rørledningen omfatter et produksjonsrør (40).
13. Streng (67) ifølge krav 10,
5 karakterisert ved at fluidkommunikasjons-styringsanordningen omfatter en lukningsmuffe (14).
14. Streng (67) ifølge krav 10,
karakterisert ved at verktøyet (66) er konstruert for å åpne lukningsmuffen
10 (14) for å gjennomføre en gruspakkeoperasjon.
15. Streng (67) ifølge krav 14,
karakterisert ved at fluidkommunikasjons-styringsanordningen og
strømningsstyringsanordningen samvirker for å muliggjøre en
15 gruspaknings-presseoperasjon i en første tilstand og en sirkuleringsoperasjon i en andre tilstand.
16. Streng (67) ifølge krav 15,
karakterisert ved at sandstyringsanordningen omfatter et sandfilter (16)
20 og en annulær passasjevei (90) inne i sandfilteret (16) i kommunikasjon med strømningsstyringsanordningen.
17. Streng (67) ifølge krav 16, videre omfattende en boring i lengderetningen,
karakterisert ved at strømningsstyringsanordningen er konstruert for å
25 åpnes for å muliggjøre sirkulering av fluid gjennom den annulære passasjeveien (90) og strømningsstyringsanordningen og videre inn i den lengderettede boringen i strengen (67).
18. Streng (67) ifølge krav 17,
30 karakterisert ved at den videre omfatter en ventil (70) som kan bringes mellom åpen stilling og lukket stilling for å styre strømmingen av fluid i den lengderettede boringen i strengen (67).

19. Streng (67) ifølge krav 10,
karakterisert ved at strømningsstyringsanordningen opereres av en
trådløs mekanisme.
- 5 20. Streng (67) ifølge krav 10, videre omfattende i hvert fall ett annet
tetningselement, i hvert fall én annen sandstyringsanordning og minst én annen
fluidkommunikasjons-styringsanordning,
karakterisert ved at verktøyet (66) er konstruert for å innføres til en annen
posisjon i strengen (67) for å aktivere den minst ene andre
10 fluidkommunikasjons-styringsanordningen.
21. Streng (67) ifølge krav 1,
karakterisert ved at den videre omfatter:
en intelligent kompletteringsanordning, idet sandstyringsenheten, den
15 intelligente kompletteringsanordningen og produksjonsrøret (40) er konstruert for
å innføres som en streng (67) i én kjøring; og
en styringskanal (38) forløpende langs produksjonsrøret (40) til den
intelligente kompletteringsanordningen.
- 20 22. Streng (67) ifølge krav 21,
karakterisert ved at den intelligente kompletteringsanordningen er
posisjonert nedstrøms sandstyringsenheten.
23. Streng (67) ifølge krav 21,
25 karakterisert ved at styringskanalen (38) omfatter minst én blant en
elektrisk kabel, en fiberoptisk kabel og en hydraulikkledning.
24. Streng (67) ifølge krav 21,
karakterisert ved at den videre omfatter minst én annen sand-
30 styringsenhet omfattende en intelligent kompletteringsanordning, idet
styringskanalen (38) forløper til den intelligente kompletteringsanordningen i den
minst ene andre sandstyringsenheten.

25. Streng (67) ifølge krav 1,
karakterisert ved at sandstyringsenheten innbefatter et filter (16) og en
annulær passasjevei (90) inne i filteret (16);
idet tetningselementet (150) er tilveiebrakt mellom sandstyringsenheten
5 og strømningsstyringsanordningen,
idet tetningselementet (150) innbefatter én eller flere omløpskanaler (182,
212) for å muliggjøre kommunikasjon av fluid mellom den annulære
passasjeveien (90) og strømningsstyringsanordningen.
- 10 26. Streng (67) ifølge krav 25,
karakterisert ved at strømningsstyringsanordningen er anpasset for
kommunikasjon med et område i ringrommet (50) i brønnboringen utenfor
strømningsstyringsanordningen.
- 15 27. Streng (67) ifølge krav 24,
karakterisert ved at omløpskanalen(e) (182, 212) er i kommunikasjon
med ringrommet i brønnboringen.
28. Streng (67) ifølge krav 25,
20 karakterisert ved at tetningselementet omfatter en pakning (12).
29. Streng (67) ifølge krav 1 for anvendelse i en brønn med flere soner (42, 44,
46),
karakterisert ved at den videre omfatter:
25 et første tetningselement (150);
en første sandstyringsanordning tilveiebrakt ved en første sone (42);
et andre tetningselement (152);
en andre sandstyringsanordning tilveiebrakt ved en andre sone (44);
en passasjevei gjennom det første tetningselementet (150), den første
30 sandstyringsanordningen, det andre tetningselementet (152) og den andre
sandstyringsanordningen; og
et verktøy (66) konstruert for å innføres gjennom passasjeveien for å
utføre minst én blant en gruspakkeoperasjon, en fraktureringsoperasjon, en

vaskeoperasjon og en stimuleringsoperasjon i den første og den andre sonen.

30. Streng (67) ifølge krav 1 tilveiebrakt i et føringsrør (11), hvori røret er et produksjonsrør (40); k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter
- 5 en første pakning (12) koplet til produksjonsrøret (40);
en første lukningsmuffe tilveiebrakt nedenfor den første pakningen;
et første sandfilter (16), tilveiebrakt nedenfor den første lukningsmuffen, innbefattende flere fluidstrømningsveier derigjennom;
en første innvendig muffe (208) tilveiebrakt inne i det første sandfilteret
- 10 (16), idet det første sandfilteret (16) og den første innvendige muffen definerer en annulær passasjevei (90) derimellom som via fluidstrømningsveiene i sandfilteret (16) er i fluidkommunikasjon med brønnringrommet som dannes mellom kompletteringen og føringsrøret (11); og
en første overflatestyrt strømningsstyringsanordning (18, 156)
- 15 innbefattende minst én fjernstyrt strømningsport (62, 94), som kan åpnes og stenges, i fluidkommunikasjon med den annulære passasjeveien (90), idet det etableres fluidkommunikasjon mellom den annulære passasjeveien (90) og en lengderettet boring (96) i kompletteringen (10) gjennom den minst ene strømningsporten (62, 94) når den minst ene strømningsporten (62, 94) er i åpen
- 20 stilling og denne fluidkommunikasjonen begrenses når den minst ene strømningsporten (62, 94) er i lukket stilling.

31. Streng (67) ifølge krav 30,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter et første skjærbart
- 25 sikkerhetsstykke (19) tilveiebrakt mellom den første lukningsmuffen (14) og det første sandfilteret (16).

32. Streng (67) ifølge krav 30,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter en andre pakning (20) tilveiebrakt
- 30 nedenfor den første overflatestyrte strømningsstyringsanordningen.

33. Streng (67) ifølge krav 31,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter et andre skjærbart

sikkerhetsstykke (23) tilveiebrakt mellom den første overflatestyrte strømningstyringsanordningen og den andre pakningen (20).

34. Streng (67) ifølge krav 30,

5 k a r a k t e r i s e r t v e d at den første lukningsmuffen (14) inkluderer minst én strømningssport (62, 94) og et fjernstyrt lukningselement (60) konstruert for å slippe gjennom og restriktre strømmingen av fluid gjennom den minst ene strømningssporten (62, 94).

10 35. Streng (67) ifølge krav 30,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter et arbeidsverktøy (66) konstruert for på en frigjørbar måte å engasjere lukningselementet (60) for å åpne og lukke den minst ene strømningssporten (62, 94) i den første lukningsmuffen (14).

