



(12) PATENT

(19) NO

(11) 341483

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

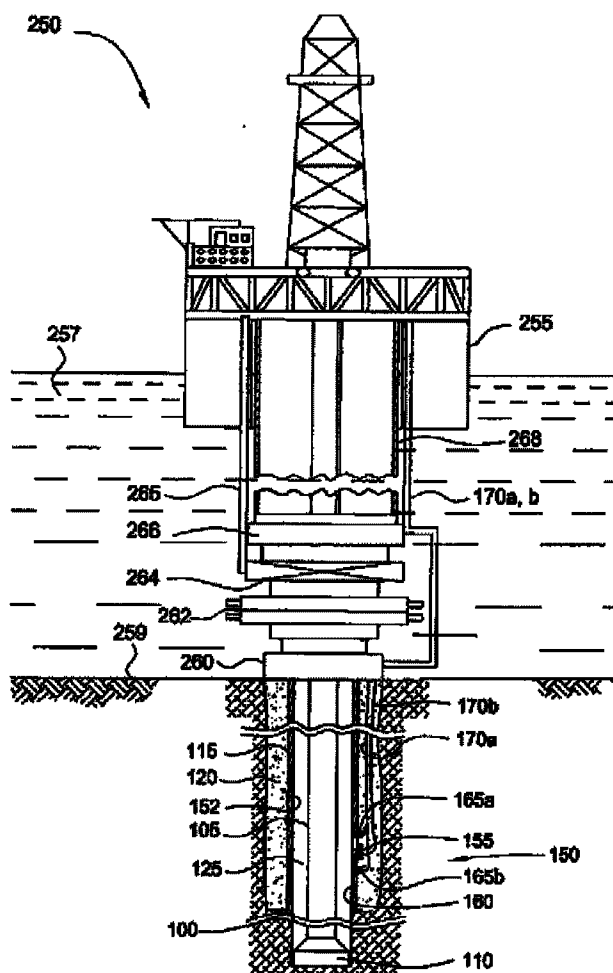
E21B 21/08 (2006.01)

E21B 17/042 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20074526	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2007.09.07	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2007.09.07	(30)	Prioritet	2006.09.07, US, 60/824,806 2007.05.10, US, 60/917,229
(41)	Alm.tilgj	2008.03.10			
(45)	Meddelt	2017.11.27			
(73)	Innehaver	Weatherford/Lamb Inc, 515 Post Oak Boulevard, Suite 600, US-TX77027 HOUSTON, USA David J Brunnert, 15434 Lakeport Crossing Drive, US-TX77429 CYPRESS, USA Simon Harrall, 2828 Greenbriar Street #1322, US-TX77098 HOUSTON, USA Gary Belcher, 134 Crooked Pond Way, CA-ABT3Z3E8 CALGARY, Canada Adrian Steiner, 21 Pantego Road NW, CA-ABT3K6J3 CALGARY, Canada Kevin Schmigel, 7005 Strathridge Gate SW, CA-ABT3H4R9 CALGARY, Canada Darcy Nott, 437 Elgin Way SE, CA-ABT2Z4A7 CALGARY, Canada Richard Todd, 16914 Cottonwood Way, US-TX77059 HOUSTON, USA Jim Stanley, 23706 Hawkins Creek Court, US-TX77494-2202 KATY, USA Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			
(72)	Oppfinner				
(74)	Fullmektig				
(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte for styring av trykket i ringrommet under brønnboring			
(56)	Anførte publikasjoner				
		US 20050098349 A1			
		US 2004129424 A1			
(57)	Sammendrag				

I en utførelsesform inkluderer en fremgangsmåte for boring av et borehull en handling med å bore borehullet ved å injisere borefluid gjennom en rørstreng anbrakt i borehullet, idet rørstrengen omfatter en borekrone anordnet ved bunnen av rørstrengen. Borefluid kommer ut av borekronen og medfører borekaks fra borekronen. Borefluid og borekaks (returnerer) strømmer til en overflate av borehullet via et ringrom definert ved en ytre overflate av rørstrengen og en indre overflate av borehullet. Metoden inkluderer videre en handling utført under boring av borehullet med å måle et første ringromstrykk (FAP) ved bruk av en trykkføler festet til en føringsrørstreng som henger ned fra et brønnhode i borehullet. Fremgangsmåten inkluderer videre en handling utført under boring av borehullet med å kontrollere et andre ringromstrykk (SAP) utøvet på en formasjon eksponert overfor ringrommet.



[0001] Foreliggende søknad er basert på U.S. Prov. patentsøknad nr 60/824,806 (Atty. Dock. No. WEAT/0765L), med tittel "Annulus Pressure Control Drilling System", innlevert 7. september 2006, og U.S. prov. patentsøknad nr 60/917,229 (Atty. Dock. No. WEAT/0765L2), med tittel "Annulus Pressure Control Drilling System", innlevert 10. mai 2007, innlemmet heri som referanse i sin helhet.

[0002] U.S. patentsøknad nr 6,209,663, U.S. patentsøknad med serie nr. 10/677,135 (Atty. Dock. WEAT/0259.P1), innlevert 1. oktober 2003, U.S. patentsøknad serienr 10/288,229 (Atty. Dock. WEAT/0259), innlevert 5. november 2002 U.S. patentsøknad nr 10/676,376 (Atty. Dock. WEAT/0438), innlevert 1. oktober 2003 innlemmet heri som referanse i sin helhet.

[0003] U.S patentpublikasjon nr 2003/0150621 (Atty. Dock. MRKS/0086), U.S. patent nr 6,412,554 (Atty. Dock. WEAT/0142), U.S. patentpublikasjon nr 2005/0068703 (Atty. Dock. WEAT/0492), U.S. patentpublikasjon nummer 2005/0056419 (Atty. Dock. WEAT/0385), U.S. patentpublikasjon nr 2005/0230118 (Atty. Dock. WEAT/0259.P3), og U.S. patentpublikasjon nr 2004/0069496 (Atty. Dock. WEAT/0236) innlemmet heri som referanse i sin helhet.

[0004] U.S. prov. søknad nr 60/952,539 (Atty. Dock. No. WEAT/0836L), U.S patent nr 6,719,071 (Atty. Dock. MRKS/0045), U.S patent nr 6,837,313 (Atty. Dock. WEAT/0203), U.S patent nr 6,966,367 (Atty. Dock. WEAT/0392.P1), U.S. patentpublikasjon nr 2004/0221997 (Atty. Dock. WEAT/0359.P1), U.S. patentpublikasjon nr 2005/0045337 (Atty. Dock. WEAT/00203.P2), and U.S. patentsøknad nr 11/254,993 (Atty. Dock. WEAT/0704) innlemmet heri som referanse i sin helhet.

Bakgrunn for oppfinnelsen

[0005] Den foreliggende oppfinnelse vedrører boresystemer og boremetoder som omfatter ringromstrykkstyring.

Beskrivelse av beslektet teknikk

[0006] Eksplorering og produksjon av hydrokarboner fra undergrunnsformasjoner krever i siste instans en metode for å nå og ekstrahere hydrokarbonene fra formasjonen. Dette oppnås typisk ved boring av en brønn med en borerigg. I sin

enkleste form utgjør dette en landbasert borerigg som anvendes for å bære og rotere en borestreng bestående av en serie av borerør med en borekrone montert ved enden. Videre anvendes et pumpesystem for å sirkulere et fluid, bestående av et basisfluid, typisk vann eller olje, og forskjellige tilsetningsstoffer ned gjennom

5 borestrengen idet fluidet så kommer ut gjennom den roterende borekrone og strømmer tilbake til overflaten via ringrommet dannet mellom borehullveggen og borestrengen. Dette fluid har flere funksjoner som for eksempel: tilveiebringelse av trykk i det åpne borehull for å hindre innstrømning av fluid fra formasjonen, tilveiebringe understøttelse mot borehullveggen, transportere borekakset produsert av

10 borekronen til overflaten, tilveiebringe hydraulisk energi til verktøy festet i borestrengen og avkjøling av borekronen.

[0007] Rent borefluid sirkuleres inn i brønnen gjennom borestrengen og returnerer deretter til overflaten gjennom ringrommet mellom borehullveggen og borestrengen. I offshore boreoperasjon anvendes et stigerør for å inneslutte ringromsfluidet

15 mellom havbunnen og boreriggen lokalisert på overflaten. Trykket som utvikles i ringrommet er av spesiell betydning på grunn av at det er fluidet i ringrommet som virker direkte på det ikke-fôrede borehull.

[0008] Fluidet som strømmer gjennom ringrommet, typisk kjent som "retur" inkluderer borefluidet, borekaks fra brønnen, og eventuelle formasjonsfluider som

20 kan være kommet inn i borehullet. Etter å ha blitt sirkulert gjennom brønnen strømmer borefluidet tilbake i et slamhåndteringssystem, generelt bestående av et rystebord, for å fjerne faststoffer, en slamtank og en manuell eller automatisk anordning for tilsetning av forskjellige kjemikalier eller tilsetningsstoffer for å holde egenskapene av det returnerte fluid etter behov for boreoperasjonen. Så snart

25 fluidet er blitt behandlet blir det sirkulert tilbake inn i brønnen via reinjeksjon inn i toppen av borestrengen ved hjelp av pumpesystemet.

[0009] Det åpne borehull strekker seg under den nederste fôringsrørstreng, som er sementert til formasjonen og i noen avstand derover, til en fôringsrørsko. I et åpent borehull som strekker seg inn i en porøs formasjon vil avleiringer fra borefluidet

30 samle seg på borehullveggen og danne en filterkake. Filterkaken danner en viktig barriere mellom formasjonsfluidene inneholdt i den permeable formasjon ved et visst poretrykk og borehullfluidene som sirkulerer ved et høyere trykk. Filterkaken

tilveiebringer således en buffer som tillater at borehulltrykk kan opprettholdes over poretrykk uten signifikant tap av borefluid inn i formasjonen.

[0010] Både temperatur og trykk i undergrunnsformasjoner øker med dybden.

Undergrunnsformasjoner kan karakteriseres ved hjelp av to separate trykk: pore-
5 trykk og frakturtrykk. Frakturtrykket bestemmes delvis av overliggende lag som virker ved en spesiell dybde av formasjonen. Det overliggende lag inkluderer all bergart og annet overliggende materiale og må derfor bæres av et spesielt nivå av formasjonen. I en offshorebrønn inkluderer det overliggende lag ikke bare sedimentet av jorden, men også vannet over havbunnsnivået. Poretrykket ved en gitt
10 dybde bestemmes delvis av det hydrostatiske trykk av fluidene over denne dybde. Disse fluidene inkluderer fluidene i formasjonen under havbunns/havbunnsnivået pluss sjøvannet fra havbunnen til havoverflaten.

[0011] For å maksimere borehastigheten og unngå at formasjonsfluidene går inn i brønnen er det ønskelig å opprettholde bunnhullstrykket (BHP) i ringrommet ved et
15 nivå høyere enn, men forholdsvis nær poretrykket. Opprettholdelse av BHP over poretrykket er referert til som overbalansert boring. Ettersom BHP øker vil borehastigheten minske og hvis BHP tillates å øke til det punkt hvor det overstiger frakturtrykket (FP) kan en formasjonsfraktur forekomme. Trykk høyere enn formasjonens frakturtrykk FP vil resultere i at fluidet trykkes inn i formasjonsveggene i den grad at små sprekker eller frakturer vil åpne seg i borehullveggen og
20 fluidtrykket overvinnes formasjonstrykket med signifikant fluidinvasjon. Fluidinvasjon kan resultere i redusert permeabilitet, som skadelig påvirker formasjonsproduksjonen. Så snart formasjonen frakturerer kan retur som strømmer i ringrommet slippe ut av det åpne borehull slik at fluidsøylen i brønnen minsker. Hvis
25 dette fluid ikke erstattes kan borehulltrykk falle og tillate at formasjonsfluidene går inn i borehull og bevirker et brønnspark og potensielt en utblåsing. Formasjonens frakturtrykk definerer således en øvre grense for tillatt borehulltrykk i et åpent borehull. Trykkmarginen mellom poretrykket og frakturtrykket er kjent som et "vindu".

30 [0012] Borefluidet har typisk en ganske konstant densitet og det hydrostatiske trykk i borehullet versus dybden kan således typisk approksimeres ved en enkelt gradient som starter ved toppen av fluidsøylen. I offshore boresituasjoner er toppen av fluidsøylen generelt toppen av stigerøret ved overflateplattformen.

Trykkprofilen av et gitt borefluid varierer avhengig av om borefluidet sirkuleres (dynamisk) eller ikke sirkuleres (statisk). I det dynamiske tilfelle forekommer et trykkfall når returen strømmer opp gjennom ringrommet mellom borestrengen og borehullveggen. Dette trykkfall adderer til det hydrostatiske trykk av borefluidet i ringrommet. Dette tilleggstrykk må således tas i betraktning for å sikre at ringroms-trykket opprettholdes i et akseptabelt trykkområde mellom poretrykket og fraktur-trykkprofilen.

[0013] Figur 1A er et eksempelvis diagram av bruken av fluider under boreprosessen i en mellomliggende borehullseksjon. Borehullet er blitt føret med en streng av fôringsrør C til en første dybde DC. Den åpne borehullseksjon som skal bores er således fra den første dybde DC til en måldybde D4 i borehullet. De to borefluidtrykkprofiler representeres av den statiske trykkprofil SP og den dynamiske trykkprofil DP. Det statiske trykk SP som opprettholdes av fluidet under boring vil sikkert være over poretrykket PP over en andre dybde D2. Ved den andre dybde D2 øker poretrykket PP slik at differensialet mellom poretrykket PP og det statiske trykk SP reduseres og sikkerhetsmarginen under operasjoner minsker også. Dette kan forekomme hvor porehullet penetrerer et formasjonsintervall D2-D4 med signifikant forskjellige karakteristikker enn den tidligere formasjon DC-D2. Et gassbrønnsparke i dette intervall D2-D4 kan resultere i at poretrykket overstiger ringromstrykket med en frigivelse av fluid og gass inn i borehullet som positivt krever aktivering av overflateutblåsingssikrings (BOP) stakken. Som bemerket i det foregående, mens ytterligere vektmateriale kan tilsettes til fluidet, vil det generelt være ineffektivt til å håndtere et gassbrønnsparke på grunn av den tid som kreves for å øke fluiddensiteten som sett i borehullet.

[0014] For et gitt åpent borehullintervall DC-D4 ligger vinduet for et spesielt densitetsborefluid mellom poretrykkprofilen PP og frakturtrykkprofilen FP. På grunn av at det dynamiske trykk DP er høyere enn det statiske trykk SP er det det dynamiske trykk som begrenses av frakturtrykket FP ved en tredje dybde D3. Tilsvarende må det nedre statiske trykk SP opprettholdes over poretrykket PP ved den andre dybde D2 i det åpne borehull. Vinduet for det spesielle densitetsborefluid, som vist i figur 1, er begrenset av det dynamiske trykk DP som når frakturtrykket FP ved dybden D3 og det statiske trykk SP som når poretrykket PP ved dybden D2. I vanlig borepraksis vil således densiteten av borefluidet velges slik at

det dynamiske trykk er så rimelig nær frakturtrykket som mulig. Dette maksimerer den dybde som da kan bores ved bruk av dette densitetsfluid. Så snart det dynamiske trykk DP nærmer seg frakturtrykket ved dybden D3 vil en ytterligere streng av fôringsrør bli festet og den samme prosess gjentatt.

- 5 [0015] Mer nylig beveger oljeeksplorasjon og produksjon seg mot mer krevende omgivelser, slik som dype og ultradypvanns omgivelser. Brønner bores nå også i områder med økende miljø- og teknisk risiko. I denne forbindelse er snevre vinduer mellom poretrykket og frakturtrykket av formasjonen problematisk.
- [0016] Figur 1B illustrerer et tidligere kjent fôringsrørprogram for boring av et
- 10 snevert marginborehull. Ettersom dette er en trykkgradientgraf vises konstante densitetsborefluider som vertikale linjer. Til høyre er antallet og diameteren av fôringsrørstrengene som kreves for sikker boring av et borehull (vist i tommer (") = 2,54 cm). Typisk tillegges en sikkerhetsmargin til poretrykket for å tillate stopping av sirkulasjonen av fluidet og trekkes fra frakturtrykket, noe som enda mer
- 15 reduserer det snevre vindu, som vist ved de stiplede streker. Ettersom skjemaet vist i figur 1B er referert til det statiske slamtrykk vil sikkerhetsmarginen også være tatt med i beregningen for den dynamiske effekt under boring. Kurven for den viste poretrykkgradient og kurven den viste frakturtrykkgradient er anslått før boring. Aktuelle verdier kan aldri bestemmes ved hjelp av den nåværende konvensjonelle
- 20 boremetode. Det er ikke vanskelig å forestille seg at problemene som skapes ved boring i et snevert vindu, med kravet til flere fôringsrørstrenger, øker omkostningene for brønnen voldsomt. Videre når den nåværende brønnkonstruksjon vist i figur 1B ikke den nødvendige måldybde for produksjon, ettersom den siste fôringsrørstørrelse vil være for liten for en tilstrekkelig dimensjonert produksjonsrørstreng
- 25 som vil levere olje til overflaten med en tilstrekkelig strømningsmengde for å berettige omkostningene for boring og komplettering av brønnen. I mange av disse tilfeller forlates brønnene og etterlater operatørene med store tap.
- [0017] Disse problemer blir videre sammensatt og komplisert på grunn av densitetsvariasjonene som bevirkes av temperaturendringer langs borehullet,
- 30 spesielt i dypvannsbrønner. Dette kan føre til signifikante problemer, i forhold til det snevre vindu, når brønner innstenges ("shut in") for å detektere brønnsparke/-fluidtap (filtreringstap). Kjøleeffekten og etterfølgende densitetsendringer kan modifierer ringromstrykkprofilen på grunn av temperatureffekten på slamviskosi-

teten og på grunn av densitetsøkningen føre til ytterligere komplikasjoner ved gjenopptaking av sirkulasjon. Anvendelse av den konvensjonelle metode for brønner i ultradypt vann når således hurtig de tekniske grenser.

[0018] Innstrømningen av formasjonsfluider i borehullet refereres til som et "brønn-spark". Selv ved bruk av konservative overbalanserte boremetoder kan borehull-trykket falle utenfor det akseptable område mellom poretrykk og frakturtrykk og bevirke et brønnspar. Brønnspar kan forekomme av årsaker som for eksempel boring gjennom en formasjon med abnormt høyt trykk som skaper en trykkfalls-effekt ("swabbing effect") når borestrengen trekkes ut av brønnen for ombytting av en borekrone, idet borefluidet foretrengt av borestrengen ved trekking av bore-10 strengen ut av borehullet ikke erstattes og som drøftet i det foregående bevirker filtreringstap inn i formasjonen. Et brønnspar kan erkjennes ved at borefluidet strømmer opp gjennom ringrommet etter at pumping er stanset. Et brønnspar kan også erkjennes ved en plutselig økning av fluidnivået i lagringstankene for bore-15 fluid. På grunn av at formasjonsfluidet går inn i borehullet vanlig har en lavere densitet enn borefluidet vil et brønnspar potensielt redusere det hydrostatiske trykk inne i brønnen og tillate en akselererende innstrømning av formasjonsfluid. Hvis denne ikke styres er denne innstrømning kjent som en "utblåsing" og kan resultere i tap av brønnen, boreriggen, og mulig livet av det personell som 20 opererer riggen.

[0019] Der er to vanlige anvendte metoder for styring av brønnspar, nemlig den såkalte borermetode og den såkalte ingeniørmethode. I begge metoder avstenges brønnen og borehulltrykket tillates å stabilisere seg. Trykket vil stabiliseres når trykket ved bunnen av hullet ekvivalerer med formasjonstrykket. Trykket indikert 25 ved overflaten i borestrengen og føringsrørringrommet kan anvendes for å beregne trykket ved bunnen av borehullet. Med brønnen i avstengningstilstanden vil trykket ved bunnen av borehullet være formasjonstrykket.

[0020] Ved bruk av borermetoden blir pumpene så snart boretrykket er blitt stabilisert, igangsatt på nytt og borefluid sirkuleres gjennom brønnen. Trykket i 30 føringsrøret opprettholdes slik at ingen ytterligere formasjonsfluider strømmer inn i brønnen og fluid sirkuleres inntil all gass som har kommet inn i borehullet er blitt fjernet. Et høyere densitets borefluid fremstilles så og sirkuleres gjennom brønnen for bringe borehulltrykkene tilbake til innenfor det ønskede trykkområde. Ved

"dreping" av et brønnspark ved bruk av borermetoden blir således fluidet i borehullet fullstendig sirkulert to ganger.

[0021] Ved bruk av ingeniørmetoden beregnes formasjonstrykket når borehulltrykket stabiliseres. Basert på det beregnede formasjonstrykk fremstilles en
5 blanding av høyere densitets borefluid og sirkuleres gjennom brønnen for å "drepe" brønnsparket og sirkulere ut alle formasjonsfluider i borehullet. Under denne sirkulasjon opprettholdes ringromstrykket inntil det tunge vektborefluid sirkulerer fullstendig gjennom brønnen. Ved bruk av ingeniørmetoden kan brønnsparket "drepes" i en enkelt sirkulasjon, i motsetning til borermetoden med to
10 sirkulasjoner.

[0022] Nøkkelparameteren for brønnstyring er å bestemme formasjonstrykket og regulere ringromstrykkprofilen i samsvar dermed. Hvis ringromstrykket tillates å minske under poretrykket i en bestemt dybde vil formasjonsfluider gå inn i brønnen. Hvis ringromstrykket overstiger frakturtrykket i en bestemt dybde vil formasjonen frakturere og borehullfluider kan gå inn i formasjonen. Konvensjonelt
15 beregnes bunnhullstrykket BHP ved bruk av borerørtrykk og ringromstrykk beregnet ved overflaten. For nøyaktig å måle disse overflatetrykk blir sirkulasjon normalt stoppet for å tillate bunnhullstrykket BHP å stabilisere og å eliminere enhver dynamisk komponent av ringromstrykket. Så snart dette er tilfellet blir fullstendig avstengt. Brønnavstegning bruker verdifull riggtid og involverer en borestans som kan bevirke andre problemer, som for eksempel en fastkilt borestreng.
20

[0023] Noen boreoperasjoner søker å bestemme et borehulltrykk (det vil si ringromstrykk og/eller poretrykk) ved å anvende metoder med måling under boring MWD ("measurement while drilling"). En mangel med tidligere MWD-metoder er at
25 mange verktøy overfører trykkmålingsdata tilbake til overflaten på en intermitterende basis. Mange MWD-verktøy inkorporerer flere måleverktøy, som for eksempel gammastrålefølere, nøytronfølere og densitometere, og typisk overføres bare én måling tilbake til overflaten om gangen. Følgelig kan intervallet mellom trykkdata som rapporteres være så mye som to minutter.

[0024] Overføring av dataene tilbake til overflaten kan oppnås ved hjelp av en av
30 flere telemetrimetoder. En typisk tidligere telemetrimetode er slampulstelemetri. Et signal overføres ved hjelp av en serie trykkipulser gjennom borefluidet. Disse små trykkvarianser mottas og bearbeides til nyttig informasjon ved hjelp av utstyr på

overflaten. Slampulstelemetrisystemer fremviser lave båndbredder, for eksempel mellom omtrent to-tiendedeler av en bit (binært tall) og omtrent 10 bit per sekund. Videre varierer hastigheten av lyden gjennom slammet fra omtrent 1000 m/s til omtrent 1500 m/s, som betyr at pulsen kan ta flere sekunder for å bevege seg fra

5 bunnen av en dyp brønn til overflaten. Videre er svekking signifikant for høyere frekvenspulser. Slampulstelemetri virker ikke eller virker ikke bra når fluider ikke sirkuleres, blir sirkulert med en sakte strømningsmengde, og/eller når gassfylt borefluid anvendes. Slampulstelemetri og derfor standard MWD-verktøy er derfor til meget liten nytte når brønnen avstenges og fluid ikke sirkulerer.

10 [0025] Selv om MWD-verktøy ikke kan overføre data via slampulstelemetri når brønnen ikke sirkuleres kan mange MWD-verktøy fortsette å ta målinger og lagre de samlede data i lagerenheten. Dataene kan så hentes opp igjen fra lagerenheten ved et senere tidspunkt når hele boresammenstillingen er trukket ut av borehullet. På denne måte kan operatørene lære om de har forårsaket trykkfall i

15 brønnen, det vil si at fluider trekkes inn i borehullet, eller har forårsaket trykkøkningssvingning, det vil si økning av ringromstrykket, når borestrengen beveger seg gjennom borehullet.

[0026] En ytterligere telemetrimetode med å sende data til overflaten er elektromagnetisk (EM) telemetri. En lavfrekvens radiobølge overføres gjennom forma-

20 sjonen til en mottaker ved overflaten. EM-telemetrisystemer fremviser også lave båndbredder, for eksempel omtrent syv bits per sekund. EM-telemetri er dybdebegrenset og signalet svekkes hurtig i vann. Med brønner som bores i dypt vann vil signalet derfor forplante seg ganske bra gjennom jorden, men vil ikke forplante seg gjennom det dype vann. For dypvannsbrønner ville følgelig en undervannsmottaker måtte installeres ved slamledningen, noe som vil være upraktisk. Videre

25 tjener visse formasjoner, det vil si saltkuper, også som EM-barrierer.

[0027] Det foreligger således fremdeles innenfor dette område et behov for metoder og apparatur for å måle og styre ringromstrykket (det vil si bunnhullstrykket BHP) basert på sanntids trykkdata mottatt fra en lokalitet ved eller nær en åpen

30 borehullsseksjon i et borehull som bores.

Oppsummering av oppfinnelsen

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer en fremgangsmåte for boring av et borehull, karakterisert ved at den omfatter handlingene:

- boring av borehullet ved å injisere borefluid gjennom en rørstreng anbrakt i
- 5 borehullet, idet rørstrengen omfatter en borekrone anordnet ved en bunn av rørstrengen, hvori:
 - borefluidet kommer ut av borekronen og medfører borekaks fra borekronen, og
 - borefluidet og borekakset (returer) strømmer til en overflate av bore-
 - 10 hullet via et ringrom definert ved en ytre overflate av rørstrengen og en indre overflate av borehullet; og
 - under boring av borehullet:
 - måles et første ringromstrykk (FAP) ved bruk av en trykkmåler
 - 15 festet til en fôringsrørstreng som henger ned fra et brønnhode for borehullet; og
 - styres et andre ringromstrykk (SAP) som utøves på en formasjon som er eksponert overfor ringrommet, hvori SAP kontrolleres til å være innenfor et "vindu" definert ved et første terskeltrykk av formasjonen, med eller uten en sikkerhetsmargin derfra, og et andre terskeltrykk av
 - 20 formasjonen, med eller uten en sikkerhetsmargin derfra.

Ytterligere utførelsesformer av fremgangsmåten i henhold til oppfinnelsen fremgår av de uselvstendige patentkrav.

- [0028] I en utførelsesform inkluderer en fremgangsmåte for boring av et borehull en handling med å bore borehullet ved å injisere borefluid gjennom en rørstreng
- 25 anbrakt i borehullet, idet rørstrengen omfatter en borekrone anbrakt ved en utside av rørstrengen og en innside av borehullet. Fremgangsmåten inkluderer videre en handling gjennomført under boring av borehullet med å måle et første ringromstrykk FAP ("first annulus pressure") ved bruk av en trykkmåler festet til en fôringsrørstreng som henger ned fra et brønnhode i borehullet. Fremgangsmåten inkluderer videre en handling utført under boring av borehullet med å styre et andre ringromstrykk SAP ("second annulus pressure") utøvet på en formasjon som er
- 30 eksponert overfor ringrommet.