15 36. Streng (67) ifølge krav 20,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter:

en andre pakning (20) tilveiebrakt nedenfor den første overflatestyrte strømningstyringsanordningen;

20 en andre lukningsmuffe (22) tilveiebrakt nedenfor den andre pakningen (20);

et andre sandfilter (24), tilveiebrakt nedenfor den andre lukningsmuffen (22), innbefattende flere fluidstrømningsveier derigjennom;

25 en andre innvendig muffe tilveiebrakt inne i det andre sandfilteret (24), idet det andre sandfilteret (24) og den andre innvendige muffen definerer en annulær passasjevei derimellom som via fluidstrømningsveiene i sandfilteret (16) er i fluidkommunikasjon med brønningrommet; og

30 en andre overflatestyrt strømningstyringsanordning (18, 156) koplet til styringskanalen (38) og innbefattende minst én fjernstyrt strømningssport (62, 94), som kan åpnes og stenges, i fluidkommunikasjon med den annulære passasjeveien (90), idet det etableres fluidkommunikasjon mellom den annulære passasjeveien (90) og den lengderettede boringen (96) i kompletteringen (10) gjennom den minst ene strømningssporten (62, 94) når den minst ene porten er i åpen stilling og denne fluidkommunikasjonen begrenses når den minst ene

porten er i lukket stilling.

37. Streng (67) ifølge krav 30,
karakterisert ved at den videre omfatter et arbeidsverktøy (66) konstruert
5 for innføring gjennom produksjonsrøret (40) for gjennomføring av
sandstyrings-pumpeoperasjoner under kompletteringen.

38. Streng (67) ifølge krav 30,
karakterisert ved at den videre omfatter en styringskanal (38) som
10 forløper fra jordoverflaten og er koplet til den første overflatestyrte
strømningsstyringsanordningen.

39. Fremgangsmåte for sandstyring i en brønnboring,
karakterisert ved at den omfatter innføring, i én enkelt tur, av en streng
15 (67) omfattende et produksjonsrør (40), en sandstyringsenhet, en intelligent
kompletteringsanordning tilveiebrakt nedstrøms sandstyringsenheten og en
styringskanal (38) forløpende langs produksjonsrøret (40) til den intelligente
kompletteringsanordningen.

20 40. Fremgangsmåte for gruspakking i en brønnboring,
karakterisert ved at den omfatter:
 innføring av en streng med et produksjonsrør (40) og en
sandstyringsanordning;
 innføring av et arbeidsverktøy (66) gjennom produksjonsrøret (40); og
25 anvendelse av arbeidsverktøyet (66) for å utføre minst én blant en
gruspakkeoperasjon, en fraktureringsoperasjon, en stimuleringsoperasjon og en
vaskeoperasjon; og
 fjernstyring av en strømningsstyringsanordning for å styre strøm fra et
ringromsområde på utsiden av strømningsstyringsanordningen ved anvendelse
30 av et signal som enten er et signal kommunisert gjennom en styringskanal eller
via et trådløst signal.

41. Fremgangsmåte ifølge krav 40,
karakterisert ved at den videre omfatter åpning av en fluidkommunikasjonsstyringsanordning ved anvendelse av arbeidsverktøyet (66) og strømning av en gruspakkeslemning (80) gjennom
5 fluidkommunikasjonsstyringsanordningen for å gruspakke et område utenfor sandstyringsenheten.

42. Fremgangsmåte ifølge krav 41,
karakterisert ved at arbeidsverktøyet (66) koples til en kanal som forløper
10 gjennom i hvert fall en andel av rørledningen, idet strømmingen av gruspakkeslemningen (80) omfatter strømning av gruspakkeslemningen (80) gjennom kanalen.

43. Fremgangsmåte ifølge krav 41, der strengen (67) videre omfatter en
15 strømningsstyringsanordning (18, 156),
karakterisert ved at fremgangsmåten videre omfatter at strømningsstyringsanordningen holdes stengt under gruspakkingen for å muliggjøre en sammenpressingsoperasjon.

20 44. Fremgangsmåte ifølge krav 43,
karakterisert ved at den videre omfatter åpning av strømningsstyringsanordningen for å muliggjøre sirkulasjon av gruspakkefluid.

45. Fremgangsmåte ifølge krav 40, der strengen (67) videre omfatter minst én
25 annen sandstyringsenhet og minst én annen fluidkommunikasjonsstyringsanordning,
karakterisert ved at fremgangsmåten videre omfatter innføring av arbeidsverktøyet (66) til et sted i nærheten av den minst ene andre fluidkommunikasjonsstyringsanordningen for å aktivere
30 fluidkommunikasjonsstyringsanordningen.

46. Fremgangsmåte ifølge krav 39,
karakterisert ved at den videre omfatter overføring av et signal gjennom

styringskanalen (38) for å aktivere den intelligente kompletteringsanordningen.

47. Fremgangsmåte ifølge krav 39,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter:

5 tilveiebringelse av en anordning med en sandstyringsenhet innbefattende et filter (24) og en annulær passasjevei inne i filteret;

tilveiebringelse av et tetningselement (150); og

10 ruting av fluidstrømning fra den annulære passasjeveien (90) gjennom en omløps-strømningskanal (182,212) i tetningselementet (150) til et område på den andre siden av tetningselementet (150).

48. Fremgangsmåte ifølge krav 39,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter:

15 posisjonering av strengen med en første sandstyringsenhet ved en første sone (42) og en andre sandstyringsenhet ved en andre sone (44);

og

20 anvendelse av arbeidsverktøyet (66) for å utføre minst én blant en gruspakkeoperasjon, en fraktureringsoperasjon, en stimuleringsoperasjon og en vaskeoperasjon i både den første og den andre sonen.

49. Fremgangsmåte ifølge krav 39,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter:

25 fjernstyrt begrensning av fluidkommunikasjonen mellom alle bortsett fra én av de flere produksjonssonene og en lengderettet boring i en brønn-

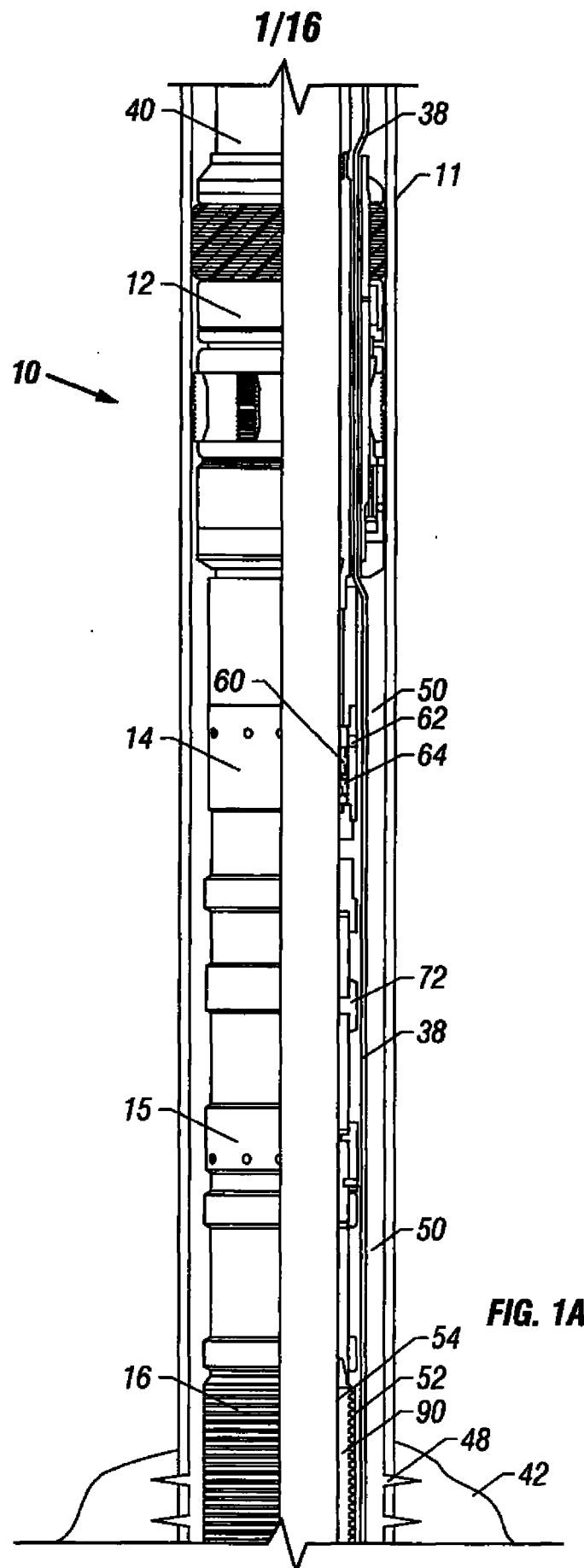
komplettering; og

anvendelse av en første strømningsstyringsanordning (18, 156) og et lukningselement (60) for på en fjernstyrt måte å etablere fluidkommunikasjon mellom den ene blant de flere produksjonssonene (42, 44, 46) og den lengderettede boringen.

30 50. Fremgangsmåte ifølge krav 49,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den videre omfatter sirkulering av fluid til den ene blant de mange produksjonssonene (42, 44, 46).

51. Fremgangsmåte ifølge krav 50,
karakterisert ved at fluidet er en gruspakkeslemning (80).
52. Fremgangsmåte ifølge krav 50,
5 karakterisert ved at den videre omfatter anvendelse av et arbeidsverktøy
(66) for å bringe lukningselementet (60) i en stilling som muliggjør sirkulasjon av
fluid inn i et brønningrom.
53. Fremgangsmåte ifølge krav 49,
10 karakterisert ved at den videre omfatter fjernstyring av den første
strømningsstyringsanordningen ved anvendelse av et signal som overføres via
en styringskanal (38) som er koplet til den første strømningsstyringsanordningen.
54. Fremgangsmåte ifølge krav 49,
15 karakterisert ved at hver av de mange produksjonssonene (42, 44, 46)
selektivt isoleres ved hjelp av minst én blant et lukningselement (60) og en
strømningsstyringsanordning (18, 156).



2/16

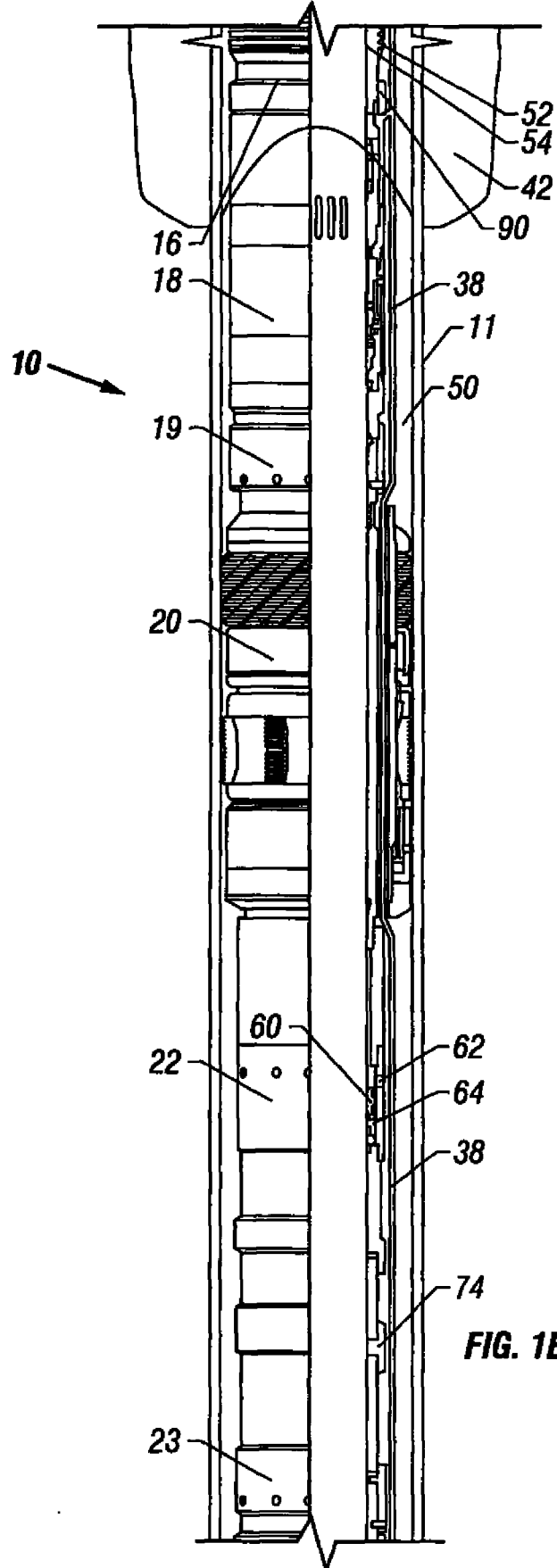


FIG. 1B

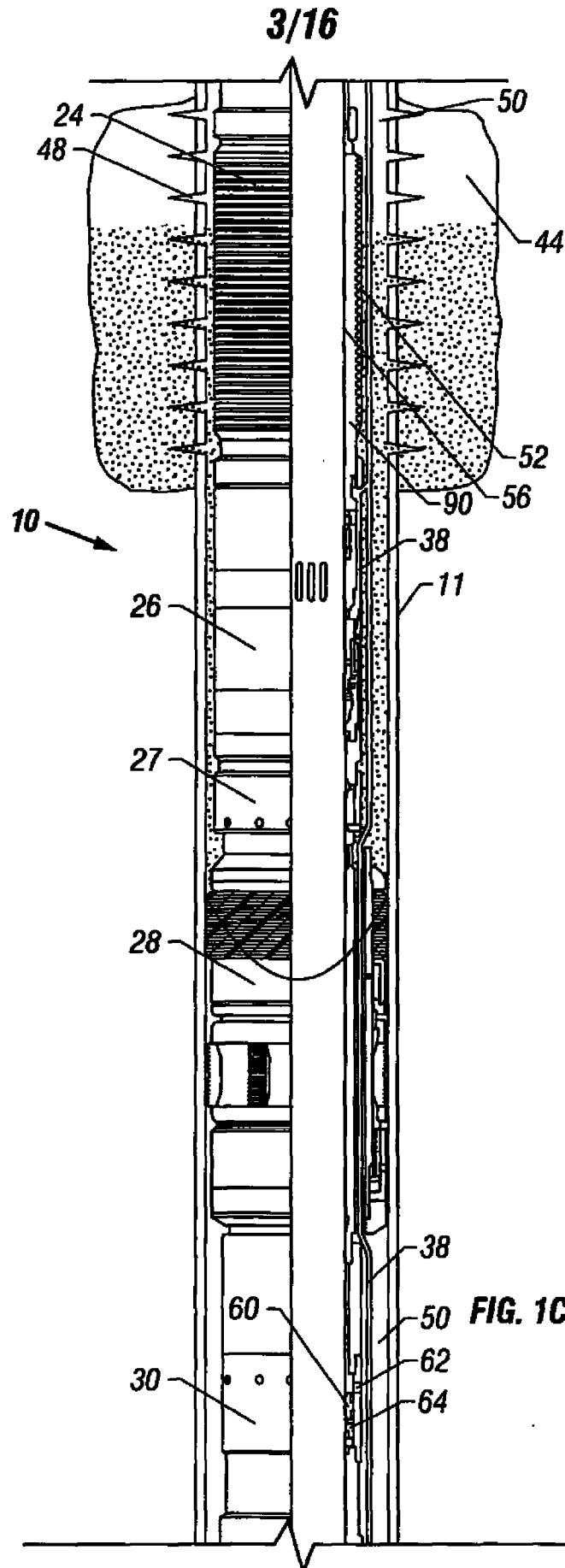


FIG. 1C

4/16

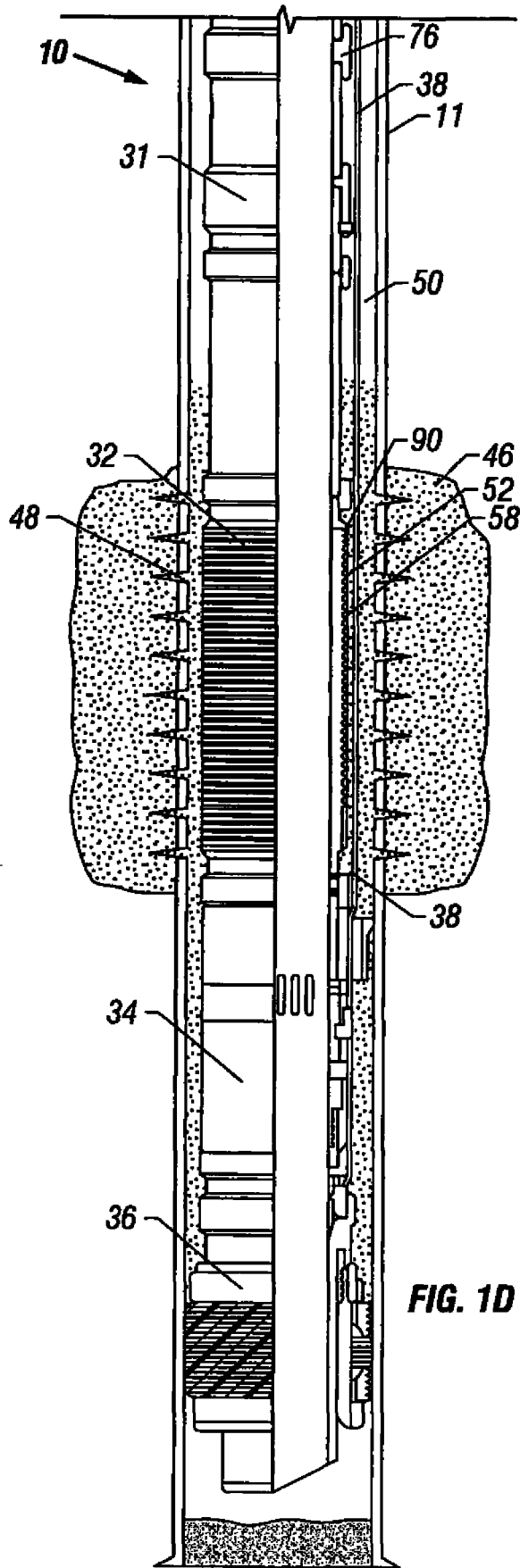


FIG. 1D

5/16

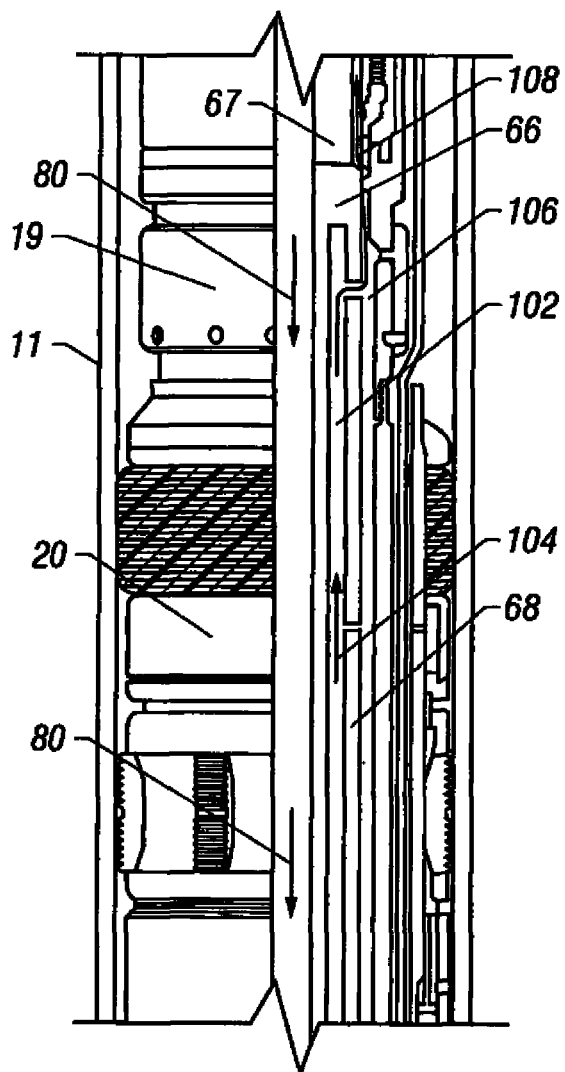


FIG. 1E

6/16