[0029] I en ytterligere utførelsesform inkluderer en fremgangsmåte for boring av et borehull en handling med å bore borehullet ved å injisere borefluid inn i en rørstreng omfattende en borekrone anbrakt ved en bunnende derav. Borefluidet injiseres ved en borerigg. Fremgangsmåten inkluderer videre en handling gjennomført under boring av borehullet og ved boreriggen med kontinuerlig å motta en første ringromstrykk (FAP) måling målt ved en lokalitet distalt fra boreriggen og distalt fra en bunnende av borehullet. Fremgangsmåten inkluderer videre en handling utført under boring av borehullet og ved boreriggen med kontinuerlig å beregne et andre ringromstrykk (SAP) utøvet på en eksponert del av borehullet. Fremgangsmåten inkluderer videre en handling gjennomført under boring av borehullet og ved boreriggen med å kontrollere SAP.

Kort beskrivelse av tegningene

[0030] For at den måte hvorpå de ovenfor anførte trekk ved den foreliggende oppfinnelse kan bli forstått i detalj gis en mer spesielt beskrivelse av oppfinnelsen, kort oppsummert i det foregående, med henvisning til utførelsesformer hvorav noen er illustrert i de vedføyde tegninger. Det skal imidlertid bemerkes at de vedføyde tegninger bare illustrerer typiske utførelsesformer av denne oppfinnelse og skal derfor ikke betraktes som begrensende for oppfinnelsens omfang idet oppfinnelsen kan underkastes andre like effektive utførelsesformer.

[0031] Figur 1A er en grafisk representasjon av en profil for trykk versus dybde for en brønn. Figur 1B illustrerer et tidligere fôringsrørprogram for boring av et snevert margins borehull.

[0032] Figur 2 er en skjematisk avbildning av et landbasert boresystem ifølge en utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Figur 2A illustrerer en seksjon eller rørlengde av kablet fôringsrør for eventuell bruk med boresystemet i figur 2. Figur 2B illustrerer et offshore boresystem ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse.

[0033] Figur 3 illustrerer et boresystem ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Figur 3A viser et kontinuerlig sirkulasjonssystem CCS ("continuous circulation system") egnet for bruk med boresystemet i figur 3. Figur 3B viser en kontinuerlig strømningsmodul CFS ("continuous flow sub") egnet for bruk med boresystemet i figur 3.

[0034] Figur 4 illustrerer et boresystem ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse.

[0035] Figur 5 illustrerer et boresystem ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse.

5 [0036] Figur 6 illustrerer et boresystem ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Figur 6A illustrerer en flerfasemåler MPM ("multiphase meter") egnet for bruk med boresystemet i figur 6. Figurene 6B-6D illustrerer en sentrifugalseparator egnet for bruk med boresystemet i figur 6. Figur 6E illustrerer en flerfasepumpe MPP ("multiphase pump") egnet for bruk med boresystemet i
10 figur 6.

[0037] Figur 7 illustrerer et boresystem ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse.

[0038] Figur 8 er en alternativ nedhulls konfigurasjon for bruk med hvilke som helst av boresystemene i figurene 2, 2B og 3-7, ifølge en ytterligere utførelsesform av
15 den foreliggende oppfinnelse. Figur 8A er en tverrsnittstegning av en gap-submodulsammenstilling egnet for bruk med nedhullskonfigurasjonen i figur 8. Figur 8B illustrerer et forstørret riss av dielektrikum fylte gjenger i gap-submodulsammenstillingen. Figur 8C illustrerer et forstørret riss av en ekstern gap-ring anbrakt i gap-submodulsammenstillingen. Figur 8D illustrerer et forstørret riss av
20 et ikke-ledende tetningsarrangement i gap-submodulsammenstillingen.

[0039] Figur 9 er en alternativ nedhullskonfigurasjon for bruk med hvilke som helst av boresystemene i figurene 2, 2B og 3-7, ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Figur 9A er en forstørrelse av en del av figur 9.

[0040] Figur 10A er en alternativ nedhullskonfigurasjon for bruk med hvilke som
25 helst av boresystemene i figurene 2, 2B og 3-7, ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Figur 10B er en alternativ nedhullskonfigurasjon for bruk med hvilke som helst av boresystemene i figurene 2, 2B og 3-7, ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Figur 10C er en partiell tverrsnittstegning av en rørlengde av en dobbeltstrømnings borestreng egnet for
30 bruk med nedhullskonfigurasjonen i figur 10B. Figur 10D er en tverrsnittstegning av en gjenget kopling av dobbeltstrømnings borestrengen og illustrerer en gjenget tappforbindelse med en fatning i en andre rørlengde. Figur 10E er et forstørret toppriss av figur 10C. Figur 10F er en tverrsnittstegning tatt langs linjen 10F-10F i

figur 10C. Figur 10G er et forstørret bunnriss av figur 10C. Figur 10H er en alternativ overflate/nedhullskonfigurasjon for bruk med hvilke som helst av boresystemene i figurene 2, 2B og 3-7, ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse.

5 [0041] Figur 11A er en alternativ nedhullskonfigurasjon for bruk med overflateutstyret av hvilke som helst av boresystemene i figurene 2, 2B og 3-7, ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Figur 11B illustrerer en nedhullskonfigurasjon hvori borehullet er blitt ytterligere utvidet fra nedhullskonfigurasjonen i figur 11A.

10 [0042] Figur 12 er en alternativ nedhullskonfigurasjon for bruk med overflateutstyr av hvilke som helst av boresystemene i figurene 2, 2B og 3-7, ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse.

[0043] Figur 13 er en alternativ nedhullskonfigurasjon for bruk med overflateutstyret av hvilke som helst av boresystemene i figurene 2, 2B og 3-7, ifølge en
15 ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Figurene 13A-13F er tverrsnittstegninger av et ekvivalent sirkulasjonstetthet reduksjonsverktøy ECDRT ("equivalent circulation density reduction tool") 1350 egnet for bruk med nedhullskonfigurasjonen i figur 13.

[0044] Figur 14 er en alternativ nedhullskonfigurasjon for bruk med overflateutstyret i hvilke som helst av boresystemene i figurene 2, 2B og 3-7, ifølge en ytterligere
20 utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse.

[0045] Figur 15 er et flytskjema som illustrerer operasjon av overflateovervåknings- og kontrollenheten SMCU ("surface monitoring and control unit"), ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse.

25 [0046] Figur 16 er en borehulltrykkprofil som illustrerer en ønsket dybde av figur 15.

[0047] Figur 17 er en borehulltrykkgradientprofil som illustrerer borevinduer.

[0048] Figur 18A er en trykkprofil, lignende figur 1A, og viser fordeler ved en boremodus som kan gjennomføres ved hjelp av hvilke som helst av boresystemene i
30 figurene 2, 2B og 3-9, 10A, 10B, 10H, 11A, 11B og 12-14. Figur 18B er et fôringsrørprogram, lignende figur 1B, og viser fordelene ved en boremodus som kan gjennomføres ved hjelp av hvilke som helst av boresystemene i figurene 2, 2B og 3-9, 10A, 10B, 10H, 11A, 11B og 12-14.

[0049] Figur 19 illustrerer en produktivitetsgraf som kan beregnes og genereres ved hjelp av SMCU under underbalansert boring, ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse.

[0050] Figur 20 illustrerer et kompletteringssystem forlikelig med hvilke som helst av boresystemene i figurene 2, 2B og 3-9, 10A, 10B, 10H, 11A, 11B og 12-14 ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse.

Detaljert beskrivelse

[0051] Figur 2 er en skjematisk avbildning av et landbasert boresystem 200 ifølge en utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Alternativt kunne boresystemet 200 anvendes offshore (se figur 2B). Boresystemet 200 inkluderer en borerigg 7, 7a, 7b som anvendes for å gjennomføre boreoperasjoner. Boreriggen 7, 7a, 7b inkluderer et boretårn 7 understøttet av en understøttende struktur 7b med et riggulv eller plattform 7a hvorpå boreoperatører kan arbeide. Mange av komponentene anvendt på riggen som for eksempel et eventuelt drivrør, krafttenger, holdekilder, heisespill og annet utstyr er ikke vist for lettere avbildning. Et borehull 100 er allerede blitt delvis boret, føringsrør 115 festet og sementert 120 på plass. Føringsrørstrengen 115 strekker seg fra en overflate av borehullet 100 hvor et brønnhode 10 typisk ville være lokalisert. En nedhulls utplasseringsventil DDV ("downhole deployment valve") 150 er installert i føringsrøret 115 for å isolere en øvre langsgående del av borehullet 100 fra en nedre langsgående del av borehullet (når borestrengen 105 er trukket tilbake inn i den øvre langsgående del).

[0052] Borestrengen 105 inkluderer en borekrone 110 anbrakt på en langsgående ende derav. Borestrengen 105 kan utgjøres av rørlengder eller segmenter av rør gjenget sammen eller består av spolerør. Borestrengen 105 kan også inkludere en bunnhullssammenstilling BHA ("bottom hole assembly") (ikke vist) som kan inkludere slikt utstyr som en slammotor, en MWD/LWD (måling under boring/-logging under boring) følersats, og en tilbakeslagsventil (for å hindre tilbakestrømning av fluid fra ringrommet), etc. Alternativt kan borestrengen 105 være en andre føringsrørstreng eller en forlengningsrørstreng. Boring med føringsrør eller forlengningsrørstreng er drøftet senere i forbindelse med figur 14. Som bemerket i det foregående krever boreprosessen bruk av et borefluid 50f, som er lagret i et reservoar eller slamtank 50. Borefluidet 50f kan være vann, vannbasert slam, olje,

oljebasert slam, skum, oppslemming i gass, som nitrogen eller naturgass, eller en væske/gassblanding. Reservoaret 50 er i fluidkommunikasjon med en eller flere slampumper 60 som pumper borefluidet 50f gjennom en utløpsledning, som for eksempel et rør. Hvis borefluidet 50f er olje eller oljebasert kan slamtanken ha en

5 gassledning i kommunikasjon med en avfakling 55 (se figur 3). Utløpsrøret er i fluidkommunikasjon med den siste rørlengde eller segment av borestrengen 105 som passerer gjennom en roterende kontrollinnretning RCD ("rotating control device") eller roterende utblåsningssikring RBOP ("rotating blowout preventer") 15. En trykkmåler (PI) 25b eller trykk- og temperatur (PT) føler kan være anbrakt i

10 utløpsrøret og i data (det vil si elektrisk eller optisk) kommunikasjon med en overflateovervåknings- og kontrollenhet (SMCU) 65.

[0053] Den roterende kontrollinnretning RCD 15 tilveiebringer en effektiv ringromstetning omkring borestrengen 105 under boring og tilføyelse eller fjerning (for eksempel under en trippoperasjon for å endre en slitt borekrone) segmenter til

15 borestrengen 105. Den roterende kontrollinnretning RCD 15 oppnår dette ved avtetting omkring borestrengen 105. RCD 15 inkluderer et trykkbevarende hus hvor en eller flere pakningselementer understøttes mellom lagre og isoleres ved hjelp av mekaniske tetninger. RCD 15 kan være av den aktive type eller den passive type. Den aktive type RCD anvender eksternt hydraulisk trykk for å aktivere

20 tetningsmekanismen. Tetningstrykket økes normalt når ringromstrykket øker. Den passive type RCD anvender en mekanisk tetning med mekanisk virkning aktivert av borehulltrykk. Hvis borestrengen 105 er spolerør eller segmentert rør ved bruk av en slammotor kan en stripper (ikke vist) anvendes i stedet for den roterende kontrollinnretning RCD 15. Også illustrert er konvensjonelle utblåsningssikringer

25 ("blow out preventers") 12 og 14 festet til brønnhodet 10. Hvis RCD er den aktive type kan den være i kommunikasjon med og/eller styres av SMCU 65.

[0054] Borefluidet 50f pumpes inn i borestrengen 105 via et drivrør, boresvivel eller toppdrivverk 17. Fluidet 50f pumpes ned gjennom borestrengen 105 og kommer ut av borekronen 110 hvor det sirkulerer borekaket bort fra borekronen 110 og

30 returnerer disse opp gjennom ringrommet 125 definert mellom innsiden av føringrøret 115 eller borehullet 100 og enutside av borestrengen 105. Returblandingen (returen) 50r returnerer til overflaten og avledes gjennom en utløpsledning av RCD 15 og en reguleringsventil eller variabel strupeventil 30. Strupeventilen 30 kan

være forsterket for å operere i en omgivelse hvor returen 50r inneholder vesentlige mengder borekaks og andre faststoffer. Stupeventilen 30 tillater at SMCU kontrollerer tilbaketrykket som utøves på ringrommet 125 drøftet senere (se figurene 18A og 18B). En trykk (eller PT) føler 25a er anbrakt i RCD-utløpsledningen og er i datakommunikasjon med SMCU 65.

[0055] I stedet for eller i tillegg til strupeventilen 30 kan densiteten og/eller viskositeten av borefluidet 50f kontrolleres ved hjelp av automatiserte borefluid kontrolls-systemer. Ikke bare kan densiteten/viskositeten av borefluidet hurtig endres, men det kan også være en computerberegnet plan for borefluiddensitet/viskositets-økninger og pumpestrømningsmengder slik at volumet, densiteten og/eller viskositeten av fluidet som passerer gjennom systemet er kjent. Pumpestrømningsmengden, fluiddensiteten, viskositeten og/eller størrelsen av strupningsåpningen kan da varieres for å opprettholde det ønskede konstante trykk.

[0056] Returene 50r blir så bearbeidet med en separator 35 konstruert til å fjerne forurensninger, inklusive borekaks, fra borefluidet 51f. Separatoren 35 kan være en vibrasjonsrist, en horisontal separator, en vertikal separator eller en sentrifugalseparator og kan separere to eller flere faser. Separatoren 35 kan inkludere en utløpsledning til en faststofftank 45, en utløpsledning til en vann- eller oljetank 40, en utløpsledning til en avfaklings- eller gassutvinningsledning 55 for gass, og en utløpsledning for resirkulert borefluid 50f (det vil si vann eller olje) til borefluidreservoaret 50. Alternativt kan en vibrasjonsrist anvendes i parallell med en trefase (eller flere) separator med en automatisert avledningsventil mellom de nevnte to anordninger. Under normal operasjon kan vibrasjonssikten selekteres. Hvis SMCU 65 detekterer et brønnspark kan SMCU 65 ombytte returene til trefase separator-en for å håndtere gass inntil kontroll over borehullet er gjenopprettet. I tillegg kan separatoren 35 være tre- eller flerfaset og kan anvendes i tandem med en vibrasjonssikt 335 (se figur 3).

[0057] En treveis ventil (eller to portventiler) 70 er anbrakt i en utløpsledning fra riggpumpen 60 og i kommunikasjon med SMCU 65. En forbiføringsledning forbinder riggpumpen 60 fluidmessig med brønnhodet 10 via en treveis ventil 70 slik at innløpet til det indre av borestrengen 105 forbiføres. Den treveis ventil 70 tillater at borefluid 50f fra riggpumpene 60 fullstendig avledes fra borestrengen 105 til ringrommet 125 under tripping operasjoner for å tilveiebringe tilbaketrykk dertil. I

operasjon ville treveis ventilen 70 selektare enten borerørledningen eller forbiføringsledningen, og riggpumpen 60 i drift for å sikre tilstrekkelige strømningspassasjer gjennom struperen 30 til å være i stand til å opprettholde tilbaketrykk, endog når der er ikke er noen strømning som kommer fra ringrommet 125. Alternativt kan en separat pumpe (ikke vist) i stedet for den treveis ventil 70 for å opprettholde trykkkontroll i ringrommet 125. Alternativ kan et andre fluid pumpes eller injiseres inn i ringrommet 125 i stedet for borefluid 50f.

[0058] I tillegg kan en enkeltfase (FM) eller flerfase strømningsmåler (MPM) (ikke vist, se figur 6A) være anordnet i RCD-utløpsledningen oppstrøms fra struperen 30. FM eller MPM kan være en massebalansetype eller annen høyoppløsnings strømningsmåler. Ved bruk av nevnte FM eller MPM vil en operatør være i stand til å bestemme hvor mye borefluid 50f som er blitt pumpet inn i borehullet 100 gjennom borestrengen 105 og den mengde av returer 50r som kommer ut av borehullet 100. Basert på forskjeller i mengden av fluid 50f som er pumpet versus returer 50f som er gjenvunnet er operatøren i stand til å bestemme om returer 50r tapes til en formasjon som omgir borehullet 100, noe som kan indikere at formasjonsfrakturering er forekommet, det vil si et signifikant negativt fluiddifferensial. Likeledes ville et signifikant positivt fluiddifferensial indikere at formasjonsfluid går inn i borehullet (et brønnspark). I tillegg kan FM/MPM (ikke vist) være anordnet i utløpsledningen fra riggpumpen 50. Alternativt kan en FM anbringes i hver utløpsledning fra separatoren 35.

[0059] DDV 150 inkluderer et rørformet hus 152, en klaff 160 med et hengsel ved én ende, og et ventilsete i en indre diameter av huset 152 inntil klaffen 160. Alternativt kan en kuleventil (ikke vist) anvendes i stedet for klaffen 160. Huset 152 kan være forbundet til fôringsrørstrengen 115 med en gjengeforbindelse slik at DDV 150 blir gjort til en integrert del av fôringsrørstrengen 115 og tillate at DDV 150 kan kjøres inn i borehullet 100 sammen med fôringsrørstrengen 115 før sementering. Alternativt, (se figurene 11A og 11B) kan DDV 150 innføres på en tilknytnings fôringsrørstreng. Huset 152 beskytter komponentene av DDV 150 mot skade under innføring og sementering. Arrangementet av klaffen 160 tillater at den kan lukke på en oppover rettet måte hvori trykk i en nedre del av borehullet vil virke til å holde klaffen 160 i en lukket posisjon. DDV 110 er i kommunikasjon med en overflate overvåknings- og kontrollenhet (SMCU) 65 for å tillate at klaffen 160

åpnes og lukkes fjernstyrt fra overflaten 5 av brønnen 100. DDV 150 inkluderer videre en aktuator 155 av mekanisk type (vist skjematisk), som for eksempel et stempel, og en eller flere kontrollledninger 170a,b som kan føre hydraulisk fluid, elektrisk strøm og/eller optiske signaler. Som vist inkluderer ledningen 170a en

5 dataledning og en energiledning og ledningen 170b er en hydraulisk ledning. Klemmer (ikke vist) kan holde kontrollledningen 170a,b inntil føringsrørstrengen 150 ved regelmessige mellomrom for å beskytte kontrollledningen 170a, b. Alternativt kan føringsrørstrengen 115 være en kablet føringsrørstreng 215 (se figur 2A).

10 [0060] Klaffen 160 kan holdes i en åpen posisjon av en rørhylse (ikke vist, også kjent som et "strømningsrør") koplet til stemplet. Strømningsrøret kan være bevegelig i lengderetningen for å tvinge klaffen 160 til å åpne og dekke klaffen 160 i den åpne posisjon, slik at en hovedsakelig ikke-hindret boring gjennom DDV 150 sikres. Det hydrauliske stempel opereres ved trykk tilført fra kontrollledningen 170b

15 og aktiverer strømningsrøret. Alternativt kan strømningsrøret aktiveres ved gjensidig innvirkning med borestrengen basert på rotasjonsmessige eller langsgående bevegelser av borestrengen, DDV 150 kan videre inkludere en føler som detekterer borestrengen 105 eller mottar et signal fra borestrengen 105, strømningsrøret kan videre inkludere en magnetisk kopling som gjensidig innvirker med en

20 magnetisk kopling på borestrengen 105, DDV 150 kan videre aktiveres ved trykk i tilknytningsringrommet i en tilknytningsinstallasjon, eller DDV 150 kan inkludere en elektrisk motor i stedet for en hydraulisk aktuator. I tillegg kan DDV 150 inkludere en serie av slisser og tapper (ikke vist) slik at DDV selektivt kan låses i en åpen eller lukket posisjon. Et ventilsete (ikke vist) i huset 152 mottar en klaff 160 når

25 denne lukker seg. Så snart strømningsrøret beveger seg ut av veien for klaffen 160 og den klaffengasjerende ende av ventilsetet, kan et forspenningselement (ikke vist) trykke klaffen 160 mot klaffinngrepsenden av ventilsetet. Forspenningselementet kan være en fjær eller en gassladning. Alternativt kan en andre kontrollledning være anordnet i stedet for forspenningselementet for å aktivere strømningsrøret. I tillegg til forspenningselementet kan en andre kontrollledning være

30 anordnet som en balanseledning.

[0061] DDV 150 kan videre inkludere en eller flere trykk (eller PT) følere 165a,b. Som vist er en øvre trykkføler 165a anbrakt i en øvre del av borehullet 100 (over

klaffen 160) og en lavtrykksføler 165b anbrakt i den nedre del av borehullet (under klaffen 160 når denne er lukket). Den øvre trykklføler 165a og den nedre trykklføler 165b kan bestemme et fluidtrykk inne i en øvre del henholdsvis en nedre del av borehullet. Tilleggsfølere (ikke vist) kan eventuelt være lokalisert i huset 152 av DDV 150 for å måle en hvilken som helst borehulltilstand eller DDV-parameter, 5 som for eksempel en posisjon av strømningsrøret og nærværet eller fraværet av en borestreng. De ytterligere følere kan bestemme en fluidblanding, som for eksempel et forhold mellom olje og vann, et forhold mellom olje og gass eller et forhold mellom gass og væske. Følerne kan være forbundet til en kontroller (ikke 10 vist) i DDV 150. Energitilførsel til kontrolleren og dataoverføring derfra til SMCU 65 oppnås ved hjelp av kontrolledningen 170a.

[0062] Når borestrengen 105 beveges i lengderetningen over DDV 150 og DDV 150 er i den lukkede posisjon er den øvre del av borehullet 100 isolert fra den nedre del av borehullet 100 og eventuelt trykk tilbake i den øvre del kan tappes ut 15 gjennom strupeventilen 30 ved overflaten 5 av borehullet 100. Isolering av den øvre del av borehullet letter operasjoner som for eksempel innføring av eller fjerning av en bunnhullssammenstilling BHA i borestrengen 105. Bunnhullssammenstillingen BHA kan inkludere en borekrone, slammotor, MWD og/eller LWD innretninger, roterende styreinnetninger, etc. I senere kompletteringstrinn av borehullet 100 kan utstyr som for eksempel perforeringssystemer, filtre og slissede 20 føringssystemer også innføres/fjernes i/fra borehullet 100 ved bruk av DDV 150. På grunn av det DDV 150 kan lokalisert i en dybde i borehullet 100 som er større enn lengden av bunnhullssammenstillingen BHA eller annet utstyr kan BHA eller annet utstyr fullstendig inneholdes i den øvre del av borehullet 100 mens den øvre 25 del er isolert fra den nedre del av borehullet 100 ved hjelp av DDV 150 i den lukkede posisjon.

[0063] Før åpning av DDV 110 må fluidtrykk i den øvre del av borehullet 100 og den nedre del av borehullet 100 ved klaffen 160 i DDV 150 egaliseres eller nær egaliseres for effektivt og sikkert å åpne klaffen 160. Vanlig vil den øvre del være 30 ved et lavere trykk enn den nedre del. Basert på data oppnådd fra trykklfølere 165a,b ved hjelp av SMCU 65 kan for eksempel trykklbetingelser og trykklifferensialer i den øvre del og den nedre del av borehullet 100 egaliseres nøyaktig for åpning av DDV 110, ved å anvende slampumpen 60 og treveis ventilen 70.

Alternativt kan i stedet for DDV 150 anvendes en instrumenterings submodul som inkluderer en trykk (eller PT) føler uten ventilen.

[0064] Følerne 165a,b kan være elektromagnetiske følere som anvender forlengelsesmålere montert på et diafragma i en Wheatstone brokonfigurasjon eller
5 være fast tilstands piezoelektriske eller magnetostriktive materialer. Alternativt kan følerne 165a,b være optiske følere som for eksempel de som er beskrevet i US-patent 6.422.084, som er innlemmet i sin helhet heri som referanse. For eksempel kan de optiske følere 165a,b omfatte en optisk fiber med det reflektive element innleiret deri; og et rør med den optiske fiber og det reflektive element innesluttet
10 deri langs en lengdeakse av røret, idet røret er smeltet til i det minste en del av fiberen. Alternativt kan den optiske føler 362 omfatte en optisk bølgestyring med stor diameter med en ytre kledning og en indre kjerne anbrakt deri. Alternativt kan følerne 165a,b være Bragg-gitterfølere som er beskrevet i det felles eide US-patent 6.072.567, med tittel "Vertical Seismic Profiling System having Vertical
15 Seismic Profiling Optical Signal Processing Equipment and Fiber Bragg Grafting Optical Sensors", utstedt 6. juni 2000, og som er innlemmet i sin helhet som referanse. Konstruksjon og operasjon av de optiske følere egnet for bruk i DDV 150, i utførelsesformen av en FBG-føler er beskrevet i US-patent 6.597.711 utstedt 22. juli 2003 med tittel "Bragg Grating-Based Laser", som er innlemmet heri
20 i sin helhet som referanse. Hvert Bragg-gitter er konstruert slik at det reflekterer en spesiell bølgelengde eller frekvens av lys som forplanter seg langs kjernen, tilbake i retningen av den lyskilde hvorfra den ble sendt ut. Spesielt forskyves bølgelengden av Bragg-gitteret for å tilveiebringe føleren.

[0065] De optiske følere kan også være FBG-baserte interferometriske følere. En
25 utførelsesform av en FBG-basert interferometrisk føler som kan anvendes som de optiske følere 165a,b er beskrevet i US-patent 6.175.108, utstedt 16. januar 2001 med tittel "Accelerometer featuring fiber optic bragg grating sensor for providing multiplexed multi-axis acceleration sensing", som er innlemmet i sin helhet som referanse. Den interferometriske føler inkluderer to FBG bølgelengder separert av en
30 fiberlengde. Etter endring i lengden av fiberen mellom de to bølgelengder måles en endring i ankomsttid av lys reflektert fra en bølgelengde til den andre bølgelengde. Endringen i ankomsttid indikerer trykk målt av en av følerne.

[0066] SMCU 65 kan inkludere en hydraulisk pumpe og en serie av ventiler anvendt i operering av DDV 150 ved fluidkommunikasjon gjennom kontrollledningen 170b SMCU 65 kan også inkludere en hydraulisk, pneumatisk eller elektrisk enhet for å operere struperen 30. SMCU 65 kan også inkludere et programmerbart logisk kontroller PLC ("programmable logic controller") basert system eller et sentralt bearbeidingsenhet CPU ("central processing unit") basert system for overvåkning og kontroll av DDV og andre parameter, kretssystem for grensesnitt med nedhulls elektronikk, en skjermvisning anordnet ombord, og standard grensesnitt (ikke vist) som for eksempel RS-232 eller USB, for grensesnitt med eksterne innretninger, som for eksempel en laptop computer og/eller annet rigg-utstyr. I dette arrangement avgir SMCU 65 informasjon oppnådd av følerne og/eller mottakerne i borehullet til skjermvisningen. Ved bruk av det illustrerte arrangement kan trykkdifferensialet mellom den øvre del og den nedre del av borehullet overvåkes og reguleres til et optimalt nivå for åpning av DDV. I tillegg til trykkinformasjon nær DDV kan systemet også inkludere nærhetsfølere som beskriver posisjonen av hylsen i ventilen og som er ansvarlig for å holde ventilen på plass i den åpne posisjon. Ved å sikre at hylsen er fullstendig i den åpne eller den lukkede posisjon kan ventilen opereres mer effektivt. En satellitt, mikrobølge eller annet langdistanse datatransceiver eller sender 75 kan være anordnet i elektrisk kommunikasjon med SMCU 65 for å videresende informasjon fra SMCU 65 til en satellitt 80 eller annet langdistanse dataoverføringsmedium. Satellitten 80 videresender informasjonen til en andre transceiver eller mottaker hvor den kan videresendes til Internett eller et intranett for fjernbetragtning av en tekniker eller ingeniør.