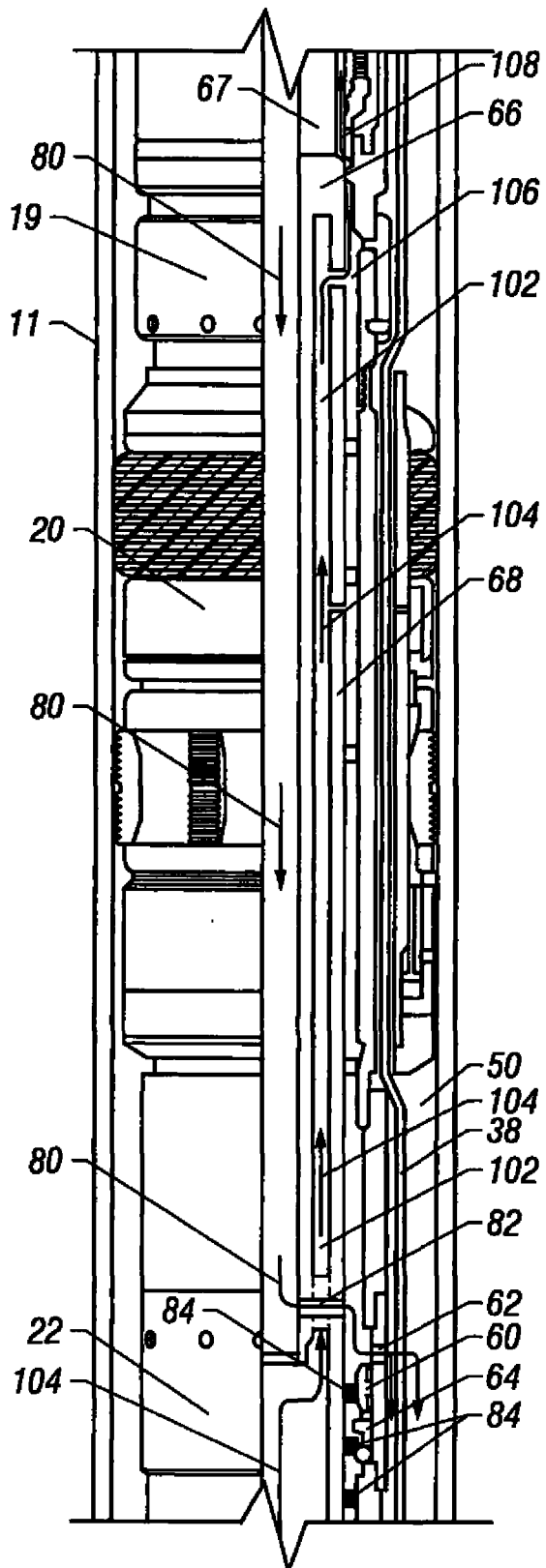


FIG. 2A

7/16

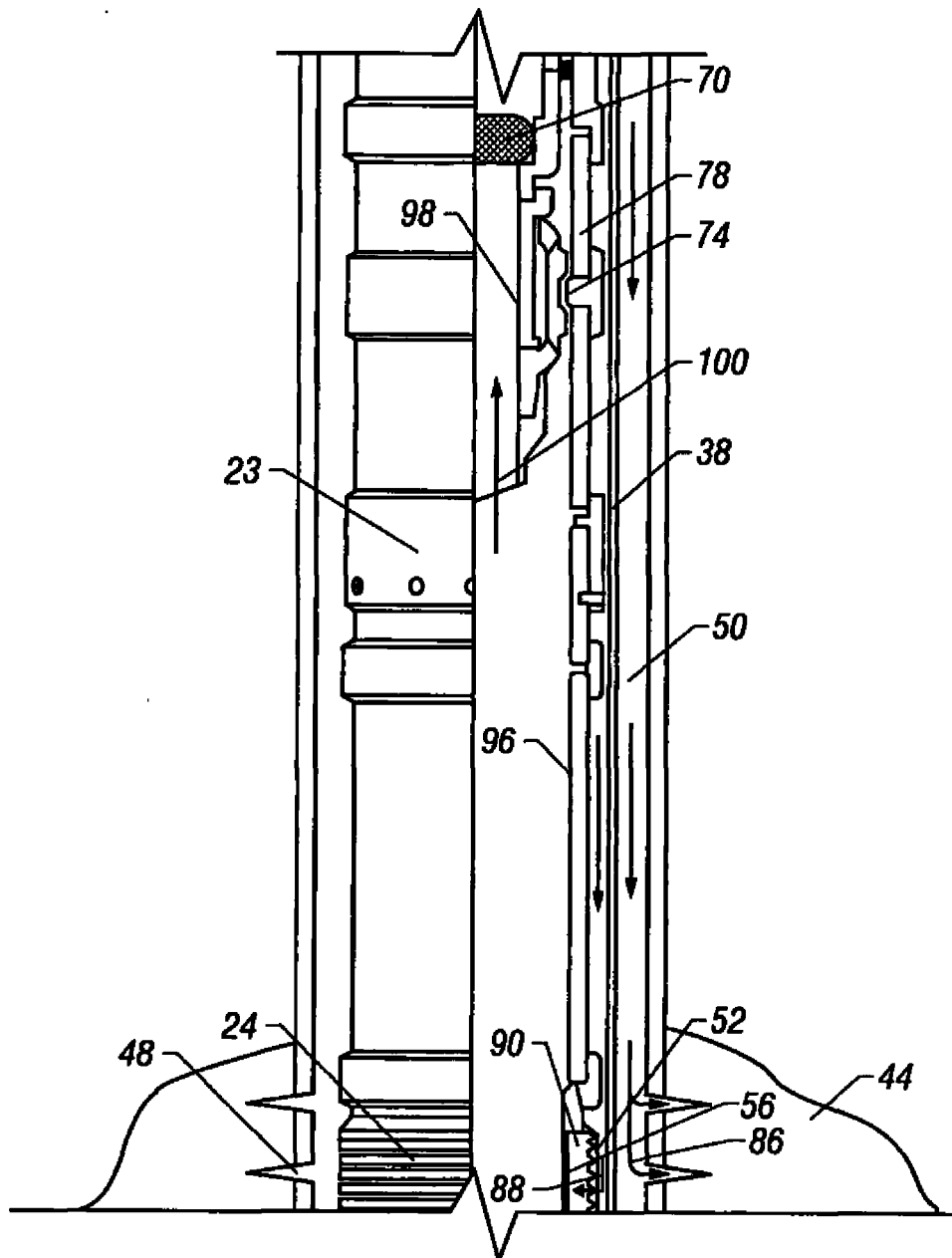


FIG. 2B

8/16

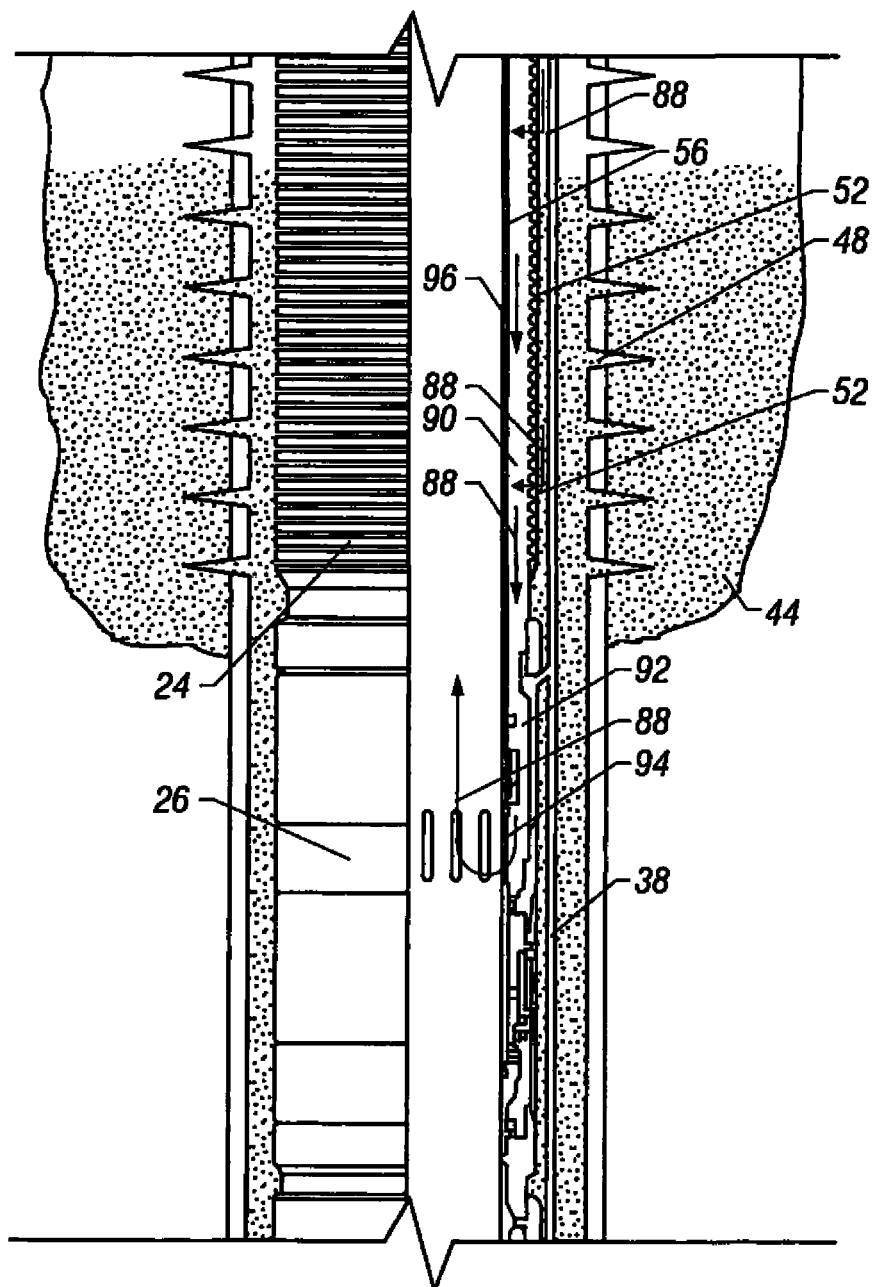


FIG. 2C

9/16

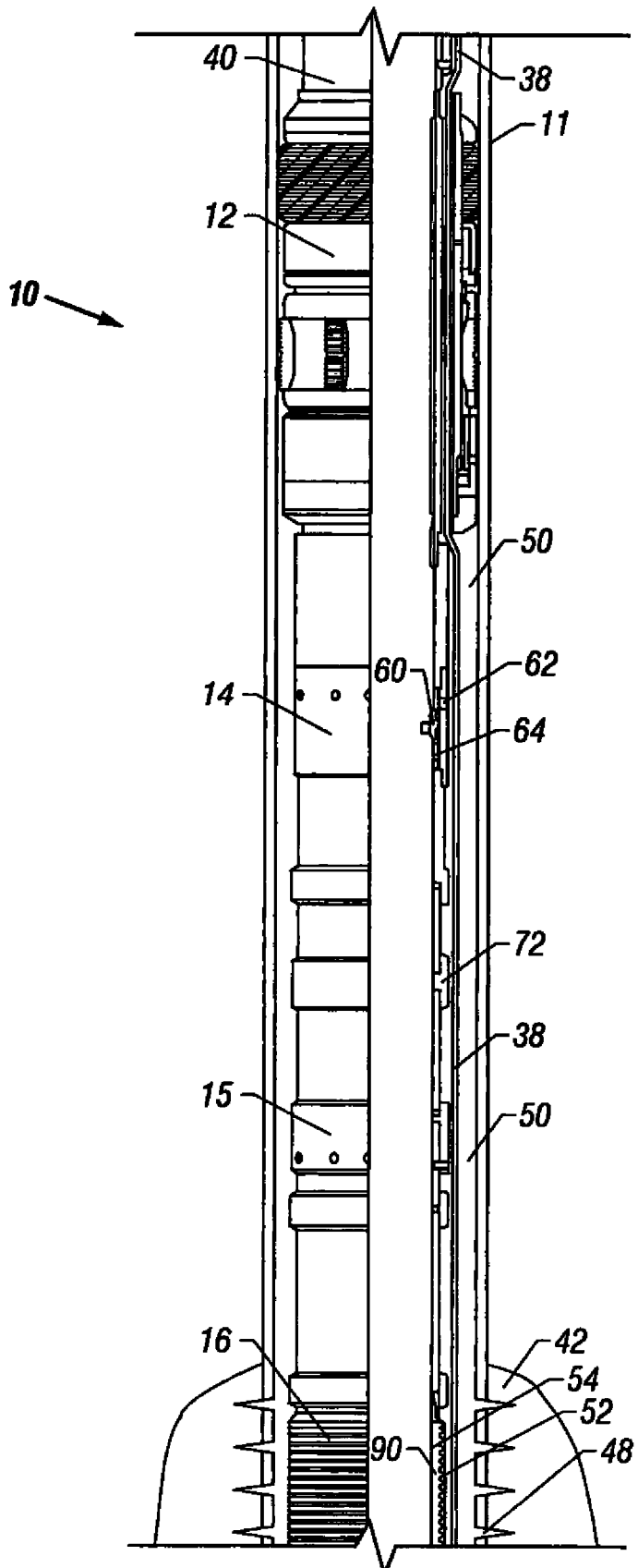


FIG. 3A

10/16

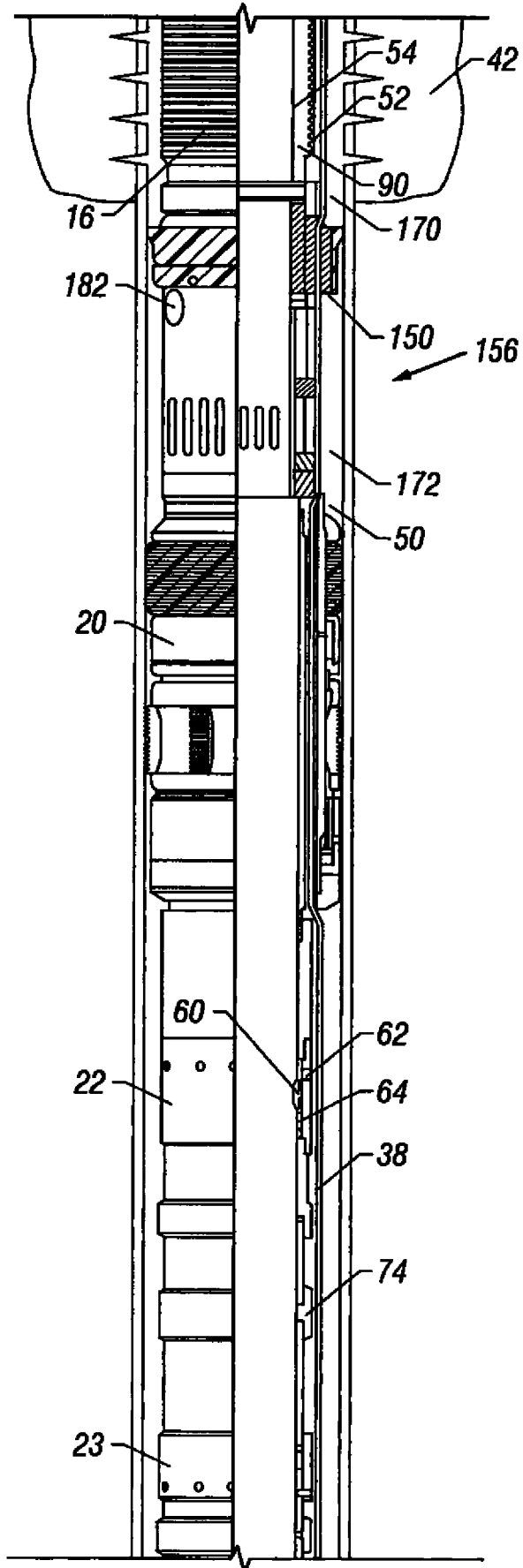


FIG. 3B

11/16

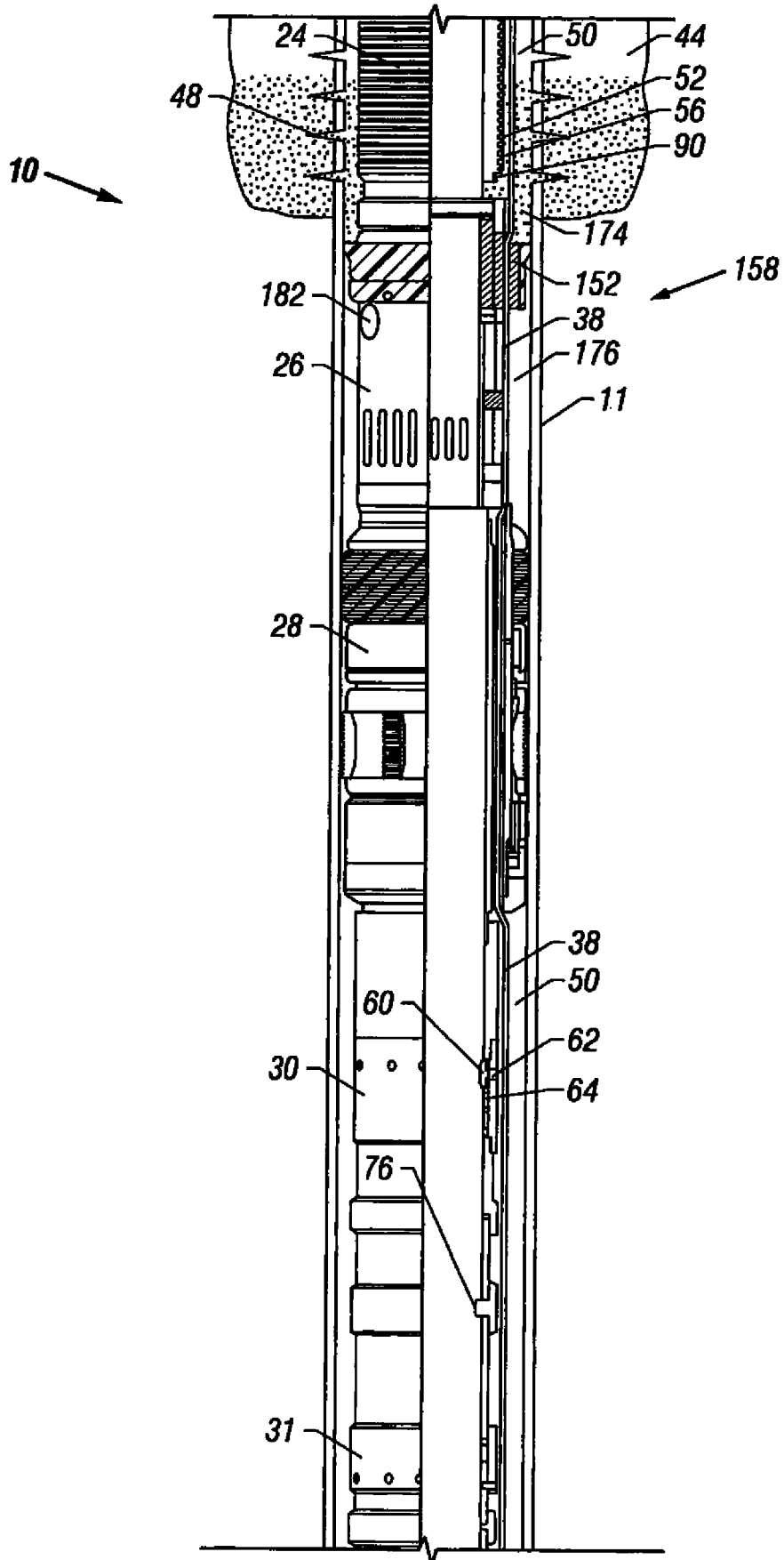