[0067] Konvensjonelt overvåker operatøren trykkmåleren 25a ved overflaten. Det forekommer imidlertid en forsinkelse i overflateavlesningene basert på bunnhullsstrykket på grunn av at effekten av endringer i nedhullstrykket må forplantes til overflaten (ved lydshastigheten). Reguleringen av pumpestrømningsmengdene gjennomføres således på en forsinket basis i forhold til de faktiske trykkendringer ved bunnen av borehullet. Hvis trykkmålingene tas nedhulls i sanntid avleses nedhullstrykket hovedsakelig øyeblikkelig og evnen til å styre brønnen forbedres.

[0068] Figur 2A illustrerer en seksjon eller rørlengde 215j av kablet føringssrør for eventuell bruk med boresystemet 200. Rørlengden har et langsgående spor 221

tildannet deri. Rørlengden inkluderer en kopling 215c ved en første ende derav med et langsgående spor 222 tildannet deri og gjenger ved den andre ende derav for forbindelse til andre identiske rørlengder. Sporene 221 og 222 kan være anordnet med manglende fluktende overflate til overflaten av rørlengden 215j

5 henholdsvis koplingen 215c. I tillegg kan en eller flere klemmer 230 være anordnet i sporet 221. Rørlengden 215j og koplingen 215c er forbundet ved hjelp av en gjengeforbindelse slik at sporene 221, 222 er innrettet med hverandre til å danne et kontinuerlig spor langs lengden av rørlengden 215j og koplingen 215c. Alternativt kan koplingen 215c være sveiset til rørlengden 215j. Sporene 221, 222 er

10 konstruert til å motta og romme en eller flere kontrollledninger 170a,b. Sporet 222 i koplingen 215c skråner oppover fra sporet 121 i rørlengden 215j ettersom koplingen 215c har større diameter enn rørlengden 215j slik at pluggjengene på rørlengden 215j kan rommes i sokkelgjengene av koplingen 215c. Følgelig skråner kontrollledningen 170a,b oppover fra rørlengden 215j til koplingen 215c når de er

15 anbrakt inne i sporene 221, 222. Tilsvarende vil kontrollledningen 170a,b avskråne nedover inn i sporet i den andre rørlengde. Alternativt kan den kablede rørlengde inkludere en boring dannet (det vil si dybboret) i lengderetningen gjennom veggen av rørlengden for anbringelse av en elektrisk ledning deri. Den alternativt koblede rørlengde ville da kommunisere med andre kablede rørlengder via induktive

20 koplinger, drøftet i det følgende i forbindelse med figur 9 (eller alternativer drøftet i forbindelse med denne).

[0069] Figur 2B illustrerer et offshore boresystem 250 ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Et flytende fartøy 255 er vist, men andre offshore borefartøyer kan anvendes. Overflateutstyr lignende utstyret i boresystemet 1 eller 200 kan være inkludert på fartøyet 255. En stigerørstreng 268

25 anvendes vanlig for gjensidig å forbinde det flytende fartøy 255 og et brønnhode 260 anbrakt på havbunnen 259. Stigerørstrengen 268 fører retur 50r tilbake til det flytende fartøy 255 under boring gjennom et ringrom skapt mellom stigerørstrengen 255 og borestrengen 105. Stigerørstrengen 255 er vist med overdreven

30 størrelsen av hensyn til tydeligheten. Også forbundet til brønnhodet er to eller flere lukkehode utblåsningssikringer ("ram-BOP") og en ringroms utblåsningssikring BOP 266. En stigerør forbiføringsventil 264 er også forbundet til brønnhodet 260. En forbiføringsledning 265 strekker seg fra forbiføringsventilen 264 til det flytende

fartøy 255. Når et segment skal tilføyes til eller fjernes fra borestrengen 105 kan borefluid 50f injiseres via forbiføringsledningen 265 og forbiføringsventilen 264 eller via stigerørstrengen 268.

[0070] I stedet for å anbringe DDV 150 med trykkmåler 165a,b eller en trykkmåler i 5 føringrørstrengen 115 kan alternativt en trykkmåler (eller PT-føler) (ikke vist) festes til stigerørstrengen 268 i fluidkommunikasjon med en ringrom definert mellom stigerørstrengen 268 og borestrengen 105. En kontrollledning kan da plassere stigerørtrykkmåleren i datakommunikasjon med SMCU 65. Stigerørtrykkmåleren kan være festet til stigerøret 268 ved eller nær en bunn av stigerøret eller 10 i stedet være anbrakt i brønnhodet 260. I tillegg kan stigerør/brønnhodetrykkmåleren anvendes med DDV 150 (med trykkmåler 165a,b) og/eller en trykkmåler i føringrørstrengen 115.

[0071] Figur 3 illustrerer et boresystem 300 ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Selv om den vist på enkel måte kan den nedhulls- 15 konfigurasjon være lignende konfigurasjonen av boresystemet 200. Som sammenlignet med boresystemet 200 anvendes et kontinuerlig sirkulasjonssystem (CCS) 350 eller en kontinuerlig strømnings submodul (CFS) 350b i stedet for treveisventilen 70 for å opprettholde trykkkontroll i ringrommet under tripping av borestrengen 105. CCS 350a eller CFS 350b tillater at sirkulasjon av borefluid gjennom 20 borestrengen 105 opprettholdes under tripping av borestrengen 105. I tillegg kan CCS/CFS 350a, b anvendes med den treveis ventil 70. Alternativt kan CCS/CFS 350a,b anvendes uten strupeventilen 30. I dette alternativ kan en variabel hastighets drivinnretning være installert i den primære drivinnretning eller en kontrollventil eller variabel strupeventil (ikke vist) kunne installeres på utløpsledningen fra 25 riggpumpen 60 for å variere injeksjonsstrømningsmengden av borefluidet for å styre ringromstrykket under boring i stedet for å utøve tilbaketrykk med strupeventilen 30.

[0072] Figur 3A viser en passende CCS 350a. CCS 350a inkluderer en plattform 314 bevegelig montert til og over riggulvet 7a. Hver av de to sylindere 316 har et 30 bevegelig stempel 318 bevegelig til å heve og senke plattformen 314 til hvilken andre komponenter av CCS 350a er forbundet. En hvilken som helst stempel/sylinder kan anvendes for hver av sylindrene 316/stemplene 318 med egnede kjente kontrollapparaturer, strømningsledninger, understøttelse, brytere, etc. slik at

plattformen 314 kan beveges av en operatør eller automatisk. Bevegelsen av plattformen 314 kan styres eller kontrolleres av en bøsning festet til plattformen 314 som kan gli langs styringssøyler festet til riggulvet 7a. Toppdrivenheten eller svivelen 17 er forbundet til et segment 305a som vil være forbundet til borestreng-
 5 en 305. En eventuell slitasje submodul er satt inn mellom toppdrivenheten 17 og segmentet 305a.

[0073] En holderanordning 322 som inkludert, men ikke er begrenset til, kjente fluktende monterte holderanordninger, eller annen apparatur strekker seg under gulvet 7a og akkomoderer holdekiler 324 for løsbart å bringe til inngrep og holde
 10 borestrengen 105 som strekker seg ned fra riggulvet 7a inn i borehullet 100. Holderanordningen 322 kan i ett aspekt ha nøklede holdekiler, for eksempel holdekiler som fastholdes med en nøkkel som mottas og holdes i fordypninger i holderanordningslegemet og holdekile slik at holdekilene ikke beveges eller roteres i forhold til holderanordningslegemet.

15 [0074] CCS 350a har øvre kontrollhode 327a og nedre kontrollhode 327b. Disse kan være kjente kommersielt tilgjengelige roterende kontrollhoder. Boresegmentet 305a kan føres gjennom en strippertetning 334 av det øvre kontrollhode 327a til et øvre kammer 343 og en øvre del av borestrengen 105 passerer gjennom en strippertetning 336 i det nedre kontrollhode 327b til et nedre kammer 345. Seg-
 20 mentet 305a kan føres gjennom en øvre holder eller indre bøsning 338. Segmentet 305a kan føres gjennom en øvre sko eller indre bøsning 338. Den øvre sko 338 fastholdes løsbart inne i det øvre kammer ved hjelp av en aktiveringsinnretning 340. På lignende måte passerer den øvre del av borestrengen 105 gjennom en nedre sko eller indre bøsning 342.

25 [0075] CCS 350a inkluderer videre øvre 344 og nedre 346 hus. Inne i husene 344, 346 er henholdsvis det øvre kammer 343 og det nedre kammer 345. Strippertetningene 334, 336 tetter omkring borestrengsegmentet 305a og borestrengen 105 og avstryker disse. Skoene eller indre bøsninger 338, 342 beskytter strippertetningene 334, 336 mot skade som skyldes at borestrengsegmentet 305a og bore-
 30 strengen 105 passerer gjennom disse. Skoene 338, 342 muliggjør også inngang av borestrengsegmentet 305a og borestrengen 105 inn i strippertetningene 334, 336.

[0076] Bevegelse av den øvre sko eller indre bøssing 338 i forhold til den øvre tetning 334 gjennomføres ved hjelp av aktiveringsinnretningen 340 som i ett aspekt involverer ekspansjonen eller tilbaketrekkingen av et eller flere stempler 349 i en eller flere sylindere 351. Sylindrerne 351 er festet til klemmedeler (som er frigivelsesbart klemt sammen) av kontrollhodet 327a. Stemplene 349 er festet henholdsvis til en ring 356 hvortil den øvre sko 338 også er festet. Stemplene 349/sylindrerne 351 kan være en hvilken som helst egnet sylinder/stempel-sammenstilling med passende kjente kontrollapparater, strømningsledninger, brytere, understøttelse, etc. slik at skoene er selektivt bevegelige av en operatør (eller automatisk) etter ønske, for eksempel til å ekspandere og beskytte den øvre strippertetning 334 under passasje av borestrengen 105/segmentet 305a derigjennom, og deretter for å fjerne den øvre sko 338 for å tillate at den øvre stripper-tetning 334 tetter mot borestrengen 105/segmentet 305a. En andre aktiveringsinnretning (ikke vist) er også tilveiebrakt for det nedre kontrollhode 327b.

[0077] Anbrakt mellom husene 344, 346 er en portventil 320 som inkluderer en bevegelig port 320a deri for tettende å isolere det øvre kammer 343 fra det nedre kammer 345. Rørlengdekopling og frakopling kan avstedkommes i det nedre kammer 345 eller i det øvre kammer 343. Portventilen 320 definerer et sentralt kammer 320b hvori kopling og frikopling av borestrengen 305/segmentet 305a kan gjennomføres. En krafttang 328a kan være isolert fra aksiale belastninger påført denne eller ved trykket av fluid i kammeret eller kamrene. I ett aspekt forbinder ledninger, for eksempel tau eller kabler, eller fluidopererte (pneumatiske eller hydrauliske) sylindere tangen 328a til plattformen 314. I et ytterligere aspekt av en gripeinnretning som for eksempel, men ikke begrenset til en typisk roterbar montert snubbeholderanordning, griper segmentet 305a under tangen 328a og over det øvre kontrollhodet 327a eller over tangen 328a, idet snubbeholderanordningen er forbundet til plattformen 314 til å ta den aksiale belastning og hindre at tangen 328a utsettes for denne. Alternativt kan tangen 328a ha en kjevemekanisme som kan håndtere aksiale belastninger utøvet på tangen 328a. Borestrengen 105 kan rotasjonsmessig holdes på plass ved hjelp av en støttetang 328b.

[0078] Figur 3A illustrerer også en energi/kontrollkrets for CCS 350a. Borefluid 50f pumpes fra reservoaret 50 ved hjelp av pumpen 60 gjennom en ledning og leveres

selektivt til det nedre kammer 345 med ventiler 303b-e lukket og en ventil 303a åpen. Borefluid 50f leveres selektivt til det øvre kammer 343 med ventilene 303a, c-e lukket og ventilen 303b åpen. Fluid 50f i begge kamre 343, 345 tillates egaliserings ved åpning av ventilen 303d med ventilene 303c,e lukket. Ved å tilføre fluid

5 50f til i det minste ett av kamrene 343, 345 når kamrene er isolert fra hverandre eller til begge kamre når portventilen 320 er åpen, opprettholdes kontinuerlig sirkulasjon av fluid 50f til borestrengen 105 gjennom den øvre del derav. Dette er mulig med portventilen 320 åpnet (når borestrengen 105/segmentet 305a endene er separert eller forbundet); med portventilen 320 lukket (med strømning gjennom

10 det nedre kammer 345 inn i den øvre del av borestrengen 105); eller fra det øvre kammer 343 inn i det nedre kammer 345 når portventilen 320 er lukket. En eventuell kontrollventil eller variabel strupeventil 330 eller fiksert strupeventil (ikke vist) er anordnet for å hindre skade på CCS 350a. Strupeventilen 330 kan være i kommunikasjon med SMCU 65. En eventuell trykkmåler 325 er anordnet i eller nær

15 utløpssiden av strupeventilen 330 og er også i kommunikasjon med SMCU 65. Portventilene 303a-e, 320 kan aktiveres automatisk av og i kommunikasjon med SMCU 65.

[0079] Operasjon av CCS 350a, når 17 er toppdrivinnretningen, i en demonterings- eller utbrytingsoperasjon av borestrengen 105 er som følger. Toppdrivinnretningen

20 17 stanses med en rørlengde som skal brytes løs posisjonert inne i et ønsket kammer av CCS 350a eller ved en posisjon ved hvilken CCS 350a kan beveges til korrekt å omfatte rørlengden. Ved å stanse drivinnretningen 17 oppfører rotasjon av strengen 105 og borestrengen holdes stasjonært. Holderanordningen 322 innstilles til å fastholde strengen 105. Eventuelt, selv om den kontinuerlige sirkulasjon av borefluid 50f opprettholdes kan strømningsmengden reduseres til den nødvendige minstemengde, for eksempel det minimum som er nødvendig for å holde borekaks oppslemmet. Om nødvendig blir høyden av CCS 350a i forhold til den rørlengde som skal brytes løs regulert. Hvis CCS 350a inkluderer øvre og nedre utblåsingssikringer BOP blir de nå festet.

30 [0080] Tømmeventilen 303e er lukket slik at fluid ikke kan drenere fra kamrene i CCS 350a og balanseventilen 303d er åpnet for å egalisere trykk mellom øvre kammer 343 og nedre kammer 345 i CCS 350a. Ved dette punkt er portventilen 320 åpen. Ventilen 303b er åpnet for å fylle øvre kammer 343 og nedre kammer

345 med borefluid 50f. Så snart kamrene 343, 345 er fylt lukkes ventilen 303b og ventilen 303a åpnes slik at pumpen 60 opprettholder trykk i systemet og fluid-sirkulasjon til borestrengen 105. Krafttangen 328a og nedre støttetang 328b går nå til inngrep med strengen 105 og toppdrivenheten 17 og/eller krafttangen 328a
5 utøver dreiemoment til segmentet 305a (i inngrep med krafttangen 328a) for å bryte dens forbindelse med den øvre del av borestrengen 105 som holdes av støttetangen 328b. Så snart denne forbindelse er brutt spinner toppdrivenheten 17 ut segmentet 305a fra den øvre del av borestrengen 105.

[0081] Segmentet 305a (og eventuelle andre rørelementer forbundet over dette)

10 løftes nå slik at dets nedre ende er posisjonert i det øvre kammer 343. Portventilen 320 er nå lukket og isolerer det øvre kammer 343 fra det nedre kammer 345, med den øvre del av borestrengen 105 holdt i posisjon i det nedre kammer 345 ved hjelp av støttetangen 328b (og ved hjelp av holdeklene 322). Ventilen 303c (tidligere åpnet for å tillate pumpen å sirkulere fluid til toppdrivenheten 17 og fra
15 denne inn i borestrengen) og balanseventilen 303d er nå lukket. Tømmeventilen 303e er åpnet og fluid dreneres fra det øvre kammer 343. Den øvre utblåssikrings BOP-tetning (hvis slik foreligger) frigis. Krafttangen 328a og støttetangen 328b frigis fra sine respektive rørelementer og segmentet 305a (som kan et flertall segmenter) løftes med toppdrivenheten 17 ut av det øvre kammer 343 mens
20 pumpen 60 opprettholder fluidsirkulasjon til borestrengen 105 gjennom det nedre kammer 345.

[0082] En elevator (ikke vist) er festet til segmentet 305a og toppdrivinnretningen 17 separerer borerørstrengen fra en slitasjestykke submodul. Det separerte segment 305a beveges inn i riggens rørstativ med hjelp av hvilket som helst kjent
25 rørbevegelse/manipuleringsapparat. En typisk utbrytingsnøkkel eller utbrytingsfot (ikke vist) typisk anvendt med en toppdrivinnretning 17 frigis fra griping av slitasjestykke submodulen og trekkes så tilbake oppover. Slitasjestykke submodulen eller tilpasningsrøret senkes så ved hjelp av toppdrivinnretningen 17 inn i det øvre kammer 343 og bringes til inngrep med den nedre tang 328a. Den øvre utblåsingssikring BOP (hvis denne er til stede) festes. Tømmeventilen 303e lukkes,
30 ventilen 303b åpnes og det øvre kammer 343 pumpes fullt av borefluid 50f. Deretter lukkes ventilen 303b, ventilen 303c åpnes og balanseventilen 303d åpnes for å balansere fluidet i det øvre kammer 343 og det nedre kammer 345.

[0083] Portventilen 320 åpnes nå og krafttangen 328a anvendes for å styre sparestykke submodulen inn i det nedre kammer 343b og deretter roteres toppdrivinnretningen 17 til å forbinde sparestykke submodulen til den øvre del av borestrengen 105 (posisjonert og holdt i det nedre kammer 345). Så snart forbindelsen er foretatt stanses toppdrivinnretningen 17, ventilen 303a åpnes, tømmeventilen 303e, og øvre og nedre utblåsingssikringer BOP (hvis slike er til stede) og den nedre tang 328a frigis. Holderanordningen 322 frigis og frigir borestrengen 105 for heving av toppdrivinnretningen 17. Deretter gjentas utbrytingssekvensen beskrevet i det foregående. En utrustningsoperasjon kan gjennomføres ved å reversere utbrytingsoperasjonen.

[0084] Figur 3B viser en passende kontinuerlig strømnings submodul CFS ("continuous flow sub") 350b. CFS 350b installeres på toppen av hvert borerør (ikke vist) av borestrengen 105 i stedet for å være en enkelt enhet stasjonert på riggen 7 som i CCS 350a. Hvert borerør og CFS 350b blir så montert sammen med borestrengen 105 og innført i borehullet 100. CFS 350b inkluderer et rørformet hus 355 som er lignende de rør som utgjør borestrengen 105. En boring 360a er dannet i lengderetningen gjennom huset 355 og en sideport 360b er til-dannet gjennom en vegg av huset 355. En første ventil 365a er anbrakt i boringen 360a og en andre ventil 365b er anbrakt i porten 360b. Hver ventil er bevegelig mellom en åpen og en lukket posisjon. Som vist er den første ventil 365a en tilbakeslagsventil med en klaff 370 som åpner når borefluid injiseres gjennom boringen 360a fra slampumpen og som lukker i respons til fluid som er injisert gjennom sideporten 360b. Alternativt kan den første ventil 365a være en kuleventil (også kjent som en drivrørventil).

[0085] Som vist er også den andre ventil 365b en trykkaktivert tallerkenventil. En side sirkulasjonsledning (ikke vist) er forbundet til sideporten 360b og slampumpen 60 slik at borefluid 50f kan injiseres gjennom sideporten 360b når et segment tilsettes til/fjernes fra borestrengen 105 (over CFS 350b). Når borefluid 50f injiseres gjennom sideporten 360b tvinges den andre ventil 360b til åpen stilling og tillater strømning gjennom sidesirkulasjonsledningen og inn i boringen 360a slik at sirkulasjon opprettholdes gjennom borestrengen 105. Når borefluidet 50f injiseres gjennom boringen 360a under boring lukker den andre ventil 365b og tetter sideporten 360a. En ventilmanifold (ikke vist) avleder borefluid 50f fra borerørventil/-

toppdrivinnretningen 17 til sideporten 360b under forbindelser. Ventilmanifolden kan kontrolleres av SMCU 65 og/eller det manuelle kontrollsystem ved hjelp av hydrauliske eller pneumatiske aktuatorer.

[0086] Alternativt kan en hydraulisk aktivert glidehylse anvendes i stedet for
5 tallerkenventilen som drøftet i 60/952.539 Provisional Patent Application.

Alternativt kan en nedhulls CCS anvendes i stedet for CFS 350b som også drøftet i nevnte '539 Provisional. En alternativ konfigurasjon av tallerkenventilen drøftet i '539 Provisional kan anvendes i stedet for tallerkenventilen 365b. Alternativt kan en tidligere kjent enkelt klaff submodulventil eller enkelt treveis kuleventil som
10 også drøftet i '539 Provisional anvendes i stedet for CFS 350b.

[0087] Figur 4 illustrerer et boresystem 400 ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Sammenlignet med boresystemet 200 i figur 2 er en akkumulatortank 480 blitt tilføyd for å erstatte den treveis ventil 70. Akkumulatortanken 480 er i fluidkommunikasjon med riggpumpe utløpsledningen via en inn-
15 løpsledning med en kontrollventil eller variabel strupeventil 430 som er kommunikasjon med SMCU 65. En trykkmåler 425 er anbrakt i innløpsledningen eller på akkumulatoren og er også i kommunikasjon med SMCU 65. En automatisert portventil 470 i kommunikasjon med SMCU 65 er anbrakt i en utløpsledning fra akkumulatortanken 480. Akkumulatortank utløpsledningen er i fluidkommunikasjon
20 med brønnhodet 10. I operasjon lader SMCU 65 akkumulatortanken 480 til et innstillingstrykk under boreoperasjoner ved å kontrollere strupeventilen 430. Det innstilte trykk beregnes av SMCU 65 under boring for å opprettholde et ønsket ringromstrykk ved en bestemt nedhulls dybde, det vil si bunnhullstrykket, under tripping av borestrengen 105. Så snart sirkulasjon har stanset for å tilføye eller
25 fjerne et segment (eller bare før sirkulasjon stoppes) lukker SMCU 65 strupeventilen 30 og åpner ventilen 470 for å trykksette ringrommet 125 til innstillingsstrykket. Så snart sirkulasjon er gjenopptatt (eller umiddelbart før) lukkes ventilen 470 og strupeventilen 30 åpnes. Tidsstyringen for åpning og lukking av hver av ventilene koordineres av SMCU 65 for å sikre at avvik fra det ønskede ringroms-
30 trykk minimeres.

[0088] Figur 5 illustrerer et boresystem 500 ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Sammenlignet med boresystemet 200 i figur 2 er strupeventilen 300 og trykkmåleren 25a blitt beveget til en gassutløpsledning fra

separatoren 35 og en portventil 591 er blitt anbrakt i det roterende kontrollinnretnings RCD ("rotating control device") utløp. Alternativt kan portventil 291 være en strupeventil og anvendes for oppstarting, stengning og uforutsette strømningsoperasjoner. Treveis ventilen 70 og forbiføringsledningen er blitt fjernet. Strupe-

5 ventilen 30 opprettholder et ønsket trykk i separatoren 35. Reguleringsventiler eller variable strupeventiler 593a,b er blitt anbrakt i væske utløpsledningene fra separatoren 35 og er i kommunikasjon med SMCU 65. Nivåfølere 595a,b, også i kommunikasjon med SMCU, er blitt anbrakt i væskekamrene i separatoren 35. Nivåfølerne 595a,b og strupeventilene 593a, b tillater SMCU 65 å overvåke og

10 styre væsknivåer i separatoren 35. På denne måte kan SMCU 65 opprettholde et konstant gassvolum (for et gitt ønsket trykk) i separatoren 35 for mer nøyaktig trykkkontroll. Nivåfølerne 595a,b og strupeventilene 593a,b kan også eventuelt være inkluderte i systemene 200, 250, 300 og 400 i figurene 2, 2B, 3 og 4.

[0089] Strupeventilen 30 utøver tilbaketrykk mot ringrommet 125 under boring og

15 opprettholder det ønskede trykk i separatoren 35. Med fordel, ettersom faststoffer er blitt fjernet fra returene 50r er strupeventilen 30 ikke utsatt for erosjon som i boresystemet 200. Videre vil styring av ringromstrykket med et kompressibelt medium dempe forbigående virkninger av trykkendringer. I tillegg, hvis gasshydrater er til stede i returfluidet blir de separert sammen med resten av fast-

20 stoffene og sublimasjon kan nøyaktig styre (det vil si med et varmeelement i separatoren 35 og faststofftanken 45) i stedet for ukontrollert gjennom strupeventilen 30. En eventuell kompressor 560, gasskilde/tank 550 og variabel strupeventil 596 er anordnet i fluidkommunikasjon med gassutløpsledningen fra separatoren 35 for å opprettholde ringromstrykkstyring under boring når formasjonen ikke

25 produserer gass og/eller borefluidet er ikke gassbasert. Alternativt kan strupeventilen 596 være anbrakt i det roterende kontrollinnretnings RCD utløpet i stedet for å anvende kompressoren 560 og/eller gasstanken 550.

[0090] Gasskilden 550 kan være en nitrogentank. Alternativt kan gasskilden 550 være en nitrogengenerator utløpsgasser fra det primære drivverk eller en natur-

30 gassledning. Gasskilden 550 kan være tilstrekkelig trykksatt slik at kompressoren 560 ikke trengs. Ringromstrykkstyring kan opprettholdes under trippingoperasjoner ved bruk av kompressoren 598 og/eller den alternative gasskilde 550, ved å inkludere CCS/CFS 350a,b eller ved å inkludere treveis ventilen 70 (se figur 2) og

forbiføringsledningen fra/i utløpsledningen fra riggpumpen 60. En forbiføringsledning som inkluderer portventilen 532 er anordnet på brønnhodet 10 for ettersyn av brønnhodeutstyret. Ellers er ventilen 232 normalt lukket.

[0091] Figur 6 illustrerer et boresystem 600 ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Selv om det er vist som enkelt kan nedhullskonfigurasjonen være lignende konfigurasjonen av boresystemet 200. Boresystemet 600 er i stand til å injisere et flerfase borefluid 50f, det vil si en væske/gassblanding. Væsken kan være olje, oljebasert slam, vann, eller vannbasert slam, og gassen kan være nitrogen eller naturgass. Returer 50r som kommer ut av en utløpsledning fra den roterende kontrollinnretning RCD 15 måles av en flerfasemåler (MPM) 610a. Flerfasemåleren MPM 610a er i kommunikasjon med SMCU 65 og kan tilveiebringe et trykk (eller trykk og temperatur) ved den roterende kontrollinnretnings RCD-utløp til SMCU 65 i tillegg til komponentstrømningsmengdene, som drøftet i det følgende. Returene 50r fortsetter gjennom den roterende kontrollinnretnings RCD-utløpsledning gjennom den eventuelle strupeventil 30 som kontrollerer tilbaketrykket som utøves på ringrommet 125 og er i kommunikasjon med SMCU 65. Returene 50r strømmer gjennom strupeventilen 30 og inn i en separator 635. Som vist er separatorene 635 tofaset. Alternativt kan separatorene 635 være trefaset eller firefaset. Væsknivået i separatorene overvåkes og styres av nivåfølerne 595 og strupeventilen 593 som begge er i kommunikasjon med SMCU 65.

[0092] Væske- og borekaksdelen av returene 50r kommer ut av separatorene 635 gjennom en væskeutløpsledning og gjennom strupeventilen 593 anordnet i væskeutløpsledningen. Væske- og borekakset fortsetter gjennom væskeledningen til vibrasjonssikter 650 som fjerner borekakset og inn i et slamreservoar eller slamtank 650. Den flytende del av returene 50r kan så resirkuleres som borefluid 50f. En ytterligere avfakling eller kaldgassutløpsledning (ikke vist, se figur) 3 kan være anordnet på slamtanken 650 hvis den flytende del av borefluidet 50f er olje eller oljebasert. Alternativt kan borekakset fjernes ved separatorene 635. Flytende borefluid kan pumpes fra slamtanken 650 ved hjelp av en eventuell matepumpe 661 inn i en innløpsledning til en flerfasepumpe MPP ("multi-phase pump") 660. Alternativt kan flerfasepumpen MPP 660 eller en kompressor være anbrakt i gass-

utløpsledningen fra separatorene 635 og en konvensjonell slampumpe kan være anbrakt i slamtankens utløpsledning.

[0093] Gassdelen av returene 50r kommer ut fra separatorene 635 gjennom en gassutløpsledning. Gassutløpsledningen deles i to grener. En første gren fører til en innløpsledning til flerfasepumpen 660 slik at gassdelen av returene 50r kan resirkuleres. Den andre gren fører til et gassutvinningssystem eller avfakling 55 for å bortskaffe eller utvinne overskuddsgass produsert i borehullet 100. Strømning fordeles mellom de to grener ved bruk av strupinger 530a,b som begge er i kommunikasjon med SMCU 65. Den første gren av gassutløpsledningen og en utløpsledning fra slamtanken 650 forenes til å danne innløpsledningen til flerfasepumpen MPP 660. SMCU 65 styrer den mengde gass som går inn i flerfasepumpe MPP innløpsledningen slik at densiteten av borefluidblandingen 50f styres, for å opprettholde en ønsket ringromstrykkprofil. En gasslagringstankt (ikke vist) kan også være anordnet for oppstart og andre forbigående operasjoner. Borefluidblandingen 50f kommer ut fra flerfasepumpen MPP 660 og strømmer gjennom en flerfasemåler MPM 610b som er i kommunikasjon med SMCU. CFS/CCS 350a,b opprettholder sirkulasjon og således ringromstrykkstyring under tripping av borestrengen.

[0094] Figur 6A illustrerer en passende flerfasemåler MPM 610. Flerfasemåleren MPM 610 er i stand til å måle komponent massestrømningsmengdene av et flerfasefluid, det vil si gass, olje og vann. I tillegg kan flerfasemåleren 610 være konfigurert til å måle en komponent strømningsmengde av faststoffer idet komponent strømningsmengden av faststoffer kan neglisjeres, eller strømningsmengden av faststoffer kan beregnes ved å måle mengden av faststoffer anbrakt i faststofftanken 45, det vil si ved bruk av en lastcelle. Flerfasemåleren MPM 610 inkluderer en rørseksjon 610 omfattende en konvergerende venturidyse 611 hvis snevreste del 612 er referert til som "strupen". Innstrømningen av strømningsseksjonen i venturidysen induserer et trykkfall Δp mellom nivået 613, plassert oppstrøms fra venturidysen ved innløpet til måleseksjonen, og strupen 612. Trykkfallet Δp måles ved hjelp av en differensialtrykkføler 615 forbundet til to trykkutløp 616 og 617 som åpner seg ut i måleseksjonen henholdsvis ved oppstrømsnivået 613 og i strupen 612 av venturidysen. I tillegg/alternativt, som drøftet i det foregående, kan absolutte trykkmålinger foretas ved utløpene 616 og 617.

[0095] Densiteten av retur/borefluidblandingen 50f,r, måles av en føler som måler svekkingen av gammastråler, ved å anvende en gammastrålingskilde 620 og en detektor 621 anbrakt på motsatte sider av venturistrupen 612. Venturistrupen 612 er forsynt med "vinduer" av et materiale som viser lav absorpsjon av fotoner ved de energier som er under betraktning. Gammastrålingskilden 620 produserer gammastråler ved to forskjellige energinivåer W_{hi} og W_{lo} , referert i det følgende som "høyenergi" nivå og som "lavenergi" nivå. Detektoren 621 som omfatter på konvensjonell måte en scintillatorkrystall som for eksempel NaI og en fotoforsterker produserer to serier av signaler og referert til som impulstall, representative av antallet fotoner detektert per samplingsperiode i energiområdene som omfattes av de respektive ovennevnte energinivåer.

[0096] Disse energinivåer er slik at høyenergi impulstallet er hovedsakelig sensitivt til densiteten av fluidblandingen, mens lavenergiimpulstallet også er sensitivt til sammensetningen av denne, slik at det blir mulig å bestemme vanninnholdet av den flytende fase. Høyenerginivået kan ligge i området 85 keV til 150 keV. For karakterisering av oljeeffluent gir dette energiområde den bemerkelsesverdige egenskap at massesvekkingskoeffisienten av gammastråling deri er hovedsakelig den samme for vann, for natriumklorid og for olje. Dette betyr at basert på høyenergisvekking er det mulig å bestemme densiteten av fluidblandingen uten behov for å utføre ekstramålinger for å bestemme egenskapene av de individuelle faser av fluidblandingen (svekningskoeffisienter og densiteter).

[0097] Et materiale som er egnet for fremstilling av høyenergi gammastråler i energiområdet under betraktning, og lavenergiestråler er gadolinium 153. Denne radioisotop har en emisjonslinje ved en energi som er omtrent 100 keV (faktisk er det to linjer omkring 100 keV, men de er så nær hverandre at de kan behandles som en enkelt linje), og som er fullt ut egnet for bruk som høyenergikilden. Gadolinium 153 har også en emisjonslinje ved omtrent 40 keV, som er egnet for lavenerginivået som anvendes for å bestemme vanninnholdet. Dette nivå tilveiebringer god kontrast mellom vann og olje, ettersom svekningskoeffisientene ved dette nivå er signifikant forskjellig.

[0098] En trykkløler 622 forbundet til trykkutløpet 623 åpner seg inn i strupen 612 av venturidysen, idet denne føler frembringer signaler som er representative for trykket p_v i strupen av venturidysen og en temperaturføler 624 som frembringer

signaler T som er representative for temperaturen av fluidblandingen. Data pv og T anvendes spesielt for å bestemme gassdensiteten under strømningsmengdebetingelsene og gasstrømningsmengden under normalbetingelser for trykk og temperatur på basis av verdien for strømningsmengden under strømningsmengdebetingelsene.

[0099] Den informasjon som kommer fra den ovennevnte føler sendes til en databehandlingsenhet DPU ("data processing unit") 665 som inkluderer en mikroprosessorcontroller som kjører et program for å beregne den totale massestrømningsmengde av blandingen ved: bestemmelse av en middelvei av trykkfallet over en periode t1 tilsvarende en frekvens f1 som er lav i forhold til frekvensen ved hvilken gass og væske alternerer i et pluggstrømningsregime; bestemmelse av en middelvei for densiteten av fluidblandingen ved innsnevringen av venturidysen i løpet av den nevnte periode t1; og utlede en total massestrømningsmengdeverdi for tidsperioden t1 under betraktning fra middelveiene av trykkfall og av densitet.

På passende måte måles densiteten av fluidblandingen ved hjelp av gammastrålingssvekking ved et første energinivå ved en frekvens f2 som er høy i forhold til den nevnte frekvens av gass/væskealternering i et pluggstrømningsregime, og middel av målingene oppnådd på denne måte over hver periode t1 tilsvarende frekvens f1 dannes for å oppnå nevnte midlere densitetsverdi. Så snart den totale massestrømningsmengde er beregnet kan databehandlingsenheten DPU 665 fortsette å beregne massestrømningsmengdene av de individuelle komponenter. Alternativt kan SMCU 65 utføre beregningene.

[0100] Som drøftet i det foregående etter at flerfasemåleren MPM 610a,b har målt både borefluidet injisert i borehullet og retur som kommer ut av borehullet, tillater brønnsparkeleksjon og/eller tapt sirkulasjonsleksjon ved balansert eller overbalansert boring. Videre, ved underbalansert boring tillater flerfasemåler MPM målingene formasjonsevaluering under boring, drøftet mer i det følgende. Alternativt, i stedet for flerfasemålerne MPM 610a,b kan strømningsmengden av retur/-borefluidblandingene 50f,r, måles i væskeutløps- og gassutløpsledningene fra separatoren 635 og/eller i slamptankutløpet og den andre grenledning fra gassutløpet ved bruk av strømningsmålere FM.

[0101] Figurene 6B-6D illustrerer en passende sentrifugalseparator 635. Alternativt kan separatoren 635 være en konvensjonell horisontal eller vertikal separator.

Returene 50r strømning gjennom innløpsledningen 635i arrangert med en passende helling, det vil si 20-30 grader i forhold til horisontalen, for å bevirke at returene 650r initialt lagdeles til separerte væske- og gasskomponenter før de når innløpsåpningen 639 til det vertikale separatorrør 641. Opprettholdelse av dette flytende fluidnivå under innløpsporten 639 sikrer at den maksimale gasshastighet i gassutvinningsdelen 643 av separatorene 635 over innløpsporten 639 er mindre enn den hastighet som kreves for å oppnå virvelstrømning, som generelt er omtrent 3 m/s.

[0102] I operasjon går flerfasereturene 50r inn i innløpsledningen 637 og blir initialt lagdelt i væske- og gassfasekomponenter som et resultat av hellingsvinkelen av innstrømningsledningen. Innstrømningsledningen er montert eksentrisk til vertikalseparatorrøret 641 med en todimensjonal konvergerende dyse 649 ved innløpsporten 639, som vist i figurene 6C og 6D, for å akselerere fluidet når dette går inn i det vertikale separatorrør 641. Etter entring av separatorrøret 641 unngår det lagdelte fluid en strømningsdelende separasjon, hvor den disassosierte gasskomponent stiger inn i gjenvinningsseksjonen 643 som den flytende komponent etter å være blitt akselerert i en nedoverretning som et resultat av dysen 649, entrer tangentialt inn i vertikalseparatoren 641 som et akselerert nedoverrettet spiraldannet bånd av fluid langs separatorveggen, slik at det skapes en forbedret separasjonsmekanismen med effektiv strømvirvel for en hvilken som helst gasskomponent som er blitt tilbake i væskestrømmen.

[0103] På grunn av den nedoverrettede spiralform av væskestrømningen langs separatorveggen passerer væsken ikke foran innløpsporten 639 ved påfølgende spiraler og dette resulterer i at hovedmengden av gass tilstede i væskestrømmen passerer inn i og opp gjennom separatorene 641 som et resultat av sentrifugalkraften generert av strømvirvelen, uhindret av den innkommende flerfase fluidstrøm 50r. Væskestrømmen fortsetter å gå i spiral nedover mot separatorveggen under innløpsporten 639, hvor strømmen da konvergerer sentralt til en forsterket vorteksstrømning inntil den møter den tangentielle utløpsport 647, hvor væskestrømningen sendes gjennom til væskeledningen 645. Det skal bemerkes at den tangentielle utløpsport 647 tillater opprettholdelse av vorteksenergien av fluidstrømmen ved å tillate at strømningen kan slippe ut fra separatorene uten noen omstyring av strømningen.

[0104] Figur 6E illustrerer en egnet flerfasepumpe MPP 660. Flerfasepumpen MPP 660 er i stand til å håndtere fluider inneholdende en eller flere faser, inklusive faststoffer, vann, gass, olje og kombinasjoner derav. Flerfasepumpen MPP 660 kan være montert på meier og inkluderer en energienhet 682. Flerfasepumpen MPP 660 inkluderer et par drevne sylindere 662, 664 plassert på linje med et respektivt vertikalt anordnet stempel 668, 672. Flerfasepumpen MPP 660 inkluderer en trykkompenserende pumpe 678 for tilførsel av hydraulisk fluid til sylindere 662, 664 for å styre bevegelsen av første og andre stempler 668, 672. Energienheten 682 tilveiebringer energi til den trykkompenserende pumpe 678 for å drive stemplene 668, 672.

[0105] Stemplene 668, 672 er konstruert til å bevege seg i alternerende sykluser. Når det første stempel 668 drives mot sin tilbakestrukne posisjon utløses en trykkøkning mot slutten av bevegelsen av det første stempel. Denne trykktopp bevirker at en skyttelventil (ikke vist) forskyver seg. I sin tur bringes en skvalpeplate (ikke vist) i den kompenserende pumpe 678 til reversert vinkel slik at det hydrauliske fluid omstyres til den andre sylinder 664. Som et resultat skyves det andre stempel 672 i den andre sylinder 664 nedover til sin tilbaketrunkne posisjon. Den andre sylinder 664 utløser en trykktopp mot slutten av sin bevegelse slik at den kompenserende pumpe 678 bringes til å omstyre det hydrauliske fluid til den første sylinder 662. På denne måte bringes stemplene 668, 672 til å bevege seg i alternerende sykluser.

[0106] I operasjon skapes et sug når det første stempel 668 beveger seg mot en utvidet posisjon. Suget bevirker at borefluidblandingen 50f endrer flerfasepumpen MPP 660 gjennom et prosessinnløp 674 og fyller et første stempelhulrom. Samtidig beveger det andre stempel 672 seg i en motsatt retning mot en tilbaketrunket posisjon. Dette bevirker at borefluidblandingen i det andre stempelhulrom trykkes ut gjennom et utløp 676. På denne måte kan flerfase borefluidblandingen 50f injiseres inn i borestrengen 105. Selv om et par sylindere 662, 664 er vist kan flerfasepumpen MPP 660 inkludere en sylinder eller mer enn to sylindere.

[0107] Figur 7 illustrerer et boresystem 700 ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Selv om den er vist som enkel kan den nedhulls-konfigurasjon være lignende konfigurasjonen av boresystemet 200. Sammenlignet med boresystemet 600 i figur 6 er en lavtrykks (i forhold til separatoren 635)

separator 735 blitt tilføyd mellom væsknivå strupeventilen 593 og slamtanken 750. Som vist er lavtrykksseparatoren 735 en trefaseseparator. Alternativt kan lavtrykksseparatoren 735 være en tofase- eller firefaseseparator. En andre avfakling eller kaldutslippsledning 755b er også blitt tilføyd for lavtrykksseparatoren 735 og

5 slamtanken 750. En oljeutvinningsledning 755c, portventil 703, er blitt tilføyd til slamtanken 750 (hvis væskedelen av borefluidet er olje eller oljebasert) for å fjerne flytende hydrokarboner produsert i borehullet 100. Alternativt kan en variabel strupeventil og en nivåføler i fluidkommunikasjon med slamtanken 750 og i kommunikasjon med SMCU 65 anvendes i stedet/i tillegg til portventilen 703. Hvis

10 væskedelen av borefluidet 50f er vann eller vannbasert kan da portventilen 703 (og/eller nivåføleren 795 og strupeventilen) og oljeutvinningsledningen 755c i stedet installeres på oljeutløpsledningen eller oljekammeret av lavtrykksseparatoren 735. Den andre avfakling eller kaldutslippsledningen 55b forbindelse til slamtanken 750 kan også utelates.

15 [0108] Figur 8 er en alternativ nedhullskonfigurasjon 800 for bruk med overflateutstyr i hvilke som helst av boresystemene 200, 250, 300-700 i figurene 2, 2B og 3-7, ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. En trykklføler (eller trykk/temperaturføler) 865, kontroller 820 og en elektromagnetisk gap submodul 825 er blitt tilføyd til en borestreng 305. Trykklføleren 865 kan være

20 lignende trykklfølerne (eller trykk/temperaturfølerne) 165a,b og er i kommunikasjon med ringrommet ved eller nær bunnen av borestrengen 805 (bunnhullstrykket). I tillegg kan trykklføleren (eller en andre trykklføler) være i kommunikasjon med en boring i borestrengen 805. Trykklføleren 865 er i elektrisk eller optisk kommunikasjon med kontrolleren 820 via ledningen 817b. Kontrolleren 820 mottar et analogt

25 trykksignal fra føleren 865, sampler trykksignalet, modulerer signalet og sender signalet til en fòringsrørantenne 807a,b via den elektromagnetiske EM gap submodul 825. Kontrolleren er i elektrisk kommunikasjon med EM gap submodulen 825 via ledninger 817a,c. Kontrolleren kan inkludere en batteripakke (ikke vist) som energikilde. Fòringsrørantennen 807a,b kan være anbrakt i fòringsrørstreng-

30 en 815 under den nedhulls utplasseringsventil DDV 150. Fòringsrørantennen 807a,b kan være en submodul som festes til den nedhulls utplasseringsventil DDV 150 med en gjengeforbindelse. Anvendelse av den elektromagnetiske EM fòringsrørantenne 807a,b med den nedhulls utplasseringsventil DDV 150 forkorter

den bane som det utstrålte elektromagnetiske EM-signal fra gap submodulen 825 må bevege seg, slik at svekkingen av det utstrålte EM-signal minskes. Dette er spesielt fordelaktig hvor det nedhulls utplasseringsventil DDV-system og det assosierte fôringsrør penetrerer under visse formasjoner og/eller havet som ellers kunne gjøre EM-linken ineffektiv. EM-fôringsrørantennesystemet 807a,b inkluderer to ring- eller rørelementer 807a,b som er montert koaksialt på en fôringsrørlengde. De to antenneelementer 807a,b kan være vesentlig identiske og kan være fremstilt fra et metall eller legering. Fôringsrørlengden kan selekteres fra en ønsket standardstørrelse og gjenging. Et radiale gap eksisterer mellom hvert av antenneelementene 807a,b og fôringsrørlengden og fylles med et isolerende materiale 808, som for eksempel epoksy.

[0109] Arrangementet av antenneelementene 807a,b anvendes for å danne en elektrisk dipol hvis akse faller sammen med fôringsrørstrengen 815. For å øke effektiviteten av dipolen kan overflatearealet av antenneelementene 807a,b og avstanden mellom disse økes eller maksimeres. Antenneelementene 807a,b kan virke både som sender- og mottakerantenneelementer. Antenneelementene 807a,b kan drives (sendermodus) og forsterkes (mottaksmodus) i et fullt differensialarrangement, som resulterer i økt signal-til-støyforhold, sammen med forbedret felles modus rejeksjon av vagabanderende signaler. Antenneelementene 807a,b mottar signalet og videresender signalet til en kontroller 810 via ledninger 809a,b. Kontrolleren 810 demodulerer signalet, remodulerer signalet for overføring til SMCU 65, og multiplexer signalet med signaler fra trykkfølerne 165a,b.

[0110] Alternativt kan kontrolleren 810 enkelt være en forsterker og ha en tildelt kontrollledning til SMCU 65. I tillegg kan en andre gap submodul og fôringsrørantenne (ikke vist) være anordnet for sending og mottak av andre MWD/LWD data slik at overføringen av trykksignalet ikke forsinkes. I dette alternativ opererer den andre gap submodul og fôringsrørantennen på en forskjellig frekvens. Alternativt kan kablet borerør anvendes for å overføre trykkmålingen til overflaten i stedet for den elektromagnetiske EM gap submodul 825. Det kablede borerør kan være lignende det kablete fôringsrør 215j (eller alternativt drøftet i forbindelse med dette). Alternativt kan en slampulsgenerator (ikke vist) anvendes i stedet for EM gap submodul for å overføre trykkmålingen til overflaten. I tillegg kan en andre trykkmåler (eller trykktemperatur PT føler) anbringes langs borestrengen 805 ved

en langsgående eller hovedsakelig langsgående avstand fra trykkføleren 865. Den andre trykkføler ville også være i kommunikasjon med ringrommet 825 og den andre trykkføler kan overføres til overflaten ved bruk av den samme innretning anvendt for den første trykkføler eller en annen forskjellig av innretningene. På

5 denne måte kan den andre trykkføler tjene som en støtte i tilfellet av svikt av den første trykkføler og/eller svikt i senderinnretningen. Ved å ha en andre trykkføler kan dette også være fordelaktig ved boring gjennom regulære formasjoner (se figur 16) spesielt når trykkfølere 865 har beveget seg i en vesentlig avstand fra den irregulære formasjon. Den andre trykkføler kan da befinne seg nær den

10 irregulære formasjon.

[0111] Figur 8A er en tverrsnittstegning av en passende gap submodulsammenstilling 825. Som vist inkluderer gap submodul modulsammenstillingen 825 et nedre gjenge slitasjestykke 833 som sammenpasser med en nedre del av borestrengen 805 og et øvre gjenge

15 slitasjestykke 832 som sammenfaller en øvre del av borestrengen 805. Anbrakt mellom øvre og nedre gjenge slitasjestykker 832, 833 er en rørspindel 840, et rørformet 830 og en første gapring 835.

[0112] Figur 8B illustrerer et forstørret riss av dielektrikumfylte gjenger 837 i gap submodulsammenstillingen 825. Som vist inneholder spindelen 840 en ytre

20 gjengeform som har en større enn normal avstand mellom tilstøtende gjenger 837. På samme måte har huset 830 en innvendig gjengeform med sterkt atskilte gjenger 837. Spindelen 840 og huset 830 er separert fra hverandre ved hjelp av et dielektrisk materiale 839, som for eksempel epoksy, som er i stand til å bære aksiale og bøyingsbelastninger ved sammentrykkingen mellom tilstøtende

25 gjenger 837. Typisk er den lastbærende evne av de fleste dielektriske materialer mye høyere i kompresjon enn i strekk og/eller skjærpåkjenning. I denne forbindelse kan det totale overflateareal bundet med det dielektriske materiale 839 også økes dramatisk i forhold til et rent sylindrisk grensesnitt med den samme lengde. Det økte overflateareal tilsvarer derfor høyere styrke i alle belastningsscenarier.

30 [0113] I tillegg, hvis de klebende bindinger av det dielektriske materiale 839 svikter og/eller det dielektriske materiale 839 ikke lenger kan bære tilstrekkelig trykkbelastninger på grunn av for høy temperatur eller fluidinvasjon hindrer metall-mot-metallkontakten av gjengene 837 at gap submodulsammenstillingen 825

separeres fysisk. Spindelen 840 vil derfor forbli aksialt koplet til huset 830 og kan vellykket hentes opp igjen fra borehullet.

[0114] Figur 8C illustrerer et forstørret riss av den første gapring 835 anbrakt i gap submodulsammenstillingen 825. Den første gapring 835 er konstruert fra et

5 keramisk materiale som er gjort seigt, som for eksempel yttria stabiliserte tetragonale zirconia polykrystaller, idet dette materiale er meget abasjonsresistent, så vel som et slagfast materiale. Zirconia har også en elastisitetsmodul og termisk ekspansjonskoeffisient som kan sammenlignes med tilsvarende for stål og en ekstrem høy trykkstyrke (det vil si 20.400 kg/cm^2) langt høyere enn de omgivende
10 metallkomponenter. Disse egenskaper tillater at den første gapring 835 understøtter rørlengden under bøyning og trykkbelastninger som produserer en signifikant sterkere og robust gap submodulsammenstilling 835. En eventuell første kompresjonsring 844a er anbrakt mellom huset 830 og den første gapring 835. Ettersom den første kompresjonsring 844a strekker seg radially til spindelen 840 er
15 en eventuell andre kompresjonsring 844b anbrakt mellom den første gapring 835 og det nedre gjenge slitasjestykke 833. Foretrukket er kompresjonsringene 844a,b fremstilt av et relativt mykt spenningsherdbart metall eller legering, som for eksempel en aluminium- eller bronselegering.

[0115] En primær, ekstern tetning dannes ved dreiemomentpåsetting av det nedre
20 gjenge slitasjestykke 833 på spindelen 840 for å komprimere den første gapring 835 og kompresjonsringene 844a,b mellom de to halvdeler av gap submodulsammenstillingen 825 slik at den primære, eksterne tetning dannes. Et sekundært tetningsarrangement er anbrakt inntil den eksterne gapring 835. Det sekundære tetningsarrangement inkluderer første hylsesegmenter 846a,b fremstilt fra en høy-
25 temperatur polymer med høy styrke, som for eksempel polyetereterketon PEEK og en serie av elastomertetninger 841, 842 anbrakt på innsiden av huset 830 henholdsvis på utsiden av spindelen 840. Tetningene 841, 842 hindrer fluid i å entre rommet mellom spindelen 840 og huset 830 hvis den primære tetning skulle svikte. Videre understøtter det første hylsesegment 846b den første gapring 835
30 og tilveiebringer noe støtabsorpsjon hvis den første gapring 835 erfarer et alvorlig lateralt anslag.

[0116] Figur 8D illustrerer et forstørret riss av et internt, ikke-ledende tetningsarrangement i gap submodulsammenstillingen 825. Det interne, ikke-ledende

tetningsarrangement kan inkludere en andre hylse 855 tildannet fra en dielektrisk polymer med høy styrke, som for eksempel polyetereterketon PEEK og en serie av elastomertetninger 846, 848 anbrakt på spindelen 840 henholdsvis huset 830. De elastomere tetninger 846, 848 hindrer borefluid i å entre det indre rom mellom

5 spindelen 340 og huset 330. En andre, ikke-ledende gapring 850 er anordnet i boringen i gap submodulsammenstillingen 825 for å forbedre den elektriske ytelse av systemet. Mer spesifikt, som med den første gapring 835 øker den andre, ikke-ledende gapring 850 banelengden som strømstyrken må passere gjennom slik at motstanden i denne bane øker og den uønskede strømflyt i det indre av gap sub-

10 modulsammenstillingen 825 således minsker. Den andre gapring 850 kan være tildannet fra en høytemperatur dielektrisk polymer med høy styrke, som for eksempel polyetereterketon PEEK.

[0117] Et flertall ikke-ledende torsjonstapper 845 er også inkludert i gap submodulsammenstillingen 825. Torsjonstappene 845 er konstruert og arrangert til å sikre at

15 ingen relativ rotasjon mellom spindelen 840 og huset 830 kan forekomme endog selv om den dielektriske material 839 binding svikter. Torsjonstappene 845 er sylindriske tapper anbrakt i samsvarende maskinbearbeidede spor.

[0118] Figur 9 er en alternativ nedhullskonfigurasjon 900 for bruk med overflateutstyr i hvilke som helst av boresystemene 200, 250, 300-700 i figurene 2, 2B og

20 3-7, ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. En trykkløser (eller trykktemperatur PT-føler) 965a er inkludert i føringsrørstrengen 915 i stedet for den nedhulls utplasseringsventil DDV 150. Alternativt kan den nedhulls utplasseringsventil DDV 150 (med en eller flere følere) være inkludert i føringsrørstrengen 915. Trykkløseren 965a er i elektrisk eller optisk kommunikasjon med en

25 kontroller 930a via ledningen 970c. En trykkløser (eller trykktemperatur PT-føler) 965b er anordnet nær en langsgående ende av et forlengningsrør 915a. Føleren 965b er i elektrisk eller optisk kommunikasjon med forlengningsrørkontrolleren 930b via ledningen 970f. Forlengningsrøret 915a henger ned fra føringsrørstrengen 915 i et anker 920. Ankeret 920 kan også inkludere et pakningselement.

30 Forlengningsrøret 915a er sementert 120 på plass. En borestreng 905 med en borekron 910 er anbrakt gjennom føringsrørstrengen 915 og forlengningsrøret 915a.