FIG. 3C

12/16

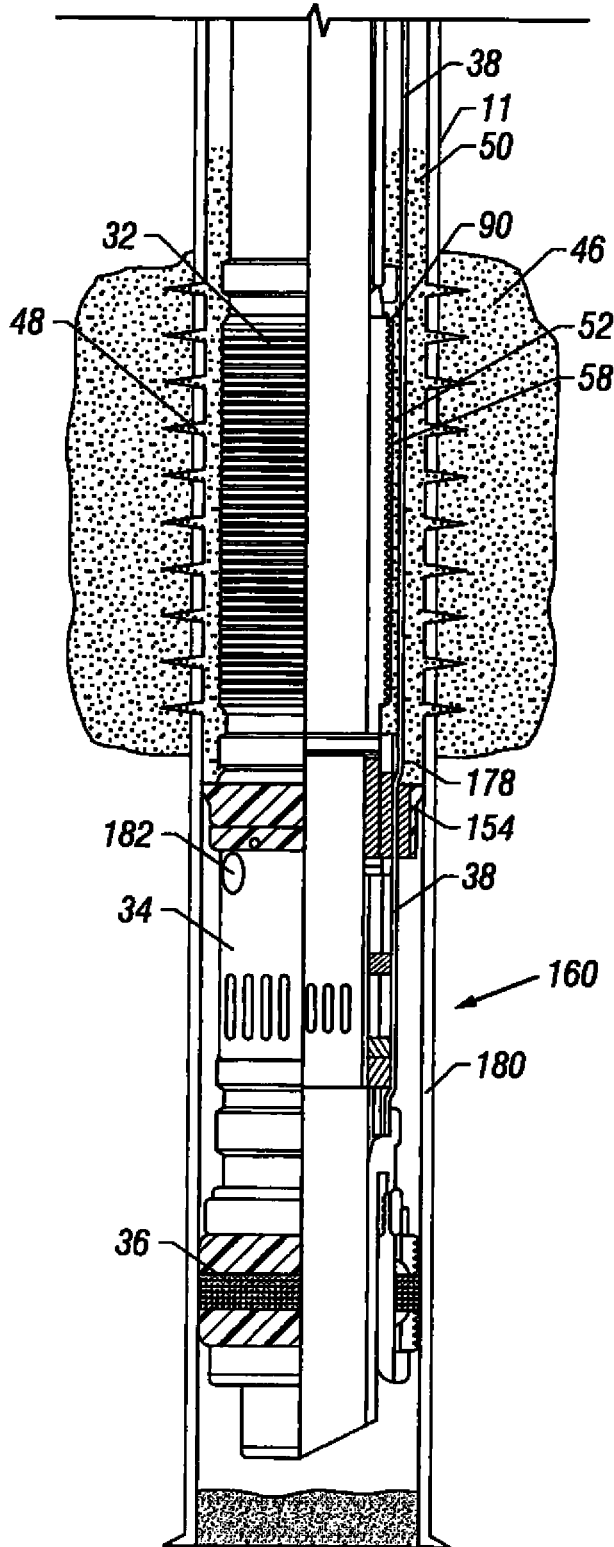


FIG. 3D

13/16

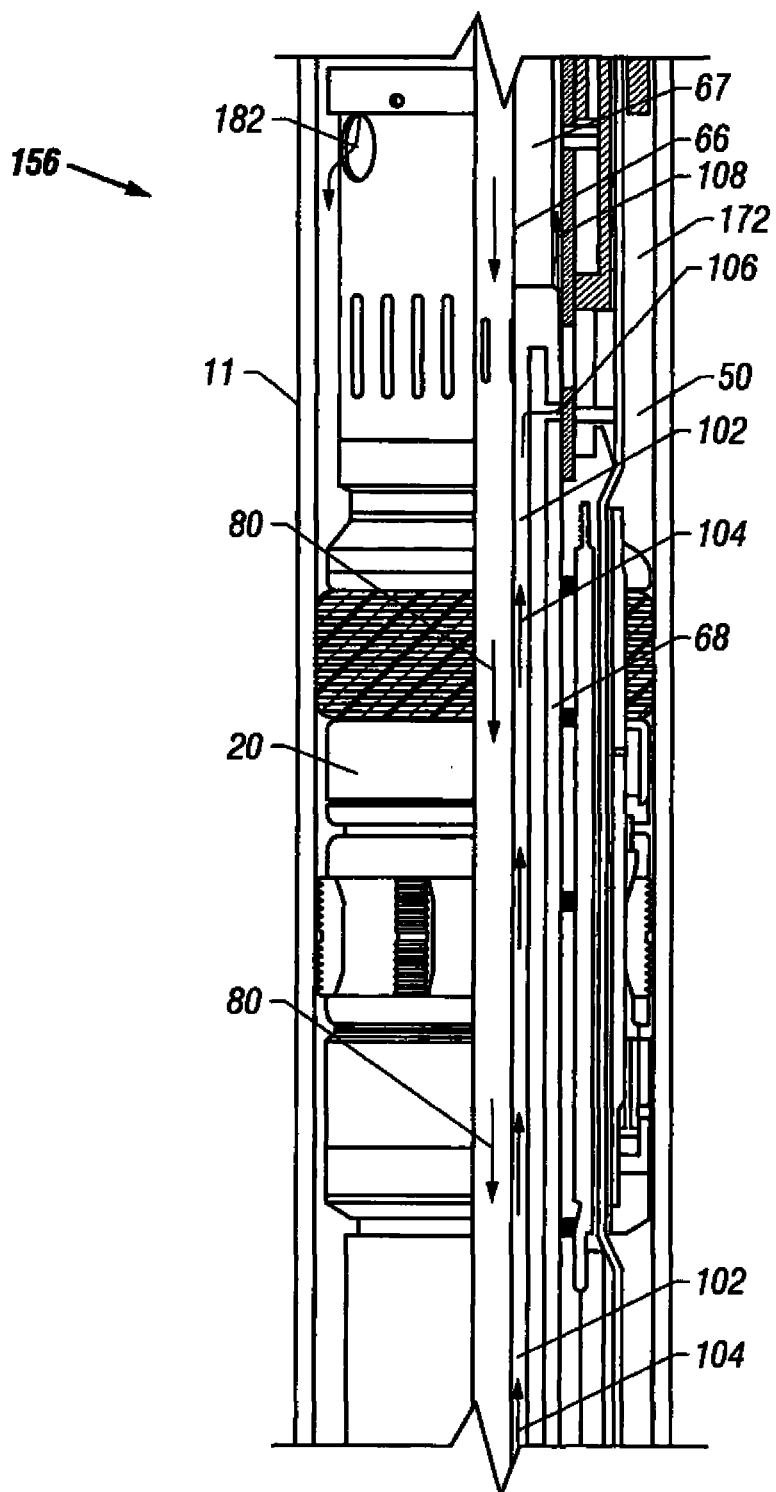


FIG. 4A

14/16

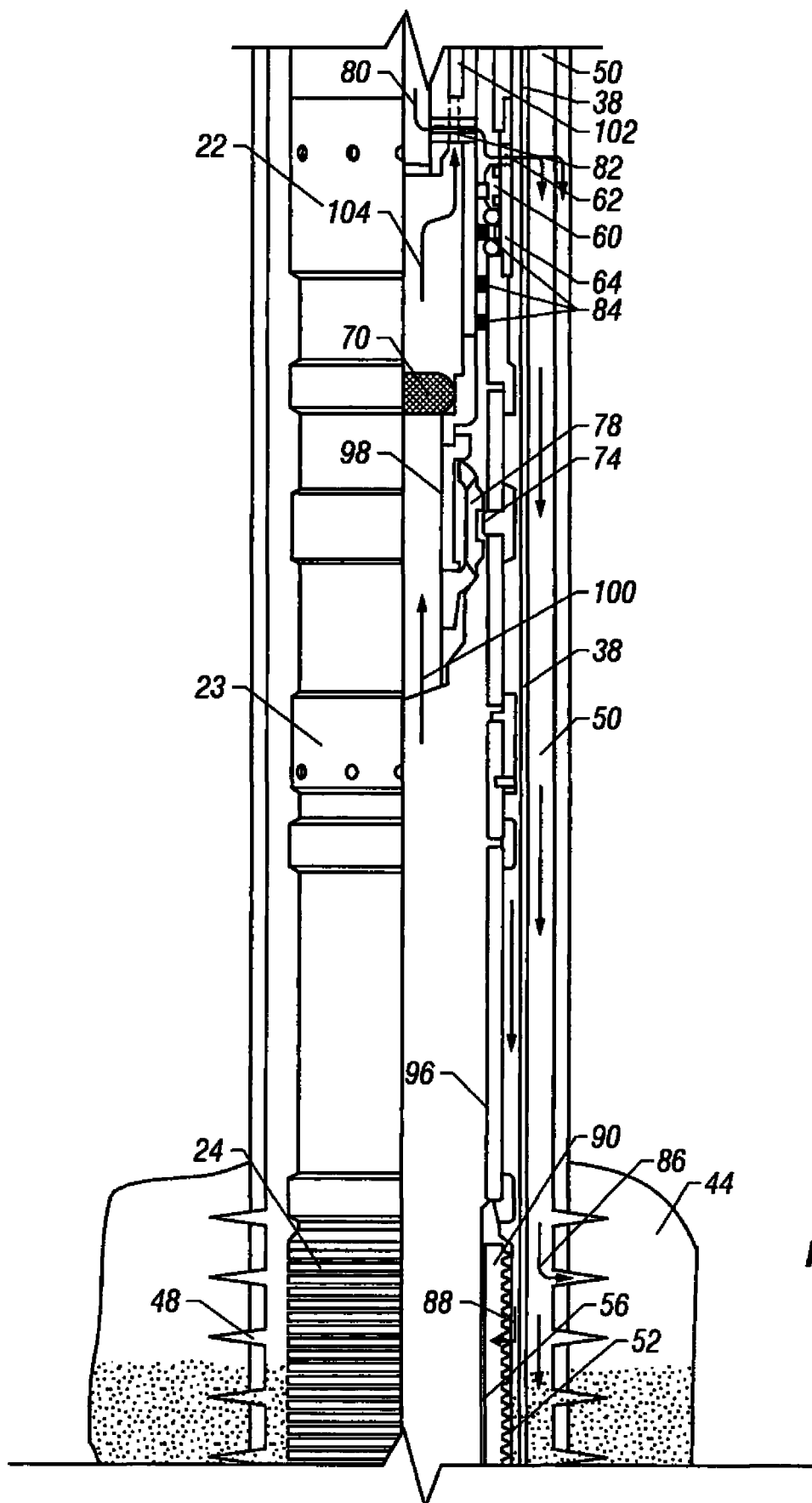


FIG. 4B

15/16

158

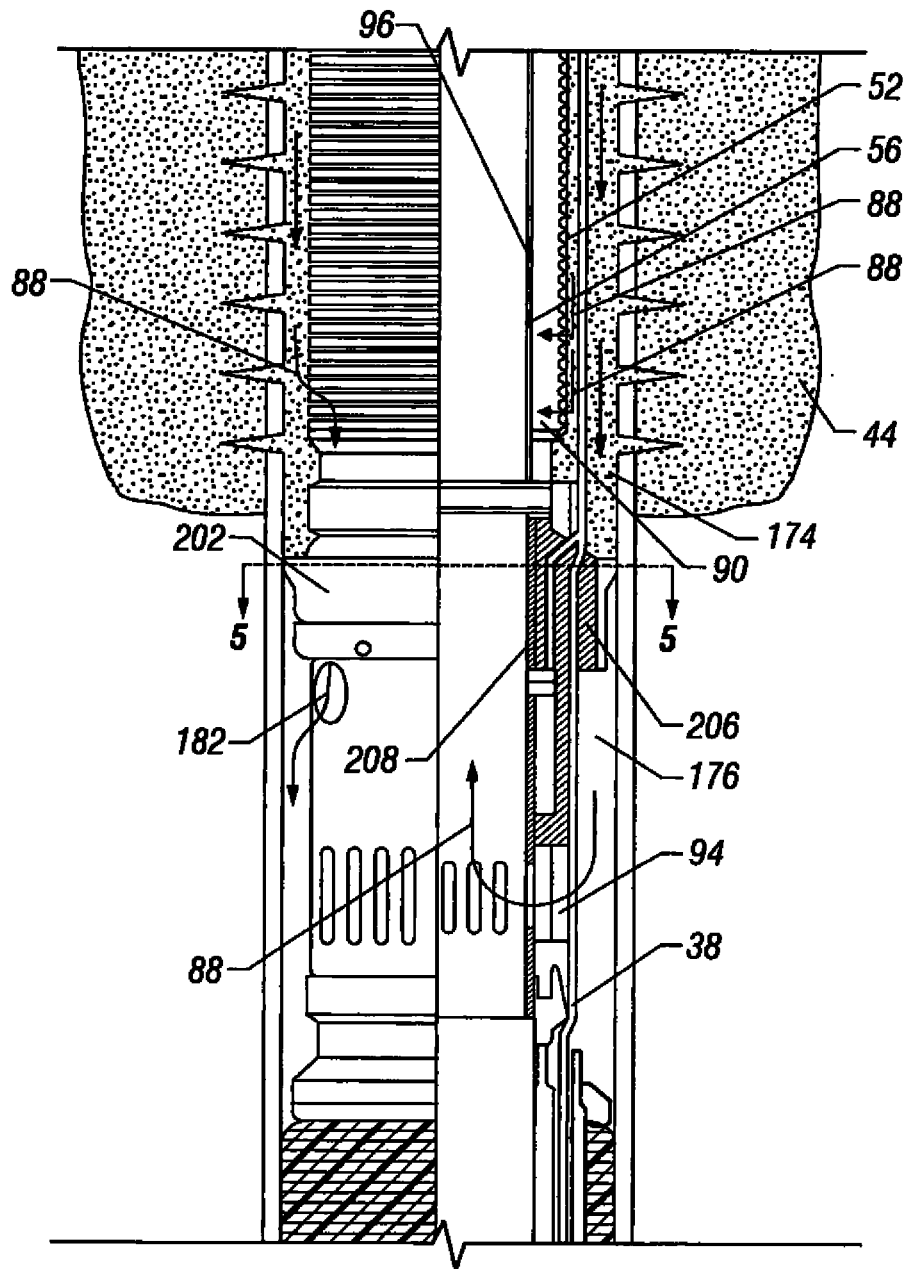


FIG. 4C

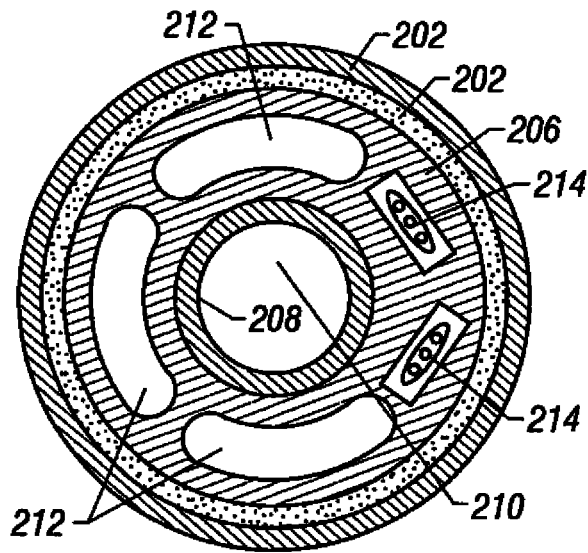


FIG. 5