[0119] Anbrakt nær en langsgående ende av fôringsrørstrengen 915 er en del av en induktiv kopling 955a og en del av en induktiv kopling 955b. De andre deler av de induktive koplinger 955a,b er anbrakt nær en langsgående ende av forlengningsrøret 915a. Fôringsrørkontrolleren 930a er i elektrisk kommunikasjon med
5 henholdsvis hver del av koplingene 955a,b via ledningen 970a,b. En av koplingene 955a,b anvendes for energioverføring og den andre kopling 955a,b anvendes for dataoverføring. Forlengningsrørkontrolleren 930b er i elektrisk kommunikasjon med henholdsvis hver del av koplingene 955a,b via ledninger 970d,e. Kontrolleren 930b og ledningene 970d-f kan være anbrakt langs en ytre overflate av forlengningsrøret 915a eller inne i en vegg av forlengningsrøret 915a.
10

[0120] Alternativt kan bare en induktiv kopling anvendes for å overføre både energi og data. I dette alternativ ville frekvensene av energien og datasignalene være forskjellig slik at de ikke interfererer med hverandre. I tillegg kan forlengningsrøret 915a inkludere en eller flere ytterligere induktive koplinger (ikke vist) for data- og
15 energikommunikasjon med et andre forlengningsrør (ikke vist) som kan være anbrakt langs en indre overflate av forlengningsrøret 915a. Fôringsrørdelene og forlengningsrørdelene av de induktive koplinger 955a,b kan hver være anbrakt i separate submoduler fremstilt fra et ikke-magnetisk materiale (for eksempel austenitisk rustfritt stål) som er forent til det respektive fôringsrør 915 og forlengningsrøret 915a ved hjelp av en gjengeforbindelse for å unngå interferens. I tillegg
20 kan det være flere sett av fôringsrør delen av de induktive koplinger 955a,b plassert i fôringsrøret 915, idet hvert sett er atskilt i lengderetningen for å skape et vindu (det vil si omtrent 28 m) for å tillate toleranse i fastsettsdybden av forlengningsrøret 915a. Alternativt kan fôringsrøret 915 inkludere en profil dannet på en indre
25 overflate derav og forlengningsrøret 915a kan inkludere en sammenpassende friksjonsblokk mottatt av profilen for å sikre proksimal innretning på linje av delene av de induktive koplinger 955a,b.

[0121] Koplingene 955a,b er induktive energi/dataoverføringsinnretninger. Koplingene 955a,b er fri for enhver mekanisk kontakt mellom de to deler av hver kopling.
30 Hver del av hver av koplingene 955a,b inkluderer enten en primær spole eller en sekundær spole. Hver av spolene kan bestå av tråder av kabel fremstilt fra et ledende materiale, som for eksempel aluminium, kobber eller legeringer derav. Kabelen kan være omhyllt i en isolerende polymer, som for eksempel en termo-

plast eller elastomer. Spolene kan så innesluttet i en polymer, som for eksempel epoksypolymer. Generelt virker koplingene 955a,b hver lignende en felles transformator ved at de anvender elektromagnetisk induksjon for å overføre elektrisk energi/data fra en krets, via en primær spole, til en ytterligere krets via en

5 sekundær spole og gjør dette uten direkte forbindelse mellom kretsene. I drift er et vekselstrøm (AC) signal generert av en sinusbølgegenerator inkludert i hver av kontrollerne 930a,b.

[0122] For energikoplingen genereres vekselstrøms AC-signalet av fôringsrørkontrolleren 930a og for datakoplingen genereres vekselstrøms AC-signalet av
10 forlengningsrørkontrolleren 930b. Når vekselstrømmen AC strømmer gjennom den primære spole induserer den resulterende magnetfluks et vekselstrøm AC-signal gjennom den sekundære spole. Forlengningsrørkontrolleren 930b inkluderer også en forsterker og likestrøms (DC) spenningsregulator DCRR ("direct current (DC) voltage regulator") for å omdanne den induserte vekselstrøm AC-strøm til et bruk-
15 bart likestrøms DC-signal. Fôringsrørkontrolleren 930a kan så demodulere data-signalet og remodulere datasignalet for overføring langs ledningen 170a til SMCU (multiplektert med signalet fra trykkmåleren 965a). Koplingene 955a,b er anordnet i tilstrekkelig langsgående avstand fra hverandre for unngå interferenser med hverandre. Alternativt kan konvensjonelle sleperinger, kapasitive koplinger, rullinger eller sender som bruker fluidmetall anvendes i stedet for de induktive koplinger
20 955a,b.

[0123] Tilføyelse av en ytterligere trykkmåler 965b i forlengningsrøret 915a minimerer avstanden mellom avfølingsdybden og den åpne hullseksjon av borehullet 100 og tilveiebringer derved en mer nøyaktig indikasjon av trykkprofilen i den åpne
25 hullseksjon. Ved å anvende koplingene 955a,b kan en høy båndbredde data (og energi) forbindelse opprettholdes mellom måleren 965b og SMCU 65 uten på annen måte å måtte føre en andre data (og energi) ledning fra overflaten 5. Føring av en andre datalinje fra overflaten ville eksponere dataledningen for borefluid som returnerer i ringrommet 125 og i det tilfelle at en nedhulls utplasseringsventil
30 DDV 150 er installert i fôringsrøret 915 forhindres lukking av den nedhulls utplasseringsventil DDV.

[0124] Figur 10A er en alternativ overflate/nedhulls konfigurasjon 1000 for bruk med hvilke som helst av boresystemene 200, 250, 300-700 i figurene 2, 2B og 3-7,

ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Boresystemet 1000 tilveiebringer evnen til å redusere (eller øke) densiteten av borefluidet 50f, for eksempel under underbalansert eller nær underbalansert boreoperasjon.

[0125] Boresystemet 100 inkluderer et modifisert brønnhode 1012. I tillegg injiseres et sekundært fluid 1040s fra en sekundær fluidkilde 1040, som for eksempel en 5 nitrogentank eller nitrogengenerator, forbundet til det modifiserte brønnhode 1012. Alternativt kunne det sekundære fluid 1040s være en naturgass, eksosdamper fra en primær drivinnretning (ikke vist), en væske med en lavere densitet enn borefluidet 50f, eller en væske med en høyere densitet enn borefluidet 50f. En injeksjonsstrømningsmengde fra den sekundære fluidkilde 1040 kan reguleres ved 10 hjelp av en reguleringsventil eller variabel strupeventil 1030 som er i kommunikasjon med SMCU 65. Injeksjonsstrømningsmengden kan overvåkes ved å tilveiebringe en trykkmåler (eller trykktemperatur PT) føler 1055 og/eller FM i datakommunikasjon med SMCU 65. En streng av fôringsrør 1015 henger ned fra 15 brønnhodet 1012 og er sementert 120 til borehullet 100. Et forlengningsrør 1015a er blitt hengt ned fra fôringsrørstrengen 1015 ved hjelp av ankeret 1020. Ankeret 1020 kan også inkludere et pakningselement. Forlengningsrøret 1015a er også sementert 120 på plass.

[0126] En tilknytnings fôringsrørstreng 1015b henges også ned fra det modifiserte 20 brønnhode 1012 og er anordnet inne i fôringsrørstrengen 1015. En trykkføler (eller trykktemperatur PT-føler) 1065 er inkludert i tilknytningsfôringsrøret 1015b. Alternativt kan den nedhulls utplasseringsventil DDV 150 (med en eller flere følere) være inkludert i tilknytningsfôringsrøret 1015b. Alternativt kan forlengningsrøret 1015a også ha en trykkføler (eller trykktemperatur PT-føler) (ikke vist) for- 25 bundet til overflaten ved bruk av induktive koplinger mellom forlengningsrøret og fôringsrøret 1015, lignende boresystemet 900. Trykkføleren 1065 er i elektrisk eller optisk kommunikasjon med SMCU 65 via kontrollledningen 1070. Ringrom 1025a-c er definert henholdsvis mellom: en ytre overflate av tilknytningsfôringsrøret 1015b og en indre overflate av fôringsrøret 1015, videre en indre overflate av tilknytningsfôringsrøret 1015b og en ytre overflate av borestrengen 1005 og henholdsvis den 30 ytre overflate av borestrengen 1005 og en indre overflate av forlengningsrøret 1015a. Den sekundære fluidkilde 1040 er i fluidkommunikasjon med ringrommet 1025a.

[0127] I operasjon injiseres borefluid 50f, som for eksempel konvensjonelt olje eller vannbasert slam, gjennom borestrengen 1005 og kommer ut fra borekronen 1010. Returene 50r returnerer til overflaten 5 via ringrommet 1025c. En strømningsmengde av det sekundære fluid 1040s, bestemt ved hjelp av SMCU 65, injiseres gjennom ringrommet 1025a. Det sekundære fluid blandes med returene 50r ved et forbindelsessted mellom ringrommet 1025a og 1025c. Det sekundære fluid blander seg med returene 50r og senker (eller hever) dermed densiteten av returene/den sekundære fluidblanding 1040r i sammenligning med densiteten av returene 50r. Den resulterende lettere blanding senker (eller øker) det ringromstrykk som ellers ville bli utøvet av søylen av returene 50r. Ved således å regulere injeksjonsstrømningsmengden kan ringromstrykket styres. I tillegg kan en andre (eller flere) injeksjonslokalteter være anordnet i tilknytningsfôringsrørstrengen 1015b, for eksempel midtveis mellom enden av tilknytningsfôringsrøret 1015b og borehodet 1012. Alternativt kan injeksjon av det sekundære fluid anvendes for å opprettholde ringromstyring under tripping av borestrengen 1005 i stedet for (eller i tillegg til) utøvelse av tilbaketrykk på ringrommet 1015b fra overflaten eller bruke CCS/CFS 350a,b.

[0128] Figur 10B er en alternativ overflate/nedhulls konfigurasjon 1050 for bruk med hvilke som helst av boresystemene 200, 250, 300-700 i figurene 2, 2B og 3-7, ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Boresystemet 1050 er lignende boresystemet 1000 bortsett fra at det sekundære fluid 1040s injiseres gjennom ett av kamrene 1006a,b i en dobbeltstrømnings borestreng 1006 i stedet for tilknytningsringrommet 1025a. Borefluid injiseres gjennom det andre av kamrene 1006a,b. Alternativt kan det sekundære fluid 1040s injiseres gjennom ringrommet 125 og returblandingen 1040r ville strømme gjennom ett av kamrene 1006a,b.

[0129] Figur 10C er en partiell tverrsnittstegning av en rørlengde 1006j i dobbeltstrømningsborestrengen 1006. Figur 10D er en tverrsnittstegning av en gjenget kopling av dobbeltstrømningsborestrengen 1006 som illustrerer en tapp 1006m av rørlengden 1006j som samsvarer med en sokkel 1006f av en andre rørlengde 1006j'. Figur 10E er et forstørret toppriss av figur 10C. Figur 10F er en tverrsnittstegning tatt langs linjen 10F-10F i figur 10C. Figur 10G er et forstørret bunnriss av figur 10C. En delevegg er dannet i en vegg av rørlengden 1006j og deler et indre

av borestrengen 1006 i to strømningsbaner henholdsvis 1006a og 1006b. En sokkel 1006f er anordnet ved en første langsgående ende av rørlengden 1006j og tappen 1006m er anordnet ved den andre langsgående ende av rørlengden 1006j. En flate av en av tappen 1006m og sokkelen 1006f (sokkelen som vist) har et spor
 5 dannet deri og som opptar en pakning 1006g. Flaten av en av gjengetappen 1006m og gjengesokkelen 1006f (gjengetappen som vist) kan ha en forstørret delevegg for å sikre en tetning over en viss vinkel α . Denne vinkel α tillater noe gjengesluring. Alternativt kan en konsentrisk dobbeltstrømningsborestreng (ikke vist) anvendes i stedet for dobbeltstrømningsborestrengen 1006.

10 [0130] Figur 10H er en alternativ overflate/nedhulls konfigurasjon 1075 for bruk med hvilke som helst av boresystemene 200, 250, 300-700 i figurene 2, 2B og 3-7, ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Boresystemet 1075 inkluderer tilknytningsfôringsrørstrengen 1015b som henger ned fra brønnhodet 1012 ved hjelp av hengeren 1020b og forlengningsrøret 1015a som henger
 15 ned fra fôringsrøret 1015 ved hjelp av hengeren 1020a. En søyle av høydensitet-fluid (i forhold til densiteten av returene 50r) 1050h, også kjent som et slamtettehode, opprettholdes i ringrommet 1025b mellom borestrengen 1005 og tilknytningsfôringsrørstrengen 1015b. Alternativt kan slamtettehodet opprettholdes i ringrommet 1025a mellom tilknytningsfôringsrørstrengen 1015b og fôringsrørstrengen
 20 1015. Returene 50r kommer ut fra borehullet 100 gjennom tilknytningsringrommet 1025a og et utløp fra brønnhodet 1012.

[0131] Slamtettehodet 1040h tilveiebringer en trykkbarriere slik at minimal trykk utøves på den roterende kontrollinnretning RCD 15 slik at brukstiden for den roterende kontrollinnretning RCD 15 økes og lekkasje over RCD 15 reduseres.
 25 Slamtettehodet 1040h motvirker også enhver gassvandringlekkasje over RCD 15. Slamtettehodet 1040h hindrer også enhver gassvandring derigjennom og som i kombinasjon med redusert lekkasje over RCD 15 er fordelaktig ved boring gjennom risikofylte formasjoner (det vil si hydrogensulfid). Slamtettehodet 1040h injiseres inn i tilknytningsringrommet 1025a og dybden av trykkbarrieren 1090 opprettholdes ved hjelp av en pumpe 1060 i kommunikasjon med RCD utløpet. En eller
 30 flere trykk (eller PT) følere 1065a-c er anbrakt i tilknytningsstrengen 1015b og i fluidkommunikasjon med både tilknytningsringrommet 1025a og borestrengringrommet 1025a. Trykkfølerne 1065a-c er i elektrisk/optisk kommunikasjon med

SMCU 65 via kontrollledningen. Følerne 1065a-c kan være inkrementalt anordnet i avstand fra hverandre slik at SMCU 65 kan bestemme og styre et nivå av et grensesnitt 1090 mellom slamtettehodet 1040h og returene 50r ved aktivering og/eller styring av en strømningsmengde av pumpen 1060, ved reversering av

5 pumpen 1060, og/eller ikke aktivere og/eller redusere strømningsmengden av pumpen (slamtettehodet 1040h kan gradvis blandes med returene 50r slik at ved å la være å aktivere og/eller redusere en strømningsmengde av pumpen 1060 kan SMCU 65 la nivået av grensesnittet 1090 minske (oppover i figuren)). En trykk (eller PT) føler 1065d kan også være anordnet i fluidkommunikasjon med det

10 roterende kontrollinnretnings RCD-utløp for å overvåke det trykk som utøves på den roterende kontrollinnretning 15 og i datakommunikasjon med SMCU 65.

[0132] I tillegg kan den nedhulls utplasseringsventil DDV 150 (med en eller flere følere) være inkludert i tilknytningsføringsrøret 1015b. I tillegg kan føringsrøret 1015 ha en trykkføler (eller PT-føler) installert deri og forlengningsrøret 1015a kan

15 også ha en trykkføler (eller PT-føler) (ikke vist) forbundet til overflaten 5 ved bruk av induktive koplinger mellom forlengningsrøret og føringsrøret 1015, lignende til boresystemet 900. Alternativt kan tilknytningsføringsrøret 1015b strekke seg til en polert boringsbeholder (se figur 11) på hengeren 1020a og kan inkludere første og andre ventiler og en andre roterende kontrollinnretning RCD mellom ventilene.

20 Dette alternativ er beskrevet US-patent 6.732. 804 (kodebetegnelse WEAT/0176), som er innlemmet herved i sin helhet som referanse.

[0133] Figur 11A er en alternativ nedhullskonfigurasjon 1100a for bruk ved overflateutstyr i hvilke som helst av boresystemene 200, 250, 300-700 i figurene 2, 2B og 3-7, ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Figur

25 11B illustrerer en nedhullskonfigurasjon 1100b hvori borehullet er blitt videre forlenget fra nedhullskonfigurasjonen 1100a.

[0134] Med henvisning til figur 11A henger en streng av føringsrør 1115 ned fra et brønnhode (ikke vist) og er sementert 120 til borehullet 100. Et forlengningsrør 1115a henger ned fra føringsrørstrengen 1115 ved hjelp av ankeret 1120a. Anker-

30 et 1120a kan også inkludere et pakningselement. Forlengningsrøret 1115a er også sementert 120 på plass Festet til ankeret 1120a er en polert boringsbeholder PBR ("polished bore receptacle" 1130a. En tilknytningsføringsrørstreng 1115b, som inkluderer en nedhulls utplasseringsventil DDV 1150 (lignende DDV 150)

henger også ned fra brønnhodet er anordnet inne i fôringsrørstrengen 1115. Alternativt kan en trykkføler (eller PT-føler) (uten ventil) være anbrakt i tilknytningsfôringsrøret 1115b. Anbrakt langs en utside nær en langsgående ende av tilknytningsfôringsrørstrengen 1115b er et tetningselement 1135a. Når fôringsrørstrengen

5 1115a innføres i den polerte boringsbeholder PBR kommer tetningselementet 1135a i inngrep med en innside av den polerte boringsbeholder PBR og danner derved en tetning mellom og isolerer et ringrom 1125a definert mellom en innside av fôringsrørstrengen 1115 og en utside av tilknytningsfôringsrørstrengen 1115b fra et ringrom definert mellom en innside av tilknytningsfôringsrøret 1115b/for-

10 lengningsrøret 1115a og en utside av borestrengen 1105a. Den nedhulls utplasseringsventil DDV 1150 er i stand til å isolere (med borestrengen 1105a fjernet) en boring i tilknytningsfôringsrøret 1115b fra en boring i forlengningsrøret 1115a, slik at en øvre del av borehullet effektivt isoleres fra en nedre del av borehullet (ringrommet 1125a behøver ikke isoleres ved hjelp av den nedhulls ut-

15 plasseringsventil DDV ettersom det er isolert ved hjelp av tetningen 1135a). Returblandingen føres til overflaten 5 via ringrommet 1125. Denne konfigurasjon 1100a er fordelaktig sammenlignet med utførelsesformen i figur 1 ved at den nedhulls utplasseringsventil 1150 ikke er festet til fôringsrøret 1115. Når en ytterligere fôringsrørstreng tilføyes til konfigurasjonen i figur 1 ender den nedhulls utplasser-

20 ingsventil 150 med å være sementert mellom fôringsrørstrengen 115 og den neste fôringsrørstreng. I den foreliggende konfigurasjon 1100a kan tilknytningsfôringsrørstrengen 1115b, sammen med den nedhulls utplasseringsventil 1150, fjernes etter boring av den neste seksjon av borehullet 100.

[0135] Med henvisning til figur 11B henger et andre forlengningsrør 1115c ned fra

25 det første forlengningsrør 1115a, via et andre anker 1120b, og er sementert 120 til borehullet. En andre polert boringsbeholder PBR er festet til det andre anker 1120b. Et andre tilknytningsfôringsrør 1115d med en andre nedhulls utplasseringsventil 1115bb henger ned fra et brønnhode og er anbrakt inne i fôringsrørstrengen 1115 og det første forlengningsrør 1115a. En tetning 1135b anbrakt

30 langs en ytre overflate av tilknytningsfôringsrøret 1115c nær en langsgående ende derav er i inngrep med en innside av den andre polerte boringsbeholder PBR 1130b og isolerer derved ringrommet 1125 fra ringrommet 1125a. Analogt til bore-systemet 900 i figur 9 vil innføring av den andre nedhulls utplasseringsventil DDV

1150b (med en eller flere følere) minimere avstanden mellom avfølingsdybden og åpne hullseksjon av borehullet 100 slik at det tilveiebringes en mer nøyaktig indikasjon av trykkprofilen i den åpne hullseksjon. Videre kan bruk av en tilknytningsføringsrørstreng i stedet for forlengningsrør være fordelaktig ved at borefluidringrommet 1125 er en monoboring til overflaten, mens borefluidringrommet ville øke i areal hvis forlengningsrøret ble anvendt (se figur 9) og som da bevirker en reduksjon i fluidhastighet av returblandingen, slik at returblandings borekaksbærende evne reduseres.

[0136] Figur 12 er en alternativ nedhullskonfigurasjon 1200 for bruk av hvilke som helst av boresystemene 200, 250, 300-700 i figurene 2, 2B og 3-7 ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. En strømningsmåler 1275 kan være inkludert som del av føringsrørstrengen 1215 for å måle volumetriske fraksjoner av individuelle faser av returene 50r som strømmer gjennom føringsrørstrengen 1215, så vel som å måle strømningsmengder av komponenter i returene 50r. Oppnåelse av disse målinger tillater overvåkning av substanser som tilsettes eller fjernes fra borehullet under boring, som beskrevet i det følgende. Strømningsmåleren 975 kan tilveiebringe massestrømningsmengde eller volumetrisk strømningsmengde av komponenter i flerfaseblandingen.

[0137] Strømningsmåleren 1275 kan være hovedsakelig den samme som strømningsmåleren beskrevet i US-patent 6.945.095 (kodebetegnelse WEAT/0307) som er innlemmet heri i sin helhet som referanse. Strømningsmåleren 1275 tillater at volumetriske fraksjon av individuelle faser av returene 50r som strømmer gjennom føringsrørstrengen 1215, så vel som strømningsmengder av individuelle faser av returene 50r, kan finnes. De volumetriske fraksjoner bestemmes ved bruk av en blandingsdensitet og lydshastighet av returene 50r. Blandingsdensiteten kan bestemmes ved direkte måling fra et densitometer eller basert på en målt trykkforskjell mellom to vertikalt forskyvede målepunkter (som for eksempel P1 og P2) en målt forplantningshastighet av blandingen, som beskrevet i det nevnte '095 patent. Forskjellige ligninger anvendes for å beregne strømningsmengde og/eller komponentfraksjoner av fluidet som strømmer gjennom føringsrørstrengen 915 ved anvendelse av de ovennevnte parametere, som beskrevet i det nevnte '095 patent.

[0138] Strømningsmåleren 1275 kan inkludere en hastighetsføler 1291 og en lyd-hastighetsføler 1292 for å måle forplantningshastighet henholdsvis lydhastighet av fluidet, opp gjennom innsiden av føringsrørstrengen 1215, idet disse parametere anvendes i ligninger for å beregne strømningsmengde og/eller fasefraksjoner av fluidet. Som illustrert kan følerne 1291 og 1292 være integrert i en enkelt strømningsfølgersammenstilling (FSA) 1293. Alternativt kan følerne 1291 og 1292 være separate følere. Hastighetsføleren 1291 og lydhastighetsføleren 1292 i strømningsfølgersammenstillingen FSA 1293 kan være lignende de som er beskrevet i det felles eide US-patent 6.354.147 med tittel "Fluid Parameter Measurement in Pipes Using Acoustic Pressures", utstedt 12. mars 2002 og som innlemmet heri som referanse.

[0139] Strømningsmåleren 1275 kan også inkludere trykktemperaturfølere 1214a,b omkring utsiden av føringsrørstrengen 1215 idet følerne 1214a,b er lignende de som er beskrevet i detalj i det felles eide US-patent 5.892.860 med tittel "Multi-Parameter Fiber Optic Sensor For Use in Harsh Environments", utstedt 6. april 1999 og innlemmet heri som referanse. Alternativt kan trykk- og temperaturfølerne være separate fra hverandre. Videre kan for noen utførelsesformer strømningsmåleren 1275 anvende en optisk differensialtrykkføler (ikke vist). Følerne 1291, 1292 og/eller 1214a,b kan være festet til føringsrørstrengen 1215 ved bruk av metoder og apparat beskrevet i forbindelse med fastsetting av følerne 30, 130, 230, 330, 430 til føringsrørstrengene 5, 105, 205, 305, 405 i figurene 1-5 i US-patentsøknad emd løpenr. (USSN) 10/676.376 (kodebetegnelse WEAT/0438) med tittel "Permanent Downhole Deployment of Optical Sensors", inngitt 1. oktober 2003, som er innlemmet i sin helhet som referanse.

[0140] Den optiske ledning 1270b er anordnet for optisk kommunikasjon mellom følerne 1291, 1292 og 1214a,b og en eventuell nedhulls kontroller 1210. En optisk eller elektrisk ledning er anordnet mellom den nedhulls kontroller 1202 og følerne i den nedhulls utplasseringsventil 150. Den nedhulls kontroller 1210 er i data-/energikommunikasjon med SMCU 65 via ledningen 1270. Den nedhulls kontroller tilveiebringer forsterkning, modulering og multiplekserende muligheter for kommunikasjon mellom følerne 1291, 1292 og 1214a,b og SMCU 65.

[0141] Eventuelt kan et konvensjonelt densitometer (for eksempel et nukleært fluid densitometer) anvendes for å måle blandingsdensitet som illustrert i figur 2B i det

nevnte '095 patent. For andre utførelsesformer kan imidlertid blandingsdensitet bestemmes basert på et målt differensialtrykk mellom to vertikalt anbrakte målepumper og en lydshastighet av fluidblandingen, også beskrevet i '095 patentet.

[0142] Mens returene 50r sirkulerer opp gjennom ringrommet 1225 kan strømningsmåleren 1275 anvendes for å måle strømningsmengden av returene 50r i sanntid. Videre kan strømningsmåleren 1275 anvendes for å måle komponentfraksjonene av olje, vann, slam, gass og/eller partikkelformet substans inklusive borekaks, som strømmer opp gjennom ringrommet, i sanntid i returene 50r. Spesifikt sender de optiske følere 1291, 1292 og 1214a,b de målte borehullparametere opp gjennom kontrolleringen 1270 til SMCU 65. Den optiske signalbearbeidende del av SMCU 65 beregner strømningsmengde og komponentfraksjoner av returene 1225 ved å anvende ligningene og algoritmene beskrevet i '095 patentet.

[0143] Ved anvendelse av strømningsmåleren 1275 for å oppnå sanntidsmålinger under boring kan blandingen av borefluidet 50f endres ved optimering av borebetingelser og strømningsmengden av borefluidet 50f kan reguleres for å tilveiebringe den ønskede sammensetning og/eller strømningsmengde av returene 50r. I tillegg kan sanntids målinger under boring vise seg å være til hjelp i indikering av den mengde borekaks som ankommer til overflaten 5 av borehullet 100, spesifikt ved å måle mengden av borekaks tilstede i returene 50r når disse strømmer opp gjennom ringrommet ved bruk av strømningsmåleren 1275, og deretter måle mengden av borekaks tilstede i fluidet som slipper til overflaten 5. Sammensetningen og/eller strømningsmengden av borefluidet 50f kan da reguleres under boreprosessen for eksempel å sikre at borekaks ikke akkumulerer inne i borehullet 100 og hindrer banen av borestrengen 105 gjennom formasjonen.

[0144] Anvendelse av strømningsmåleren 1275 kan være fordelaktig for boring av borehull med liten diameter. I boring av borehull med liten diameter blir overvåkning av strømningsmengder meget viktig på grunn av at en liten endring i fluidvolum i brønnen translateres i en signifikant endring i høyde og følgelig trykkehøyde i ringrommet. Generelt, hvis inngående massestrømning tilsvarer utgående massestrømning er da brønnen under kontroll. Hvis utgående massestrømning er større enn inngående massestrømning foregår det da en innstrømning av brønnfluid i borehullet. Hvis den inngående massestrømning er større enn den utgående massestrømning strømmer da borefluid inn i formasjonen, det vil si fluid

lekker inn i formasjonen. Dette kan anvendes for deteksjon av et brønnsparke eller en deteksjon av tapt sirkulasjon. Samtids overvåkning av massestrømningsmengdene inn i og ut av brønnen ved bruk av strømningsmåleren 1275 tilveiebringer et alternativ til de tradisjonelle væsknivåovervåkningsmetoder fra teknikkens stand. Videre, ved å strømningsmåleren 1275 i borehullet 100, reduserer dette

[0145] Alternativt kan måling av en parameter av returblandingen (det vil si forholdet mellom olje og vann) ved anvendelse av strømningsmåleren 1275 eller en strømningsmåler i utløpsledningen fra den roterende kontrollinnretning RCD 15 anvendes for å bestemme en formasjonsterskeltrykk (det vil si poretrykk). For eksempel, hvis borefluidet er et oljebasert slam og borehullet krysser en vannførende formasjon eller (vice versa) ville en endring i forholdet mellom olje og vann indikere enten at borefluid går inn i formasjonen eller at formasjonsfluid går inn i borehullet. Fra denne opptreden kan en borebetingelse (det vil si overbalansert eller underbalansert) bestemmes og bunnhullstrykket kan reguleres i samsvar dermed. Videre, hvis endringen i forholdet mellom olje og vann er drastisk ville da et brønnsparke eller formasjonsfraktur bli indikert og passende trinn for å avhjelpe situasjonen.

[0146] Figur 13 er en alternativ nedhullskonfigurasjon 1300 for anvendelse med overflateutstyr ifølge hvilke som helst av boresystemene 200, 250, 300-700 i figurene 2, 2B og 3-7, ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. En første fôringsrørstreng 1315a kan sementeres til borehullet 100. En andre fôringsrørstreng 1315b kan anbringes i borehullet og sementeres til borehullet og den første fôringsrørstrengen 1315a. Den nedhulls utplasseringsventil DDV 150 kan monteres sammen som del av den andre fôringsrørstreng 1315b. Den nedhulls utplasseringsventil DDV 150 kan inkludere trykk (eller trykk/temperatur PT) følere 165a,b og en fôringsrørantenne 807 (montert sammen med eller nær DDV 150). Datakommunikasjon kan anordnes mellom DDV 150 og SMCU 65 via kontrollledningen 170a som kan være anbrakt langs (eller inne i) en ytre overflate av den andre fôringsrørstreng 1315b. Av hensyn til tydeligheten er kontrollledningen 170a vist utenfor borehullet 100, men ville faktisk være i et ringrom 1325a dannet mellom den andre fôringsrørstreng 1315b og borehull 100/første fôringsrørstreng 1315a eller inne i en vegg av den andre fôringsrørstrengen 1315b. Som

drøftet i det foregående kan en hydraulisk ledning 170b (ikke vist) også være ført sammen med kontrollledningen 170a for å operere den nedhulls utplasserings-ventil DDV 150. Den andre fôringsrørstreng 1315b kan også inkludere en eller flere ytterligere trykk (eller PT) følere 1365a-c anordnet i lengderetningen fra hver-
 5 andre for overvåkning av ytelsen av et ekvivalent sirkulasjons densitets reduksjonsverktøy ECDRT ("equivalent circulation density reduction tool") 1350 anbrakt i borestrengen. I tillegg kan flerfasemåleren MPM 1275 (ikke vist) også være anbrakt i den andre fôringsrørstreng 1315b. Alternativt kan den andre fôringsrørstrengen 1315b være et forlengningsrør som henger ned fra den første fôringsrørstrengen 1315a eller en tilknytningsfôringsrørstreng plassert i en polert borings-
 10 beholder PBR anbrakt i et forlengningsrør som henger ned fra den første fôringsrørstreng 1315a. Alternativt kan den første fôringsrørstreng 1315 være utelatt.

[0147] Borestrengen 1305 inkluderer det ekvivalente sirkulasjons densitets reduksjonsverktøy ECDRT 1350 og en borekrone 1310 anbrakt ved en langsgående
 15 ende derav. Nevnte ECDRT 1350 drøftet mer detaljert i det følgende, tilveiebringer hydraulisk lift til returene 50r i ringrommet 1325 for å oppveie effekten av friksjonstap på bunnhullstrykket BHP. Trykkfølerne 165a,b/1365a-c kan anvendes for å overvåke ytelsen av ECDRT i sanntid. Trykkfølerne 165a,b/1365a-c kan være
 20 anbrakt med avstand fra hverandre i lengderetningen slik at minst én trykkføler er nær ECDRT innløpet 1390 og minst én trykkføler er nær ECDRT-utløpet 1362 når ECDRT 1350 beveger seg langs den andre fôringsrørstreng 1315b. SMCU 65 kan da variere en eller flere operasjonsparametere av ECDRT 1350 (det vil si injeksjonstakten av borefluid 50f gjennom borestrengen 1305 og/eller overflatestrupe-
 25 ventilen 30) for å opprettholde et ønsket ringromstrykk. I tillegg kan SMCU 65 detektere svikt av ECDRT 1350 og signalere et behov for å trippe ECDRT 1350 for vedlikehold. Alternativt kan bare en trykkføler være anbrakt i den andre fôringsrørstreng 1315b og ytelsen av ECDRT 1350 kan overvåkes ved å beregne innløpsstrykket 1390 og/eller utløpstrykket 1362 ved bruk av en ringromsstrømningsmodell
 30 drøftet mer detaljert i det følgende.

[0148] Borestrengen 1305 kan ytterligere inkludere logging under boring LWD-sonden 1395. LWD-sonden 1395 kan inkludere et eller flere instrumenter, som for eksempel spontant potensial, gammastråling, resistivitet, nøytronporøsitet,

gamma-gamma/formasjonsdensitet, ultralyd/akustisk hastighet og kaliber. LWD-sonden 1395 kan også inkludere en trykk (eller PT) føler. Rå data fra disse instrumenter kan overføres til føringrørantennen 807 ved bruk av en EM gap submodul 825 i kommunikasjon med LWD-sonden 825. De rå data kan så videresendes til

5 SMCU 65 via kontrollledningen 170a. SMCU kan så bearbeide de rå data for å beregne litologi, permeabilitet, porøsitet, vanninnhold, oljeinnhold og gassinnhold av formasjonene A-E når disse gjennombores (eller kort tid deretter). Alternativt kan LWD-sonden inkludere en kontroller for å bearbeide eller delvis bearbeide dataene på stedet og deretter overføre de bearbeidede data til SMCU. Alternativt

10 kan loggingsdataene overføres via slampuls eller kablet borerør. Borestrengen 1305 kan videre inkludere en MWD-sonde (ikke vist) for å tilveiebringe orientering av borekronen 1310. Borestrengen 1305 kan videre inkludere en slammotor (ikke vist) og/eller et styreverktøy (ikke vist) for å styre retningen av borekronen 1310. [0149] Figurene 13A-13F er tverrsnittstegninger av et passende ECDRT 1350.

15 ECDRT 1350 inkluderer tre seksjoner 1350a-c. Den første seksjon er en turbinmotor 1350a som henter fluidenergi fra borefluid 50f pumpet gjennom borestrengen 1305 og omdanner fluidenergien til rotasjonsenergi. Den andre seksjon er en flertrinns blandet strømningspumpe 1350b som drives av turbinmotoren 1350a. Pumpen 1350b pumper returene 50r som returnerer fra borekronen 110

20 gjennom ringrommet 1325 mot overflaten 5. Den nedre seksjon 1350c inkluderer tetninger 1386a,b som er i inngrep med den indre overflate av føringrøret 1310b for å hindre at returer 50r forbipasserer pumpen 1350 gjennom ringrommet 1325. [0150] Turbinen 1350a er vist skjematisk. En mer detaljert illustrasjon kan finnes i figurene 8-12 i US-patent 6.527.513 som er innlemmet heri i sin helhet som

25 referanse. Turbinmotoren 1350a inkluderer et hus 1352 som definerer et kammer deri. En rotor 1357 er anbrakt i huskammeret og understøttes av lagringer 1354a,b for å tillate rotasjon i forhold til huset 1352. Rotoren 1357 inkluderer minst et hjulblad med et ringsystem av vinkelmessig fordelte blader. Dyser er anordnet for å rette stråler av borefluid 50f inn på bladene for å gi rotasjonsenergi til rotoren

30 1357. Borefluid 50f avledes fra motorkammeret til en boring i rotoren 1357 via et utløp 1356 fra motoren 1350a. Ved en nedre ende er rotoren 1357 rotasjonsmessig koplet til en sekskantet, splintlignende kopling 1358 til en aksling 1366 i pumpen 1350b. Den sekskantede kopling 1358 tillater noen langsgående

bevegelse mellom rotoren 1357 og pumpeakslingen 1366 inne i koplingen 1358. Motorhuset 1352 er forbundet til en øvre ende av et hus 1364 av pumpen 1350b med en gjengeforbindelse.

[0151] Pumpeakslingen 1366 er montert ved øvre og nedre ender derav ved hjelp
 5 av lagringspatroner for å sentrere pumpeakslingen 1366 inne i pumpehuset 1364. En boring i pumpeakslingen 1366 tilveiebringer en ledning for borefluid 50f til å slippe ut fra motoren 1350a gjennom pumpen 1350 til tetningsseksjonen 1350c. En skovlseksjon 1370 av pumpen 1350b inkluderer utover dannede krumninger 1368 rotasjonsmessig koplet til en ytre overflate av pumpeakslingen 1366 og som
 10 samsvarer med innover dannede krumninger 1374 rotasjonsmessig koplet til en indre overflate av pumpehuset 1364. For å tilføre energi til fluidet inkluderer hver akslingskrumning skrueformede blad 1372 tildannet derpå. Når pumpeakslingen 1366 roterer blir returene 50r påvirket av bladene 1372 når returene 50r beveger seg gjennom skovlseksjonen 1370 slik at rotasjonsenergi generert av motoren
 15 1350a overføres til returene 50r.

[0152] Den nedre seksjon 1350c inkluderer en tetningsaksling 1378 anordnet inne i et tetningshus 1380. En boring i tetningsakslingen 1378 tilveiebringer en ledning for borefluid 50f som kommer ut fra pumpen 1350 gjennom tetningsseksjonen 1350c til borestrengen 1305. Tetningshuset 1380 er forbundet til en nedre ende av
 20 pumpehuset 1364 med en gjengeforbindelse. En tetningshylse 1384 er anbrakt langs en ytre overflate av tetningshuset 1380. Tetningshylsen 1384 understøttes fra tetningshuset 1380 ved hjelp av lagringer 1382a,b slik at tetningshuset 1380 kan rotere i forhold til tetningshylsen 1384. Anordnet langs en ytre overflate av tetningshylsen 1384 er to ringromstetninger 1386a,b. Ringromstetningene 1386a,b
 25 er i inngrep med den indre overflate av føringsrøret 1310b slik at et innløp 1390 isoleres fra en del av ringrommet 1325 over ringromstetningene 1386a,b og hindrer at returer 50r i å passere forbi pumpen 1350b via ringrommet 1325. Pumpeinnløpet 1390 inkluderer en sikt for filtrering av store partikler fra returene 50r for å hindre skade på pumpen 1350b.

[0153] Returene 50r som returnerer fra borekronen 110 gjennom ringrommet 1325
 30 entrer tetningsseksjonen 1350c gjennom innløpet 1390. Returene 50r transporteres gjennom tetningsseksjonen 1350c via et ringrom 1388 dannet mellom en indre overflate av tetningshuset 1380 og en ytre overflate av tetningsakslingen

1378. Ringrommet 1388 er i fluidkommunikasjon med et pumperingrom 1376 som transporterer returene 50r til skovlseksjonen til 1370 hvor energi tilføres til returene 50r. Returene 50r går ut av pumpen 1350b ved et utløp 1362 og returnerer til overflaten 5 via ringrommet 1325.

5 [0154] Figur 14 er en alternativ nedhullskonfigurasjon 1400 for bruk med overflateutstyr ifølge hvilke som helst av boresystemene 200, 250, 300-700 i figurene 2, 8B og 3-7, ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. En fôringsrørstreng 1415 er blitt innført og sementert 120 til borehullet. Delen av borehullet 100 for fôringsrørstrengen 1415 kan ha vært boret med en konvensjonell
10 borestreng 105. Fôringsrørstrengen 1415 inkluderer den nedhulls utplasseringsventil DDV 150 og den av en induktiv kopling 1455. Fôringsrørdelen av den induktive kopling 1455 er i datakommunikasjon med SMCU 65 via kontrollledningen 170a.

[0155] En forlengningsrørstreng 1415a kan bores inn i borehullet ved bruk av en
15 innføringsstreng 1405 (det vil si en borestreng). Forlengningsrørstrengen 1415a kan være rotasjonsmessig og lengdemessig koplet til innføringsstrengen 1405 via tverrforbindelsen 1420. Tverrforbindelsen 1420 kan også tilveiebringe fluidkommunikasjon mellom en boring i innføringsstrengen 1405 og en boring i forlengningsrøret 1415a. Tverrforbindelsen 1420 kan også tjene som et anker (eller
20 anker og pakning) for å henge forlengningsrøret 1415a ned fra fôringsrøret 1415 så snart boring er fullført. Alternativt kan et separat anker være inkludert. Om innføringsstrengen 1405 er nødvendig avhenger av om en lengde av forlengningsrørstrengen 1415a er lenger enn lengden av fôringsrørstrengen 1415 (pluss eventuelt forekommende havdybde, hvis dette passer).

25 [0156] En borekrone 1410 og slammotor 1460 er anbrakt på en langsgående ende av forlengningsrørstrengen 1415a. Borekronen 1410 og slammotoren 1460 kan være boredyktige eller kan være låst til forlengningsrørstrengen og avtakbar (eller en kan være borbar og den andre fjernbar). En trykk (eller PT) føler 1465 er anbrakt nær den langsgående ende av forlengningsrørstrengen. Trykkføleren
30 1465 er i fluidkommunikasjon med ringrommet 1425 og en boring i forlengningsrøret 1415a. Trykkføleren 1465 er i signalkommunikasjon med del av den induktive kopling 1455 via kontrollledningen 1470. Kontrollledningen 1470 kan være anbrakt i et spor dannet i en ytre overflate av forlengningsrøret tilsvarende det

kablede fôringsrør 215j (eller hvilke helst alternativer drøftet dermed). Selv om bare én induktiv kopling 1455 er vist kan en andre induktiv kopling være installert som drøftet i det foregående med henvisning til figur 9 (eller hvilke som helst andre alternativer drøftet dermed). Overflateutstyr for å sette sammen segmenter av det kablede forlengningsrør 1415a under boring er vist i US Pat.Pub. 2004/-

5 0262013 (kodebetegnet WEAT/0383), som er innlemmet heri som referanse. Trykkføleren 1465 kan ha vært i datakommunikasjon med SMCU 65 mens segmenter fremdeles ble tilføyd til forlengningsrørstrengen 1464a. I tillegg kan innføringsstrengen 1405 inkludere en gap submodul 825 (og ytterligere del av den

10 induktive kopling) for overføring av et signal fra trykkføleren 1465 under boring eller innføringsstrengen 1405 kan være kabelforbundet (hvis innføringsstrengen 1405 behøves).

[0157] Så snart boring er fullført (det vil si at forlengningsrørdelen av den induktive kopling 1455 er innrettet på linje med fôringsrørdelen av den induktive kopling

15 1455) kan forlengningsrøret 1415a sementeres i borehullet 100. Slammotoren 1460 og borekronen 1410 kan fjernes før sementering (hvis en lås anvendes). Et sementeringsverktøy (ikke vist) kan være inkludert for å lette sementeringsoperasjonen. Etter injeksjon av sementen kan innføringsstrengen 1405 fjernes. Boring kan fortsettes ved boring gjennom borekronen og/eller slammotoren (hvis låsen

20 ikke ble anvendt). Trykkføleren 1465 vil være i data/energikommunikasjon med SMCU 65 via den induktive kopling 1455. Alternativt kan et eller flere konsentriske forlengningsrør være anbrakt i forlengningsrøret 1415a og hvert ha en ytterligere borekrone forbundet dertil. I dette alternativ ville innføringsstrengen være forbundet til det innerste konsentriske forlengningsrør. En løsbar forbindelse, det vil si en

25 skjærtapp, ville holde forlengningsrørene sammen. Så snart det ytterste forlengningsrør var innboret ville en av skjærtappene brytes og boring ville fortsette med det neste indre forlengningsrør. Hvert av forlengningsrørene kan inkludere en trykkføler og en induktiv kopling. Alternativt kan fôringsrørstrengen 1415 være blitt innboret (med den nedhulls utplasseringsventil DDV 150 eller med bare en trykk-

30 føler).

[0158] Figur 15 er et flytskjema som illustrerer operasjon 1500 av overflateovervåknings- og styreenheten (SMCU) 65 ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. SMCU operasjon 1500 kan være for hvilke som helst av

boresystemene 200, 250, 300-1000, 1050, 1075 og 1100-1400. Under handling 505 innfører SMCU 65 konvensjonelle boreparametere, som for eksempel riggpumpeslag (og/eller slagtakt), standrørtrykk (SPP) (fra trykkmåleren 25b), brønnhodetrykk (WHP) (fra trykkmåleren 25a), dreiemoment utøvet av toppdrivinn-

5 retningen 17 (eller rotasjonsbord), borekronedybde og/eller hulldybde, rotasjons-
hastighet av borekronen 105, og den oppoverrettede kraft som riggarbeidet utøver
på borestrengen 105 (krokbetasting). Boreparametere kan også inkludere slam-
densitet, borestrengdimensjoner og føringsrørdimensjoner. Minimalt kan SMCU 65
innføre minst én av SPP og WHP og minst én av borefluidstrømningsmengde

10 (riggpumpetakt) og returstrømningsmengde (hvis en strømningsmåler anvendes).
[0159] Samtidig, under handlingen 1510 innfører SMCU 65 en trykkmåling fra DDV
150 måleren eller målerne 165a,b (som kan være bare en trykkmåler, det vil si 465a).
Kommunikasjonen mellom SMCU 65 og boreparameterkildene og DDV målerne
165a,b er en forbindelse med høy båndbredde (det vil si større enn eller lik ett

15 tusen bits per sekund). Avhengig av forskjellige faktorer, som for eksempel typen
av dataledning som anvendes, kanalbredde, etc., båndbredde på ti tusen, ett
hundre tusen, én million bits per sekund, eller enda høyere, kan oppnås. Disse
høye båndbredeforbindelser understøtter høye eller kontinuerlige samplings-
takter av data (det vil si større enn eller lik ti ganger per sekund). Avhengig av for-

20 skjellige faktorer, som for eksempel båndbredde, maskinvarehastigheter, etc., kan
samplingstakter på ett hundre, ett tusen ganger per sekund eller enda høyere
oppnås. Videre beveger dataene seg gjennom forbindelsesmediene med en lys-
hastighet slik at databevegelsestiden er neglisjerbar. Boreparametere og DDV
trykkmålingen tilføres derfor SMCU 65 i sanntid (RTD).

25 [0160] Under handlingen 1515, fra i det minste noen av boreparametere, kan
SMCU 65 beregne en ringromsstrømningsmodell eller trykkprofil. Under handling-
en 1520 kan SMCU 65 så kalibrere ringromsstrømningsmodellen ved bruk av
minst én av (eller i det minste to av eller alle) DDV trykket 1510, standrørtrykk 25b,
og brønnhodetrykk 25a. Under handlingen 1525 ved bruk av den kalibrerte ring-

30 romsstrømningsmodell bestemmer SMCU 65 et ringromstrykk ved en ønsket
dybde. I tillegg kan der være to eller flere ønskede dybder mellom målerdybden og
bunnhulldybden BHD. Som drøftet mer detaljert i det følgende kan den ønskede
dybde være en dybde av en formasjon (eller del derav) som kan generere et

brønnsparke hvis trykket ikke styres omhyggelig i en balansert eller overbalansert boreoperasjon eller den ønskede dybde kan være en dybde av en formasjon (eller del derav) som er tilbøyelig til kollaps hvis trykket ikke omhyggelig kontrolleres i en underbalansert boreoperasjon.

5 [0161] Under handlingen 1527 sammenligner SMCU 65 det beregnede ringroms-trykk med en eller flere formasjonsterskeltrykk (det vil si poretrykk, stabilitetstrykk, frakturtrykk og/eller avlekkingsstrykk) for å bestemme om en innstilling av en strupeventil 30 behøver å justeres. Alternativt, som drøftet i det foregående, kan SMCU 65 i stedet endre injeksjonstakten av borefluid 50f og/eller endre densiteten
10 av borefluidet 50f. Alternativt kan SMCU 65 bestemme om det beregnede ringromstrykk er innenfor et vindu definert av to av terskeltrykkene. Vinduet kan inkludere en sikkerhetsmargin fra hvert av terskeltrykkene. Hvis strupeventilen 30 innstillingen må reguleres under handlingen 1530 bestemmer SMCU 65 en strupeventilinnstilling som opprettholder det beregnede ringromstrykk innenfor en ønsket
15 operasjonsramme eller ved et ønsket nivå (det vil si større enn eller likt) i forhold til nevnte et eller flere terskeltrykk ved den ønskede dybde. SMCU 65 sender da et kontrollsignal til strupeventilen 30 for å variere strupingen slik at det beregnede ringromstrykk opprettholdes ifølge det ønskede program. Handlingene 1505-1527 kan gjentas kontinuerlig (det vil si i sanntid). Dette er fordelaktig ved at plutselig
20 formasjonsendringer eller hendelser (for eksempel et brønnsparke) øyeblikkelig kan detekteres og kompenseres for (for eksempel ved å øke tilbaketrykket utøvet på ringrommet ved hjelp av strupeventilen 30).

[0162] SMCU 65 kan således også innføre et bunnhullstrykk BHP (det vil si fra føleren 825) under handlingen 1535. Ettersom målingen overføres til SMCU 65
25 ved bruk av elektromagnetisk EM eller slampulsteleometri er målingen ikke tilgjengelig i sanntid. Dette er en følge av den lave båndbredde av både elektromagnetiske EM og slampulssystemer. Videre, som drøftet i det foregående, blir bevegelsestiden for slampulssignalet signifikant for dypere brønner. Samplings-
30 takten av bunnhullstrykk BHP-signalet er således begrenset. Bunnhullstrykk BHP-målingen kan imidlertid fremdeles være verdifull spesielt ettersom avstanden mellom den nedhulls utplasseringsventil DDV 150 og bunnhullsdybden BHD blir signifikant. Ettersom den ønskede dybde vil være under den nedhulls utplasseringsventil DDV 150 ekstrapolerer SMCU 65 den kalibrerte strømningsmodell for å

beregne den ønskede dybde. Regelmessig kalibrering av ringromsstrømningsmodellen med bunnhullstrykket BHP vil således forbedre nøyaktigheten av ringromsstrømningsmodellen til tross for den lave samplingstakt. Alternativt, hvis borestrengen 105 er en spolerørstreng (med innleirede ledninger) eller kablet borerør, kan da en høy båndbredde etableres for bunnhullstrykk BHP-målingen.

[0163] Alternativt kan handlingen 1505 gjennomføres ved hjelp av et separat rigg-datafangstsystem (ikke vist) som kan være i kommunikasjon med SMCU 65. Alternativt, eller i tillegg til det første alternativ, kan handlinger 1515 og/eller 1520 utføres av en ingeniør med en separat computer (det vil si en laptop computer) som da manuelt kan entre eller hente opp de nødvendige parametere fra ringromsstrømningsmodellen og/eller den kalibrerte strømningsmodell) til SMCU 65. Ingeniørens computer kan være i kommunikasjon med SMCU 65 og/eller rigg-datafangstsystemet for nedlasting av de nødvendige data for å generere og/eller kalibere ringromsstrømningsmodellen. Alternativt, eller i tillegg til første og andre alternativer kan handlingen 1525, 1527 og/eller 1530 utføres manuelt.

[0164] Under handlingen 1540 med tilsetning eller fjerning av borestrengsegmenter opprettholder SMCU 65 også det beregnede ringromstrykk større enn eller likt formasjonsterskeltrykket ved den ønskede dybde nemlig ved å aktivere treveis ventilen 70, operere CCS 350a eller CFS 350b, eller operere akkumulatoren 480.

[0165] Figur 16 er en borehulltrykkprofil som illustrerer en ønsket dybde av figur 15. Trykkføleren 165b er vist anbrakt i føringsrørstrengen 115 ved en dybde D_s . Formasjonsendringer har bevirket diskontinuiteter i frakturtrykkprofilen. Den ønskede dybde D_d er den dybde hvor frakturtrykket er ved et minimum og er nærmest til poretrykket, slik at det etterlates et snevert borevindu. Under en balansert/overbalansert boreoperasjon ville det være fordelaktig å opprettholde ringromstrykket i det snevre borevindu (ringromstrykket ved den ønskede dybde D_d er større eller likt poretrykket ved den ønskede dybde og mindre enn likt frakturtrykket ved den ønskede dybde D_d) av grunner drøftet i det foregående. Under handlingen 1525 ville SMCU 65 beregne ringromstrykket ved den ønskede dybde D_d endog når bunnhulldybden BHD er betraktelig dypere enn den ønskede dybde D_d . I tillegg kan SMCU 65 overvåke både trykket ved den ønskede dybde D_d og bunnhullstrykket BHP og kontrollere strupeventilen 30 slik at ringromstrykket ved den ønskede dybde D_d er i det snevre vindu mens bunn-

hullstrykket BHP opprettholdes i vinduet ved bunnhullsdybden BHD. I tillegg kan det være to eller flere ønsker dybder mellom følerdybden og bunnhullsdybden.

Som vist er frakturtrykkprofilen blitt uregelmessig på grunn av endring av formasjonene. Alternativt eller i tillegg til dette kan poretrykkprofilen (eller hvilke
5 som helst av de andre terskeltrykk) ha blitt irregulær på grunn av formasjons-
endringer.

[0166] Figur 17 er en borehulltrykkgradientprofil som illustrerer et eksempelvis borevindu (skravert) som er tilgjengelig ved bruk av boresystemene 200, 250, 300-
1000, 1050, 1075 og 1100-1400. Som med figurene 1B og 10B er dette en trykk-
10 gradientgraf slik at vertikale linjer angir en lineær økning av trykket med dybden. Føringssrøret 915 er innstilt ved en grenselinje i formasjonen A. Et første forlengningsrør 915 er innstilt ved en grenselinje av formasjon B. Et andre forlengningsrør 915b er innstilt ved en grenselinje av formasjon C. Føringssrøret 915 og forlengningsrørene 915a,b kan være konfigurert som vist i figur 9, hvert med trykkfølere og
15 induktive koplinger. Alternativt kan bare føringssrøret 915 ha en nedhulls utplasseringsventil DDV eller en trykkføler. Alternativt kan forlengningsrørene 915a,b hver være strenger av føringssrør som strekker seg til overflaten 5, hver med en nedhulls utplasseringsventil DDV eller trykkføler. Alternativt kan en av forlengningsrørene 915a,b bære en streng av føringssrør og ett av forlengningsrørene kan være
20 et forlengningsrør, som hvert har en DDV eller trykkføler. Alternativt kan tilknytningsføringssrørstrengene, som hvert har en DDV eller trykkføler, anvendes med forlengningsrørene (se figurene 11A og 11B).

[0167] Borevinduet er på en side avgrenset av en borehull stabilitetsgradient og på den andre side av den minste av en frakturgradient og en avlekkingsgradient (når
25 denne forekommer). Borevinduet inkluderer tre subvindusdeler: en underbalansert del UB, en blandet underbalanser og overbalansert del MB, og en overbalansert del OB. Hver av disse subporsjoner er definert ved topper og daler av respektive grenselinjer. For eksempel forekommer under boring av formasjon B en merkbar dal V og en topp P i stabilitetsgradienten som avgrenser UB subvinduet. Etter
30 festing av føringssrørstrengen 915 slik at formasjon A isoleres, bestemmes først det minimums UB subvindu ved en ganske vertikal del VP av stabilitetsgradienten. Gradienten synker så inn i dalen V. Borevinduet er imidlertid ikke bundet av dalen V på grunn av at å gjøre dette ville bringe ringromstrykket over dalen til å minske

under den vertikale del VP slik at borehullet er i fare for sammenstyrting. På lignende måte, når toppen P møtes blir den en grense for boring ved dybder under toppen inntil en større topp møtes. Lignende prinsipper gjelder de andre grenselinjer.

- 5 [0168] Boresystemene 200, 250, 300-1000, 1050, 1075 og 1100-1400 kan anvendes for å bore hver seksjon av borehullet 100 i hvilke som helst av de tilgjengelige subvinduer. For eksempel kan formasjon A bores både i OB og MB subvinduene. Formasjon B kan bores i sin helhet i UB, MG eller OB subvinduene eller kan alternere mellom disse tre. Der er fordeler og ulemper ved boring i hvert
- 10 subvindu og disse kan variere for hvert spesielt borehull 100. En programvaremodelleringspakke kan anvendes for å evaluere farene og fordelene ved boring av et spesielt borehull i et spesielt subvindu. Disse programvarepakker vil også tilveiebringe økonomiske modeller for hver spesiell modus av boring, slik at ingeniørene settes i stand til å foreta informerte avgjørelser med hensyn til hvilket
- 15 som helst subvindu eller kombinasjon derav som kan være mest gunstig.
- [0169] Sanntids dataytelsene av boresystemene 200, 250, 300-1000, 1050, 1075 og 1100-1400 muliggjør bedre kontroll slik at en operatør settes i stand til å forbli i det minste innenfor borevinduet, foretrukket et selektert borevindu, spesielt når vinduene blir meget snevre, for eksempel under boring av formasjoner C og D.
- 20 Alternativt kan en formasjon bores utenfor vinduene, det vil si bunnhullstrykket BHP opprettholdes over avlekkasjetrykket og/eller frakturtrykket. Dette alternativ kan være ønskelig ved boring gjennom risikofylte formasjoner (det vil si hydrogen-sulfid) for å sikre at formasjonen ikke bevirker brønnspark.
- [0170] Figur 18A er en trykkprofil, lignende figur 1A, og viser fordeler ved en boremodus som kan gjennomføres ved hjelp av hvilke som helst av boresystemene
- 25 200, 250, 300-1000, 1050, 1075 og 1100-1400. Som sammenlignet med figur 1A kan et lettere borefluid anvendes. Ringromstrykket kan opprettholdes i borevinduet ved utøvelse av tilbaketrykk (CP), for eksempel ved bruk av strupeventilen 30 i boresystemet 200. Under tilføyelse eller fjerning av segmenter til eller fra bore-
- 30 strengen kan ringromstrykket for eksempel opprettholdes ved å anvende den treveis ventil 70 og strupeventilen 30 (SP+CP). Lignende resultater kan oppnås anvende akkumulatoren 480 eller CCS/CFS-systemet 350a,b. Anvendelse av det

lettere borefluid tillater at måldybden D4 kan nås uten innføring av en mellomliggende streng av fôringsrør.

[0171] Figur 18B er et fôringsrørprogram, lignende figur 1B, og viser fordeler av en boremodus som kan gjennomføres ved hjelp av hvilke som helst av boresystemene 200, 250, 300-1000, 1050, 1075 og 1100-1400. Ettersom det statiske trykk SP og det dynamisk trykk DP av et spesielt borefluid kan egaliseres og ringromstrykket overvåkes og kontrolleres i sanntid kan sikkerhetsmarginene reduseres slik at det nødvendige antall fôringsrørstrenger reduseres i sterk grad. Som vist oppnås måldybden med en 19,36 cm fôringsrørstreng som tillater at brønnen kan kompletteres med en tilstrekkelig dimensjonert produksjonsrørstreng. Videre realiseres signifikante omkostningsbesparelser ved at man bare behøver å feste færre forskjellig dimensjonerte fôringsrørstrenger.

[0172] Figur 19 illustrerer en produktivitetsgraf som kan beregnes og genereres ved hjelp av SMCU 65 under underbalansert boring, ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Grafen inkluderer en produktivitetskurve avsatt som en funksjon av produktivitet (venstre vertikalakse) mot målt dybde (horisontal akse). Grafen kan videre inkludere en borehull trajektoriekurve avsatt som en funksjon av total vertikal dybde (høyre vertikalakse) mot målt dybde. Produktivitetsverdien kan beregnes av SMCU 65 ved bruk av en strømningsmengde av en formasjon som gjennombores målt ved overflate flerfasemåleren MPM 610a og/eller den nedhulls flerfasemåler 1275, et poretrykk eller stengetrykk av formasjonen som kan beregnes ved bruk av forhåndseksisterende data og/eller data oppnådd fra LWD-sonden 1395 eller målt ved hjelp av en transient trykktest, og bunnhullstrykket BHP beregnes ved bruk av ringroms trykkprofilen og/eller bunnhullstrykkføleren 865. Produktivitetsberegningen tillater pseudo-kvantitativ og pseudo-kvalitativ karakterisering av et reservoar under underbalansert boring. Så snart produktivitetskurven genereres over lengden av formasjonen kan formen produktivitetskurven sammenlignes med kjente former for å bestemme formasjonstype (for eksempel matriks, fraktur, vulgar, kanalsand, ikke-produktiv eller oppdelt i avdelinger). Den illustrerte produktivitetskurve er av matrikstypen.

[0173] Det kan observeres at borehull trajektoriekurven skjærer et produktivt lag som identifisert ved hjelp av produktivitetskurven. Produktivitetskurven kan

anvendes for geostyring under avviks (det vil si horisontal) boring for å maksimere brønnproduktivitet under minimering av lengden av borehullet slik at netto tilstedeværende verdi øker. Formasjonsfaktorer, som for eksempel hellingsvinkel, porøsitet og en approksimering av relativ in situ permeabilitet kan også bestemmes.

- 5 Produktivitetsgrafene kan også identifisere suboptimale boreoperasjonshendelser som kan bevirke uønsket formasjonsforringelse. Videre kan produktivitetsgrafene anvendes for å identifisere snevre formasjoner som ellers kunne ha vært oversett ved bruk av konvensjonelle metoder.

- [0174] Figur 20 illustrerer et kompletteringssystem 2000 ifølge en ytterligere utførelsesform av den foreliggende oppfinnelse. Kompletteringssystemet 2000 kan
10 installeres i borehull 100 boret med hvilke som helst av boresystemene 200, 250, 300-1000, 1050, 1075 og 1100-1400. Borehullet er blitt boret gjennom en hydrokarbonførende formasjon (HC-formasjon). Hvis formasjonen er blitt boret underbalansert kan kompletteringssystemet 2000 også installeres underbalansert (uten
15 å "drepe" formasjonen). En del av en induktiv kopling 2055 er blitt installert på den siste føringsrørstreng 2015. Alternativt kan føringsrørstrengen 2015 være en forlengningsrørstreng. Selv om bare en induktiv kopling 2055 er vist kan en andre induktiv kopling installeres som drøftet i det foregående med henvisning til figur 9 (eller hvilke som helst andre alternativer drøfter dermed). Føringsrørstrengen 2015
20 inkluderer også den nedhulls utplasseringsventil DDV 150. Som drøftet i det foregående tillater DDV at den roterende kontrollinnretning RCD 15 kan fjernes ved innføring av utstyr som ikke vil passe gjennom den roterende kontrollinnretning 15, det vil si ekspanderbart forlengningsrør 2015a og et ekspansjonsverktøy (ikke vist).

- 25 [0175] Det ekspanderbare forlengningsrør 2015a er blitt innført til en del av borehullet 100 som strekker seg gjennom HC-formasjonen og er blitt ekspandert til inngrep med borehullet 100 ved bruk av et ekspansjonsverktøy (ikke vist) som bæres av innføringsstrengen. Ekspansjonsverktøyet kan være et radiale ekspansjonsverktøy med fluidaktiverte ruller eller en konus som enkelt skyves/trekkes gjennom
30 forlengningsrøret. Det ekspanderbare forlengningsrør 2015a inkluderer en eller flere trykk (eller trykktemperatur PT) følere 2065a,b i fluidkommunikasjon med en boring derav. En kontrollledning 2070 anbrakt i en vegg av det ekspanderbare forlengningsrør 2015a tilveiebringer datakommunikasjon mellom trykkfølerne

2065a,b og del av den induktive kopling 2055 Alternativt kan kontrolledningen 2070 være anbrakt langs en ytre overflate av det ekspanderbare forlengningsrør 2015a. Kontrolledningen 2070 kan også tilveiebringe energi til trykkfølerne 2065a,b. Formasjonsdelen av borehullet 100 kan være blitt underopprømmet, som

5 for eksempel med en bisenter eller ekspanderbar borekrone som resulterer i en diameter nær en indre diameter av føringsrørstrengen 2015. Det ekspanderbare forlengningsrør 1135a kan være konstruert fra et eller flere lag (tre lag som vist). De tre lag inkluderer et slisset strukturelt basisrør, et lag av filtermedia og en ytre beskyttende kappe, eller "skjerm". Både basisrøret og den ytre skjerm er konfigur-

10 ert til å tillate hydrokarboner å strøomme gjennom perforasjoner formet deri. Filtermaterialet holdes mellom basisrøret 1140a og den ytre skjerm og tjener til å filtrere sand og andre partikler fra å entre forlengningsrøret 2015a og et produksjonsrør. Selv om en vertikal komplettering er vist kan kompletteringssystemet 2000 også installeres i et side eller lateralt borehull.

15 [0176] Alternativt kan et konvensjonelt ikke-perforert forlengningsrør (ikke vist, se figur 9) innføres og sementeres til HC-formasjonen og deretter perforert til å tilveiebringe fluidkommunikasjon. Alternativt kan et perforert forlengningsrør (og/eller sandfilter) og gruspakking installeres eller HC-formasjonen kan etterlates eksponert (også kjent som "barfotet"). Alternativt eller i tillegg kan en fjernbar eller

20 utborbar selvtettende plugg festes i føringsrøret 2015 for å isolere HC-formasjonen for innføring av det ekspanderbare forlengningsrør 915a. Forlengningsrørinnsstrengen kan da inkludere et opphentingsverktøy eller borekrone og pluggen kan tas ut eller gjennombores for å eksponere HC-formasjonen. Opphentingsverktøyet og pluggen eller borekronen ville da bli etterlatt ved bunnen av bore-

25 hullet 100.

[0177] En pakning 2020 er blitt innført i borehullet 100 og aktivert til et inngrep med en indre overflate av føringsrøret 2015. Pakningen 2020 kan inkludere en fjernbar plugg i produksjonsrørforlengelsen slik at HC-formasjonen isoleres under innføring av en streng av produksjonsrør 2005. Strengen av produksjonsrør 2005 kan så

30 innføres i borehullet 100 og henge ned fra brønnhodet 10 og i inngrep med pakningen 2020 slik at en langsgående ende av produksjonsrøret 2005 er i fluidkommunikasjon med forlengningsrørboringen. Alternativt kan pakningen 2020 og produksjonsrøret 2005 innføres i borehullet under den samme tripp. Hydrokarbon-

er produsert fra formasjonen entrer en boring i forlengningsrøret 2015a, beveger seg gjennom forlengningsrørboringen og entrer en boring i produksjonsrøret 2005 for transport til overflaten.

[0178] I en ytterligere utførelsesform (ikke vist) kan et tett (ikke-perforert)

- 5 ekspanderbart forlengningsrør og et radiale ekspansjonsverktøy bæres av en borestreng i tilfellet av en problemformasjon (det vil si en ikke-hydrokarbon vann- eller saltvannførende formasjon eller en formasjon ved avlekking eller frakturtrykk) påtreffes under boring. For å isolere problemformasjonen kan forlengningsrøret og ekspansjonsverktøyet innrettes på linje med formasjongrensen og det radiale
- 10 ekspansjonsverktøy kan aktiveres slik at en del av forlengningsrøret ekspanderes til inngrep med formasjonen. Borestrengen og ekspansjonsverktøyet kan deretter fremføres/tilbaketrekkes (endog under boring) for å ekspandere resten av forlengningsrøret til inngrep med problemformasjonen. Problemformasjonen blir så isolert fra forurensning inn i eller produksjon fra under boreoperasjonen og etter-
- 15 følgende produksjon fra andre formasjoner uten nødvendigheten av en separat tripp. Denne utførelsesform kan være forlikelig med hvilke som helst av bore-systemene 200, 250, 300-1000, 1050, 1075 og 1100-1400.

[0179] I en ytterligere utførelsesform inkluderer en fremgangsmåte for boring av et

- 20 borehull en handling med å bore borehullet ved å injiseres borefluid gjennom en rørstreng anbrakt i borehullet, idet rørstrengen omfatter en borekrone anbrakt på en bunn av rørstrengen. Borefluidet kommer ut fra borekronen og medfører borekaks fra borekronen. Borefluidet og borekaks (returer) strømmes til en overflate av borehullet via et ringrom definert av en ytre overflate av rørstrengen og en indre overflate av borehullet. Fremgangsmåten inkluderer videre en handling gjennom-
- 25 ført under boring av borehullet med å måle et første ringromstrykk (FAP) ved bruk av en trykkmåler festet til en føringstreng som henger ned fra brønnhodet i borehullet. Fremgangsmåten inkluderer videre en handling utført under boring av borehullet med å kontrollere et andre ringromstrykk (SAP) utøvet på en formasjon eksponert til ringrommet. I ett aspekt av utførelsesformen befinner trykkmåleren seg
- 30 ved eller nær en bunn av føringstrengen.

[0180] I et ytterligere aspekt av utførelsesformen inkluderer fremgangsmåten videre overføring den første ringromstrykk FAP-måling til en overflate av borehullet ved bruk av et medium med høy båndbredde. Trykkmåleren kan være i kommuni-

kasjon med en overflate overvåknings- og kontrollenhet (SMCU) via en kabel
 anbrakt langs en ytre overflate av fôringsrørstrengen eller inne i en vegg av
 fôringsrørstrengen. Antennen kan være festet til fôringsrørstrengen. Borestrengen
 kan inkludere en andre trykkmåler ved eller nær en bunn derav konfigurert til å
 5 måle et bunnhullstrykk (BHP) og en gap submodul i kommunikasjon med den
 andre trykkmåler. Fremgangsmåten kan videre inkludere overføring av en bunn-
 hullstrykk BHP måling fra borestreng gap submodulen til fôringsrørantennen og
 videreføring av bunnhullstrykk BHP-målingen til overflaten via kabelen. En for-
 lengningsrørstreng kan henges ned fra fôringsrørstrengen ved eller nær en bunn
 10 av fôringsrørstrengen. Forlengningsrørstrengen kan ha en andre trykkmåler kon-
 figurert til å måle et tredje ringromstrykk (TAP). Hver av fôringsrørstrengen og for-
 lengningsrøret kan ha del i en induktiv kopling. Fremgangsmåten kan videre
 inkludere måling av TAP med forlengningsrørføleren; overføring av TAP-målingen
 fra forlengningsrøret til fôringsrørstrengen via den induktiv kopling; og videre be-
 15 fordring av TAP-målingen til SMCU via kabelen.

[0181] I et ytterligere aspekt av utførelsesformen kan fremgangsmåten ytterligere
 inkludere beregning av SAP ved bruk av FAP-målingen. FAP kan måles kontinu-
 lig og SAP kan beregnes kontinuerlig. SAP kan beregnes ved bruk av i det minst
 én av et standrørtrykk og et brønnhodetrykk og minst én av strømningsmengde av
 20 borefluid injisert inn i rørstrengen og en strømningsmengde av returene. Frem-
 gangsmåten kan videre inkludere måling under boring av et bunnhullstrykk (BHP);
 og trådløs overføring av BHP-målingen til fôringsrørstrengen eller til overflaten av
 borehullet. Rørstrengen kan videre inkludere en trykkmåler anbrakt ved eller nær
 en bunn av rørstrengen og en andre trykkmåler plassert i en langsgående avstand
 25 fra trykkmåleren.

[0182] I et ytterligere aspekt av utførelsesformen gjennomføres måle- og kontroll-
 handlingene av en computer eller mikroprosessorcontroller. I et ytterligere aspekt
 av utførelsesformen kontrolleres SAP ved struping av fluidstrømningen av retur-
 ene. I et ytterligere aspekt av utførelsesformen entrer returene en separator og
 30 SAP kontrolleres ved å strupe gasstrømningen fra separatorene. I et ytterligere
 aspekt av utførelsesformen kontrolleres SAP ved kontroll av en injeksjonstakt av
 borefluidet.

[0183] I et ytterligere aspekt av utførelsesformen er borefluidet en blanding dannet ved å blande en væskedel og en gassdel og SAP kontrolleres ved å kontrollere en strømningsmengde av gassdelen. Borefluidet kan injiseres inn i rørstrengen ved bruk av en flerfasepumpe. I et ytterligere aspekt av utførelsesformen inkluderer

5 fremgangsmåten videre måling av en strømningsmengde av en flytende del av returene og en strømningsmengde av en gassdel av returene ved bruk av en multifasemåler (MPM). MPM kan være anbrakt i borehullet. I et ytterligere aspekt av utførelsesformen inkluderer fremgangsmåten videre beregning av en produktivitet av en formasjon under boring gjennom formasjonen. Rørstrengen kan være

10 en borestreng og fremgangsmåten kan videre inkludere geostyring av borestrengen ved bruk av den beregnede produktivitet.

[0184] I et ytterligere aspekt av utførelsesformen inkluderer fremgangsmåten videre måling av en injeksjonstakt av borefluidet; og sammenligning av injeksjonstakten med en strømningsmengde av returene. Rørstrengen kan være en bore-

15 streng. Borefluidet kan injiseres inn i et første kammer av borestrengen. SAP kan kontrolleres ved å injisere et fluid med en densitet forskjellig fra en densitet av borefluidet gjennom et andre kammer i borestrengen. I et ytterligere aspekt av utførelsesformen inkluderer fremgangsmåten videre separering av gass fra returene ved bruk av en høytrykksseparator og separere borekaket fra returene ved

20 bruk av en lavtrykks separator. SAP kan kontrolleres slik at SAP er mindre enn et poretrykk av formasjonen og fremgangsmåten omfatter videre utvinning av råolje produsert fra formasjonen fra returene.

[0185] I et ytterligere aspekt av utførelsesformen er rørstrengen en borestreng som inkluderer lengder av borerør sammenkoplet med gjengeforbindelse. Frem-

25 gangsmåten kan videre inkludere tilføyelse til eller fjernelse av en lengde av borerør fra borestrengen; og kontrollere SAP under tilføyelse eller fjernelse av rørlengden til/fra borestrengen. SAP kan kontrolleres under tilføyelse eller fjernelse av rørlengden ved trykksetting av ringrommet. Ringrommet kan trykksettes ved å sirkulere fluid gjennom en strupeventil. Borehullet kan være et undervanns bore-

30 hull. En stigerørstreng kan strekke seg fra en rigg ved en overflate av havet til eller nær en havbunn. Stigerørstrengen kan være i selektiv fluidkommunikasjon med borehullet. En forbiføringsledning kan strekke seg fra en plattform ved en havoverflate til eller nær en havbunn. Forbiføringsledningen kan være i selektiv fluid-

kommunikasjon med borehullet. SAP kan kontrolleres under tilføyelse eller fjernelse av rørlengden ved å injisere et andre fluid inn i forbiføringsledningen.

[0186] SAP kan kontrolleres mens rørlengden tilføyes eller fjernes ved bruk av et kontinuerlig sirkulasjonssystem eller en kontinuerlig strømningssubmodul anbrakt i borestrengen. Det kontinuerlige sirkulasjonssystem kan inkludere et hus med øvre og nedre kamre, en portventil opererbar til selektivt å isolere det øvre kammer fra det nedre kammer, et øvre kontrollhode opererbart til å komme i kontakt med en rørlengde som skal tilføyes til eller fjernes fra borestrengen, og et nedre kontrollhode opererbart til å gå til inngrep med borestrengen. Den kontinuerlige strømningssubmodul kan inkludere et hus med en langsgående boring anbrakt derigjennom og en sideport anbrakt gjennom en vegg derav, en første ventil opererbar til å isolere en øvre del av boringen fra en nedre del av boringen i respons til at borefluid injiseres gjennom sideporten, en andre ventil opererbar til å isolere sideporten fra boringen i respons til at borefluid injiseres gjennom boringen. Fremgangsmåten kan videre inkludere lading av en akkumulator under boring. SAP kan kontrolleres under tilføyelse eller fjernelse av rørlengden ved trykksetting av ringrommet med akkumulatoren. Returene kan endre en separator og SAP kan kontrolleres under tilføyelse eller fjernelse av rørlengden ved trykksetting av separatoren.

[0187] I et ytterligere aspekt av utførelsesformen kontrolleres SAP slik at SAP er større enn eller lik et poretrykk av formasjonen. I et ytterligere av utførelsesformen kontrolleres SAP slik at SAP er større enn eller lik et borehullstabilitetstrykk ("wellbore stability pressure") (WSP) av formasjonen. I et ytterligere aspekt av utførelsesformen kontrolleres SAP til å være innenfor et vindu definert av et første terskeltrykk av formasjonen, med eller uten en sikkerhetsmargin derfra, og et andre terskeltrykk av formasjonen, med eller uten en sikkerhetsmargin derfra. I et ytterligere aspekt av utførelsesformen er SAP et bunnhullstrykk. I et ytterligere aspekt av utførelsesformen er en dybde av SAP distal fra en bunn av borehullet. Fremgangsmåten kan videre inkludere at under boring beregnes SAP ved bruk av FAP; og beregning av et bunnhullstrykk (BHP) ved bruk av FAP.

[0188] I et ytterligere aspekt av utførelsesformen er fôringsrørstrengen en tilknytningsfôringsrørstreng. Den andre fôringsrørstreng kan anbringes i borehullet. Et tilknytningsringrom kan være definert mellom tilknytningsfôringsrørstrengen og den

- andre streng av fôringsrør. SAP kan kontrolleres ved å injisere et andre fluid med en densitet forskjellig fra en densitet av borefluidet gjennom tilknytningsringrommet. En andre fôringsrørstreng kan anbringes i borehullet. Et tilknytningsringrom kan defineres mellom tilknytningsfôringsrørstrengen og den andre streng av fôringsrør. Et slamtettehode kan opprettholdes i en boring av tilknytningsfôringsrørstrengen eller i tilknytningsringrommet idet slamtettehodet er et fluid med en densitet vesentlig større enn densiteten av borefluidet. Et flertall trykkfølere (TBPS) kan være anbrakt langs en lengde av tilknytningsfôringsrørstrengen. Metoden kan videre inkludere overvåkning av et nivå av et grensesnitt mellom slamtettehode og returene ved bruk av TBPS.
- [0189] I et ytterligere aspekt av utførelsesformen sementeres fôringsrørstrengen til borehullet. I et ytterligere aspekt av utførelsesformen monteres en nedhulls utplasseringsventil (DDV) sammen som del av fôringsrørstrengen nær føleren .DDV kan inkludere et hus med en langsgående boring derigjennom i fluidkommunikasjon med en boring av fôringsrørstrengen, en klaff eller kule opererbar til å isolere en øvre del av fôringsrørstrengboringen fra en nedre av fôringsrørstrengboringen, idet trykkføleren er i kommunikasjon med den nedre del av fôringsrørstrengboringen, og en andre trykkføler i kommunikasjon med den øvre del av fôringsrørstrengboringen. Fôringsrørstrengen kan være en tilknytningsfôringsrørstreng. En andre fôringsrørstreng kan anbringes i borehullet og sementeres dertil. Et forlengningsrør kan henges ned fra den andre fôringsrørstrengen ved eller nær en bunn av den andre fôringsrørstreng. Metoden kan videre inkludere fjernelse av tilknytningsfôringsrørstrengen fra borehullet, fastsetting av et andre forlengningsrør til det første forlengningsrør ved eller nær bunnen av det første forlengningsrør, det andre forlengningsrør sementeres til borehullet, en andre tilknytningsfôringsrørstreng innføres som har en andre nedhulls utplasseringsventil DDV sammensatt som en del derav og en andre trykkføler festet dertil nær den andre nedhulls utplasseringsventil DDV inn i borehullet og dannelsen av en tetning mellom det andre forlengningsrør og den andre tilknytningsfôringsrørstreng.
- [0190] I et ytterligere aspekt av utførelsesformen er rørstrengen en borestreng som videre inkluderer et ekvivalent sirkulasjons densitets reduksjonsverktøy ECDRT ("equivalent circulation density reduction tool"). ECDRT kan inkludere en motor, en pumpe og en ringromstetning. Borefluidet kan operere motoren. Ring-

romstetningen kan bringes til inngrep med fôringsrørstrengen og kan avlede returene fra ringrommet og gjennom pumpen. Pumpen kan være rotasjonsmessig koplet til motoren slik at den opereres av motoren. Pumpen kan tilføye energi til returene slik at en ekvivalent sirkulasjonsdensitet (ECD) av returene reduseres. En
5 andre trykkmåler kan være fastsatt langs fôringsrørstrengen slik at trykkmåleren er i fluidkommunikasjon med innløpet til pumpen og den andre trykkmåler er i fluidkommunikasjon med et utløp fra pumpen. Metoden kan videre inkludere måling av et tredje ringromstrykk (TAP) ved bruk av den andre trykkmåler under boring av borehullet. Metoden kan videre inkludere overvåkning av operasjonen av ECDRT
10 ved bruk av FAP eller TAP. SAP kan kontrolleres ved kontroll av en operasjonsparameter av ECDRT. ECDRT operasjonsparameteren kan være en injeksjonstakt av borefluidet.

[0191] I et ytterligere aspekt av utførelsesformen er rørstrengen en borestreng, borestrengen omfatter videre en logging under boring (LWD) sonde, og metoden
15 inkluderer videre bestemmelse av litologi, permeabilitet, porøsitet, vanninnhold, oljeinnhold og gassinnhold av en formasjon under boring gjennom formasjonen. I et ytterligere aspekt av utførelsesformen kan rørstrengen inkludere en andre fôringsrørstreng eller forlengningsrørstreng og metoden inkluderer videre å henge den andre fôringsrørstreng eller forlengningsrørstreng ned fra brønnholdet eller
20 fôringsrørstrengen. Fôringsrørstrengen kan sementeres til borehullet og kan inkludere en trykkmåler og en første del av en induktiv kopling. Den andre fôringsrørstreng eller forlengningsrørstreng kan videre inkludere en slammotor koplet til borekronen, en trykkmåler festet nær bunnen av rørstrengen, en kabel anbrakt inne i en vegg av rørstrengen, idet kabelen er i kommunikasjon med trykkmåleren og en
25 andre del av en induktiv kopling anbrakt ved eller nær en topp av rørstrengen. Den andre fôringsrørstreng eller forlengningsrørstreng kan henge ned fra fôringsrørstrengen når den andre del av den induktive kopling er i langsgående innretning på linje eller nær innretning på linje med den første del av den induktive kopling.

[0192] I et ytterligere aspekt av utførelsesformen er densiteten av borefluidet
30 mindre enn den som er nødvendig for å opprettholde formasjonen i en balansert eller en overbalansert tilstand og SAP kontrolleres for å opprettholde formasjonen i den balanserte eller overbalanserte tilstand. I et ytterligere aspekt av utførelsesformen inkluderer fremgangsmåten videre innføring av et sandfilter i formasjonen;

og sandfilteret ekspanderes til inngrep med formasjonen. Føringstrørstrengen kan sementeres til borehullet og kan inkludere en trykkmåler og en første del av en induktiv kopling. Sandfilteret kan videre inkludere en trykkmåler og en kabel anbrakt langs en ytre overflate av forlengningsrørstrengen eller inne i en vegg av forlengningsrørstrengen, idet kabelen er i kommunikasjon med trykkmåleren og en andre del av en induktiv kopling anbrakt ved eller nær en topp av sandfilteret. Sandfilteret kan ekspanderes når den andre del av den induktive kopling er i langsgående innretning på linje eller nær innretning på linje med den første del av den induktive kopling.

5 [0193] I et ytterligere aspekt av oppfinnelsen er rørstrengen en borestreng og borestrengen inkluderer videre en lengde av ekspanderbart forlengningsrør og et radiale ekspansjonsverktøy. Metoden kan videre inkludere innretning av det ekspanderbare forlengningsrør på linje med en problemformasjon og ekspandering av forlengningsrøret til inngrep med problemformasjonen slik at problem-

15 formasjonen isoleres.

[0194] I en ytterligere utførelsesform inkluderer en metode for boring av et borehull en handling med å bore borehullet ved å injisere et borefluid inn i en rørstreng omfattende en borekrone anbrakt på en bunn av rørstrengen. Borefluidet injiseres ved en borerigg. Metoden inkluderer videre en handling utført under boring av borehullet og ved boreriggen med kontinuerlig å motta en første ringromstrykk (FAP) måling målt ved en lokalitet distalt fra boreriggen og distalt fra en bunn av borehullet. Metoden inkluderer videre en handling utført under boring av borehullet og ved boreriggen ved kontinuerlig å beregne et andre ringromstrykk (SAP) utøvet på en eksponert del av borehullet. Metoden inkluderer videre en handling utført

20 under boring av borehullet og ved boreriggen med å kontrollere SAP.

[0195] I et aspekt av utførelsesformen inkluderer metoden videre at under boring av borehullet og ved boreriggen mottas intermitterende et bunnhullstrykk (BHP) målt ved en lokalitet nær en bunn av borehullet; og intermitterende kalibrering av det beregnede SAP ved bruk av BHP-målingen. I et ytterligere aspekt av utførelsesformen kan borehullet være et havbunnsborehull. En stigerørstreng kan strekke seg fra riggen ved en havoverflate til et brønnhode på borehullet ved en havbunn. Stigerørstrengen kan være i fluidkommunikasjon med borehullet. FAP kan måles ved bruk av en trykkmåler festet til stigerørstrengen eller brønnhodet.

30

[0196] Mens det foregående er rettet på utførelsesformer av den foreliggende oppfinnelse kan andre og ytterligere utførelsesformer av oppfinnelsen utledes uten å gå utenfor det grunnleggende omfang derav og omfanget derav bestemmes av de i det følgende anførte patentkrav.

Patentkrav

1. Fremgangsmåte for boring av et borehull (100),

karakterisert ved at den omfatter handlingene:

- 5 boring av borehullet (100) ved å injisere borefluid gjennom en rørstreng anbrakt i borehullet (100), idet rørstrengen omfatter en borekrone (110) anordnet ved en bunn av rørstrengen, hvori:
 - borefluidet kommer ut av borekronen (110) og medfører borekaks fra borekronen (110), og
 - 10 - borefluidet og borekakset (returer) strømmer til en overflate av borehullet (100) via et ringrom (125) definert ved en ytre overflate av rørstrengen (105) og en indre overflate av borehullet (100); og
 - under boring av borehullet (100):
 - måles et første ringromstrykk (FAP) ved bruk av en trykkløser
 - 15 festet til en fôringsrørstreng som henger ned fra et brønnhode for borehullet (100); og
 - styres et andre ringromstrykk (SAP) som utøves på en formasjon som er eksponert overfor ringrommet (125), hvori SAP kontrolleres til å være innenfor et "vindu" definert ved et første terskeltrykk av
 - 20 formasjonen, med eller uten en sikkerhetsmargin derfra, og et andre terskeltrykk av formasjonen, med eller uten en sikkerhetsmargin derfra.

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

karakterisert ved at den ytterligere omfatter overføring av FAP-

- 25 målingen til en overflate av borehullet ved bruk av et medium med høy båndbredde.

3. Fremgangsmåte ifølge krav 2,

karakterisert ved at

- 30 trykkløseren er i kommunikasjon med en overflate overvåknings- og kontrollenhet (SMCU) (65) via en kabel anbrakt langs en ytre overflate av fôringsrørstrengen eller inne i veggen av fôringsrørstrengen,

en forlengningsrørstreng henges ned fra føringsrørstrengen ved eller nær en bunn av føringsrørstrengen,

forlengningsrørstrengen har en andre trykkmåler konfigurert til å måle et tredje ringromstrykk (TAP),

5 idet hver av føringsrørstrengen og forlengningsrørstrengen har del av en induktiv kopling, og fremgangsmåten omfatter videre:

måling av TAP med forlengningsrørføleren;

TAP-målingen overføres fra forlengningsrørstrengen til føringsrørstrengen via den induktive kopling; og

10 TAP-målingen overføres til SMCU (65) via kabelen.

4. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

karakterisert ved at den ytterligere omfatter beregning av SAP ved bruk av FAP-målingen.

15

5. Fremgangsmåte ifølge krav 4,

karakterisert ved at den videre omfattende at under boring:

måles et bunnhullstrykk (BHP); og

BHP-målingen overføres trådløst til føringsrørstrengen eller til overflaten av
20 borehullet.

6. Fremgangsmåte ifølge krav 5,

karakterisert ved at rørstrengen ytterligere omfatter en trykkmåler anbrakt ved eller nær en bunn av rørstrengen og en andre trykkmåler anbrakt i
25 lengdemessig avstand fra trykkmåleren.

7. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

karakterisert ved at den ytterligere omfatter beregning av en produktivitet av en formasjon under boring av formasjonen.

30

8. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

karakterisert ved at:

rørstrengen er en borestreng,

borestrengen injiseres i et første kammer av borestrengen, og
SAP kontrolleres ved å injisere et andre fluid med en densitet forskjellig fra
en densitet av borefluidet gjennom et andre kammer av borestrengen.

- 5 9. Fremgangsmåte ifølge krav 1,
karakterisert ved at:
rørstrengen er en borestreng omfattende lengder av borerør forbundet ved
hjelp av gjengeforbindelser,
idet fremgangsmåten ytterligere omfatter:
10 tilføyelse eller fjernelse av en lengde av borerør til/fra borestrengen;
og
kontroll av SAP under tilføyelse eller fjernelse av rørlengden til/fra
borestrengen.

- 15 10. Fremgangsmåte ifølge krav 9,
karakterisert ved at:
returene går inn i en separator, og
SAP kontrolleres under tilføyelse eller fjernelse av rørlengden ved trykk-
setting av separatoren.

- 20 11. Fremgangsmåte ifølge krav 9,
karakterisert ved at SAP kontrolleres under tilføyelse eller fjernelse av
rørlengden ved bruk av et kontinuerlig sirkulasjonssystem eller en kontinuerlig
strømnings submodul anbrakt i borestrengen.

- 25 12. Fremgangsmåte ifølge krav 1,
karakterisert ved at:
en dybde av SAP er distal fra en bunn av borehullet, og
fremgangsmåten ytterligere omfatter at under boring:
30 beregnes SAP ved bruk av FAP; og
et bunnhullstrykk (BHP) beregnes ved bruk av FAP.

13. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

karakterisert ved at:

føringsrørstrengen er en tilknytningsføringsrørstreng,

en andre føringsrørstreng er anbrakt i borehullet,

5 et tilknytningsringrom er definert mellom tilknytningsføringsrørstrengen og den andre føringsrørstrengen, og

SAP styres ved å injisere et andre fluid med en densitet forskjellig fra en densitet av borefluidet gjennom tilknytningsringrommet.

10 14. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

karakterisert ved at:

føringsrørstrengen er en tilknytningsføringsrørstreng,

en andre føringsrørstreng er anbrakt i borehullet,

15 et tilknytningsringrom defineres mellom tilknytningsføringsrørstrengen og den andre føringsrørstreng, og

et tettehode opprettholdes i en boring av tilknytningsføringsrørstrengen eller i tilknytningsringrommet, idet tettehodet er et fluid med en densitet vesentlig større enn en densitet av borefluidet.

20 15. Fremgangsmåte ifølge krav 14,

karakterisert ved at:

et flertall av trykkfølere (TBPS) anbringes langs en lengde av tilknytningsføringsrørstrengen, og

25 idet fremgangsmåten ytterligere omfatter overvåkning av et nivå av et grensesnitt mellom tettehodet og returene ved bruk av TBPS.

16. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

karakterisert ved at en nedhulls utplasseringsventil (DDV) er satt sammen som del av føringsrørstrengen nær føleren.

30

17. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

karakterisert ved at:

rørstrengen er en borestreng som videre omfatter et ekvivalent sirkulasjons-
densitets reduksjonsverktøy (ECDRT) (1350),

idet ECDRT omfatter en motor (1350a), en pumpe (1350b) og en
ringromstetning (1350c),

5 borefluidet driver motoren,

ringromstetningen bringes til inngrep med fôringsrørstrengen og avleder
returene fra ringrommet og gjennom pumpen,

pumpen koples rotasjonsmessig til motoren slik at den drives av motoren,
og

10 pumpen tilfører energi til returene slik at en ekvivalent sirkulasjonsdensitet
(ECD) av returene reduseres.

18. Fremgangsmåte ifølge krav 17,

k a r a k t e r i s e r t v e d a t:

15 en andre trykkløser er festet langs fôringsrørstrengen slik at trykkløseren er i
fluidkommunikasjon med et innløp til pumpen og den andre trykkløser er i fluid-
kommunikasjon med et utløp fra pumpen, og

idet fremgangsmåten ytterligere omfatter:

20 måling av et tredje ringromstrykk (TAP) ved bruk av den andre trykk-
løser under boring av borehullet; og

operasjonen av ECDRT overvåkes ved bruk av FAP og TAP.

19. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t v e d a t:

25 fôringsrørstrengen omfatter en andre fôringsrørstreng eller en forlengnings-
rørstreng, og

idet fremgangsmåten ytterligere omfatter nedhenging av den andre
fôringsrørstrengen eller forlengningsrørstrengen fra brønnhodet eller fra fôringsrør-
strengen.

30

20. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

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

innføring av et sandfilter i formasjonen; og

sandfilteret ekspanderes til inngrep med formasjonen,
fôringsrørstrengen sementeres til borehullet og omfatter en trykkløser og en
første del av en induktiv kopling,
idet sandfilteret omfatter:

5 en trykkløser, og

en kabel anbrakt langs en ytre overflate av forlengningsrørstrengen
eller inne i en vegg av forlengningsrørstrengen, idet kabelen er i
kommunikasjon med trykkløseren og andre del av en induktiv kopling er
anbrakt ved eller nær en topp av sandfilteret, og

10 sandfilteret ekspanderes når den andre del av den induktive kopling
er anbrakt i langsgående innretning på linje eller nær innretning på linje
med den første del av den induktive kopling.

21. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

15 k a r a k t e r i s e r t v e d a t:

rørstrengen er en borestreng,

borestrengen omfatter videre en lengde av ekspanderbart forlengningsrør
og et radiaalt ekspansjonsverktøy, og

fremgangsmåten omfatter videre:

20 det ekspanderbare forlengningsrør innrettes på linje med en
problemformasjon, og

forlengningsrøret ekspanderes til inngrep med problemformasjonen
slik at problemformasjonen isoleres.

25

1/35

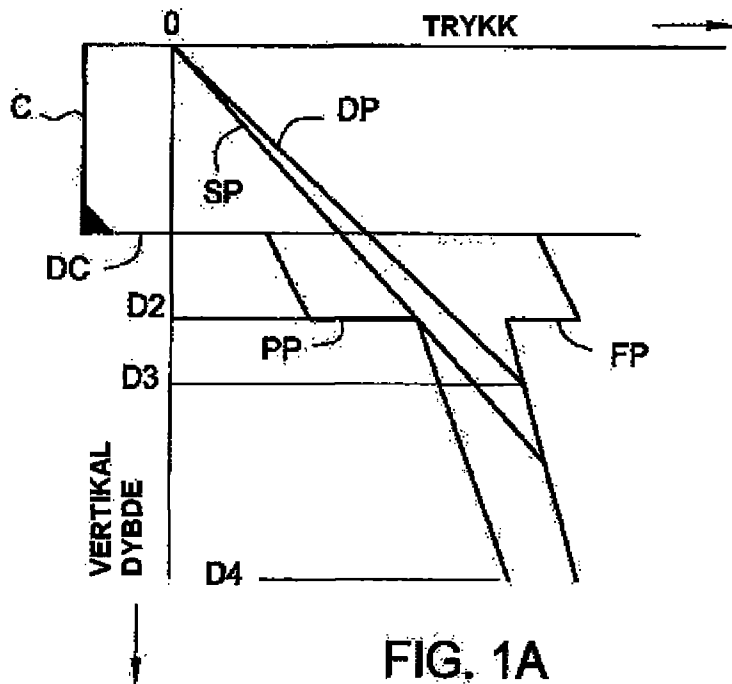


FIG. 1A
(TIDLIGERE TEKNIKK)

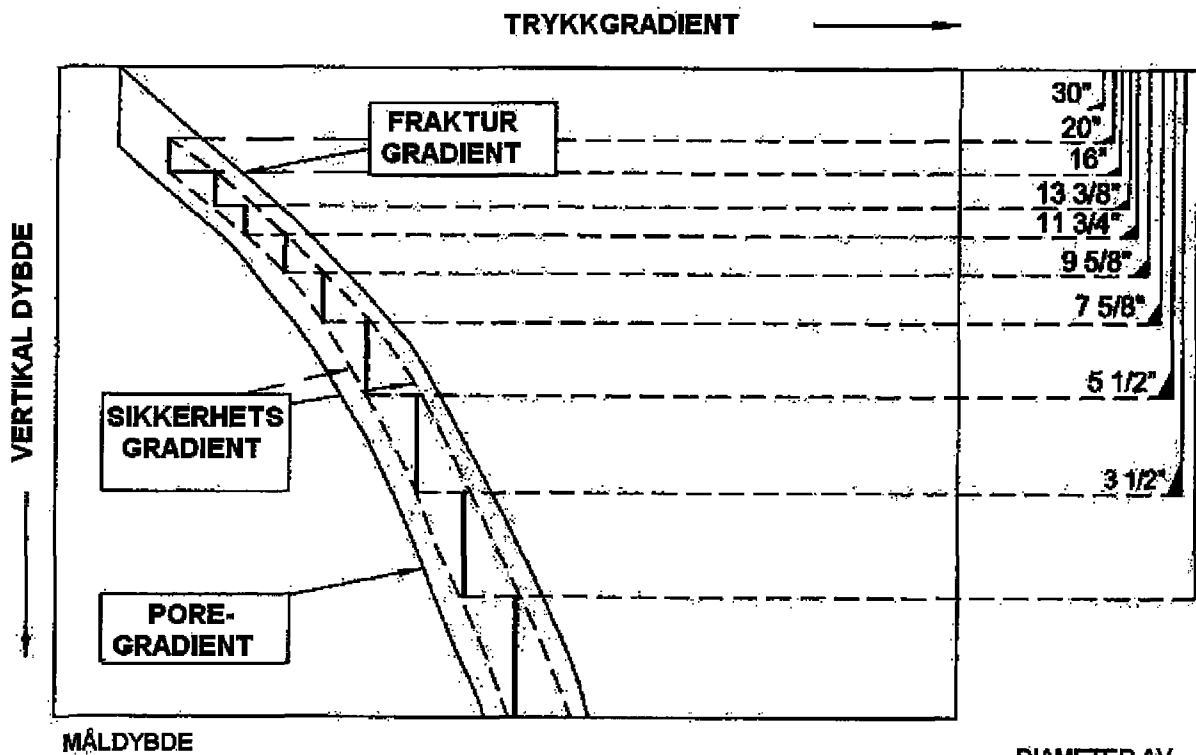


FIG. 1B
(TIDLIGERE TEKNIKK)

DIAMETER AV
FORINGSRØRSTRENGER
ER VIST I TOMMER
(1"=2,54 CM)

2/35

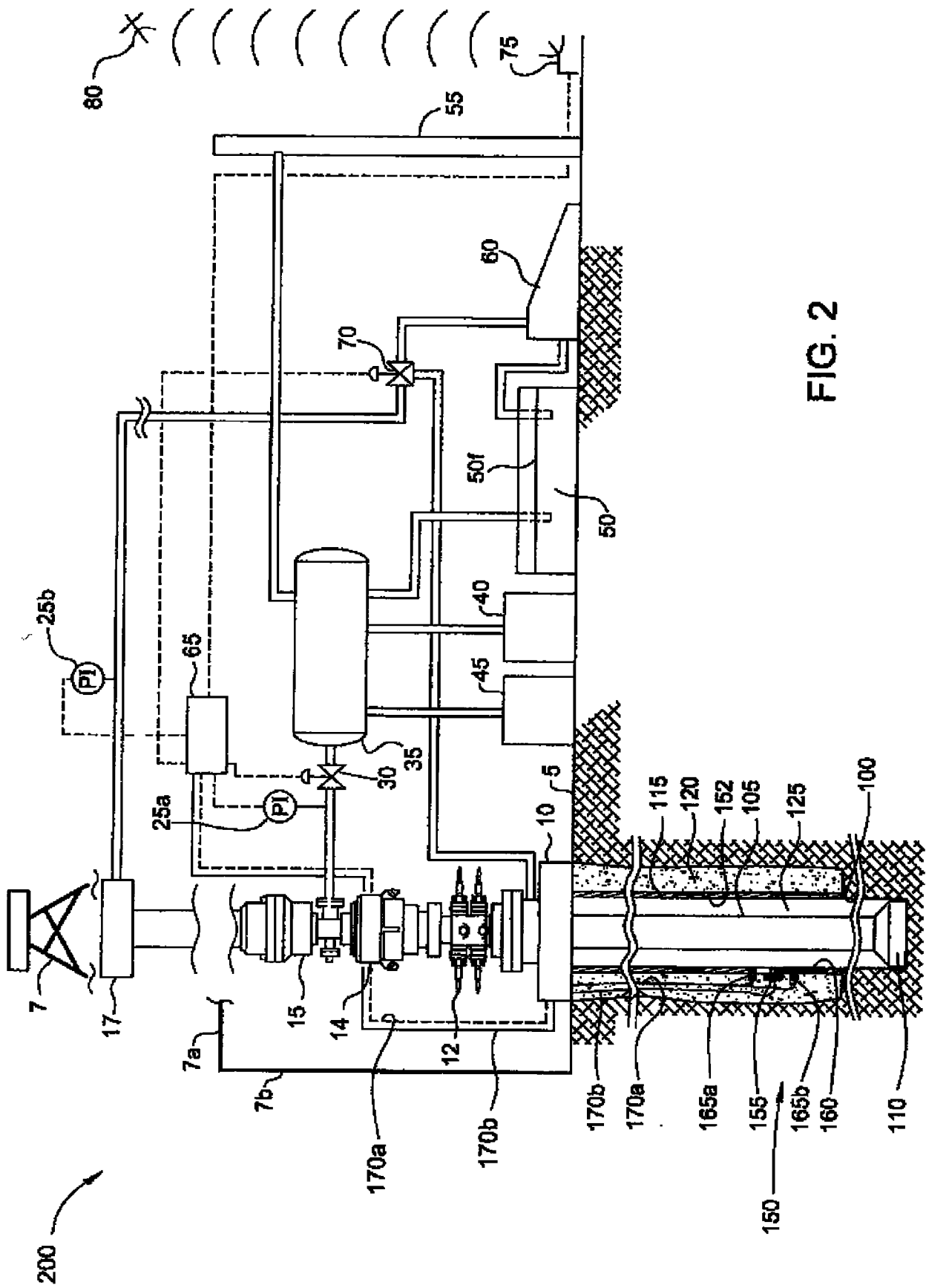


FIG. 2

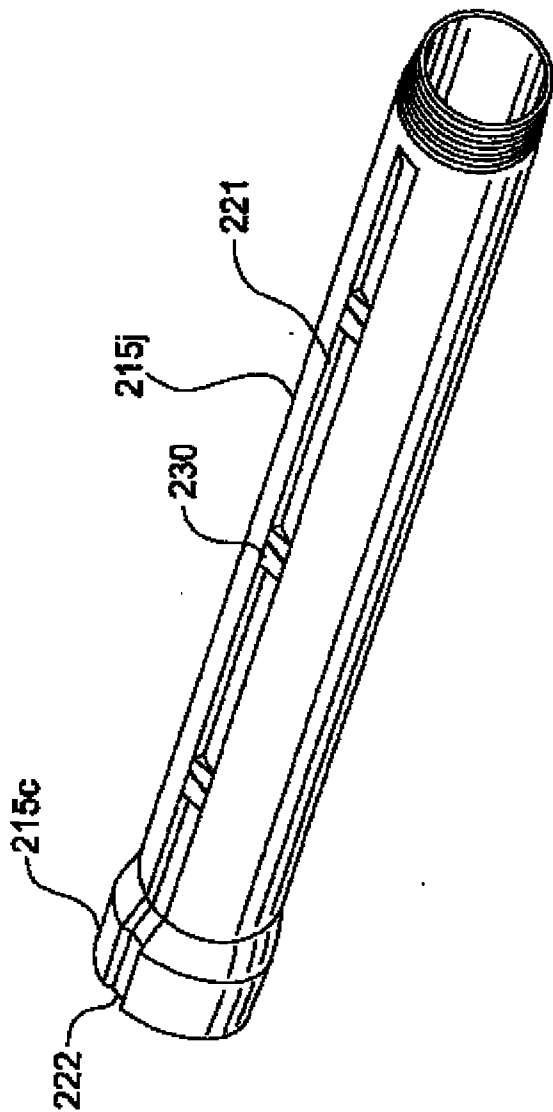


FIG. 2A

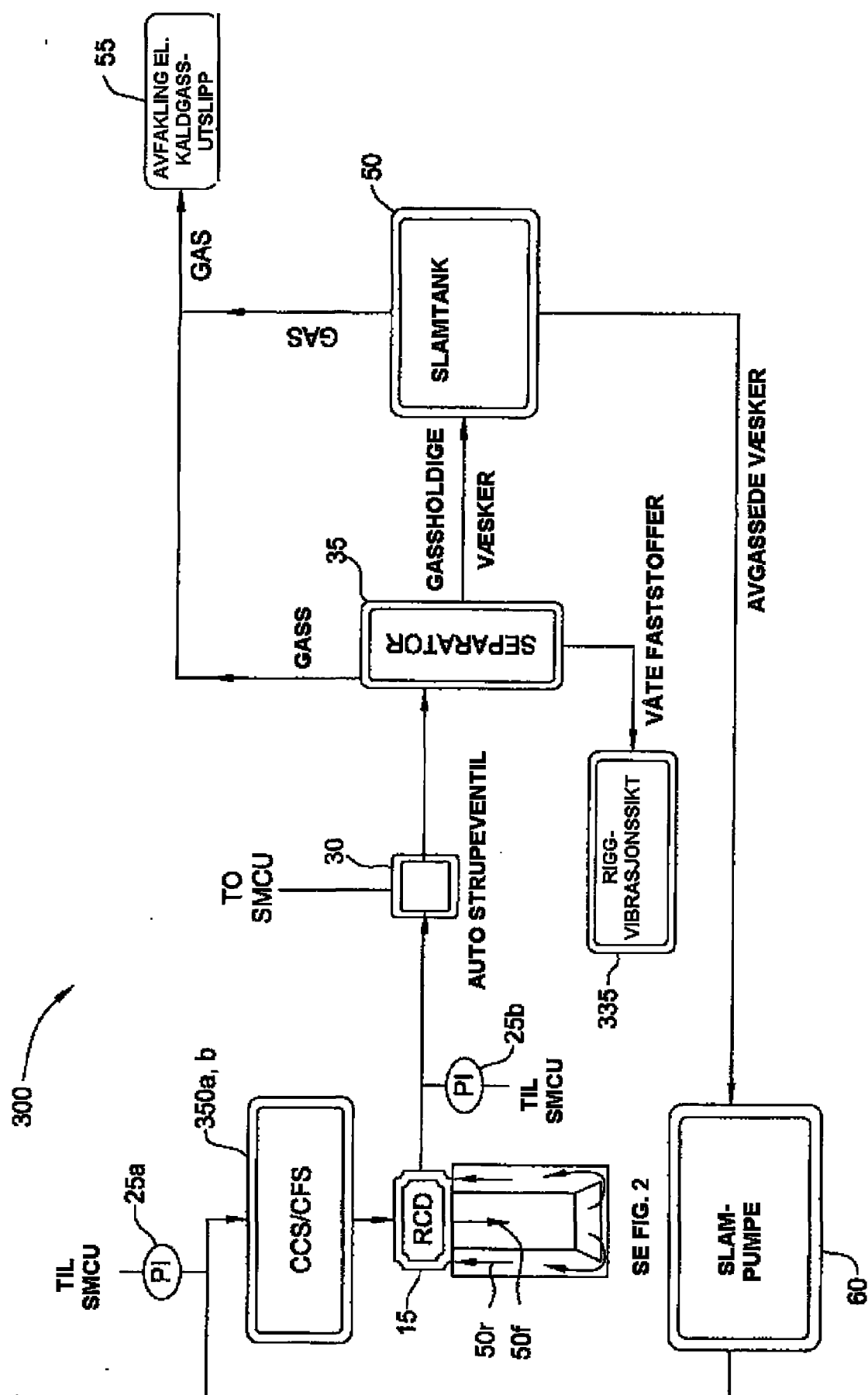


Fig. 3

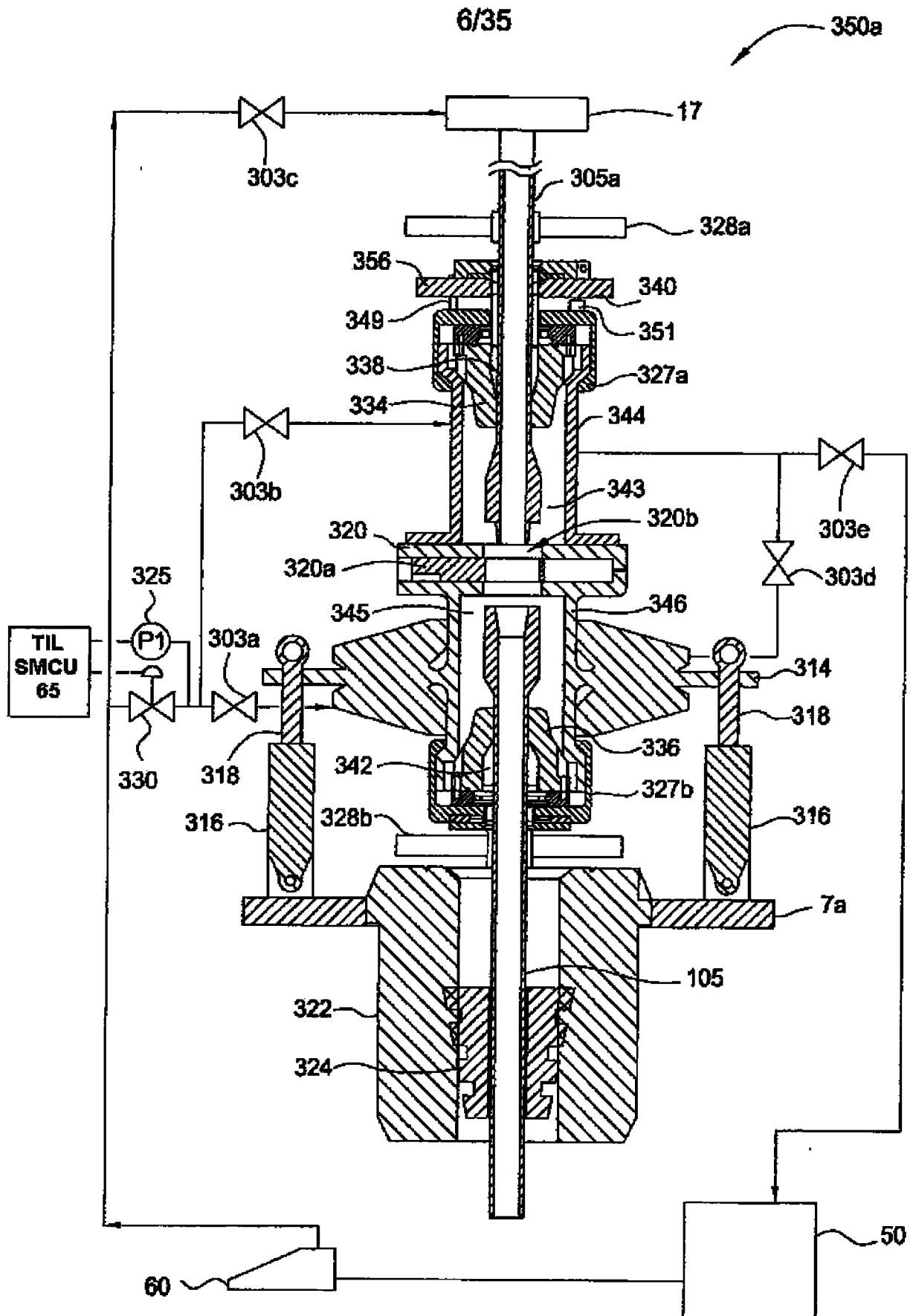


FIG. 3A

7/35

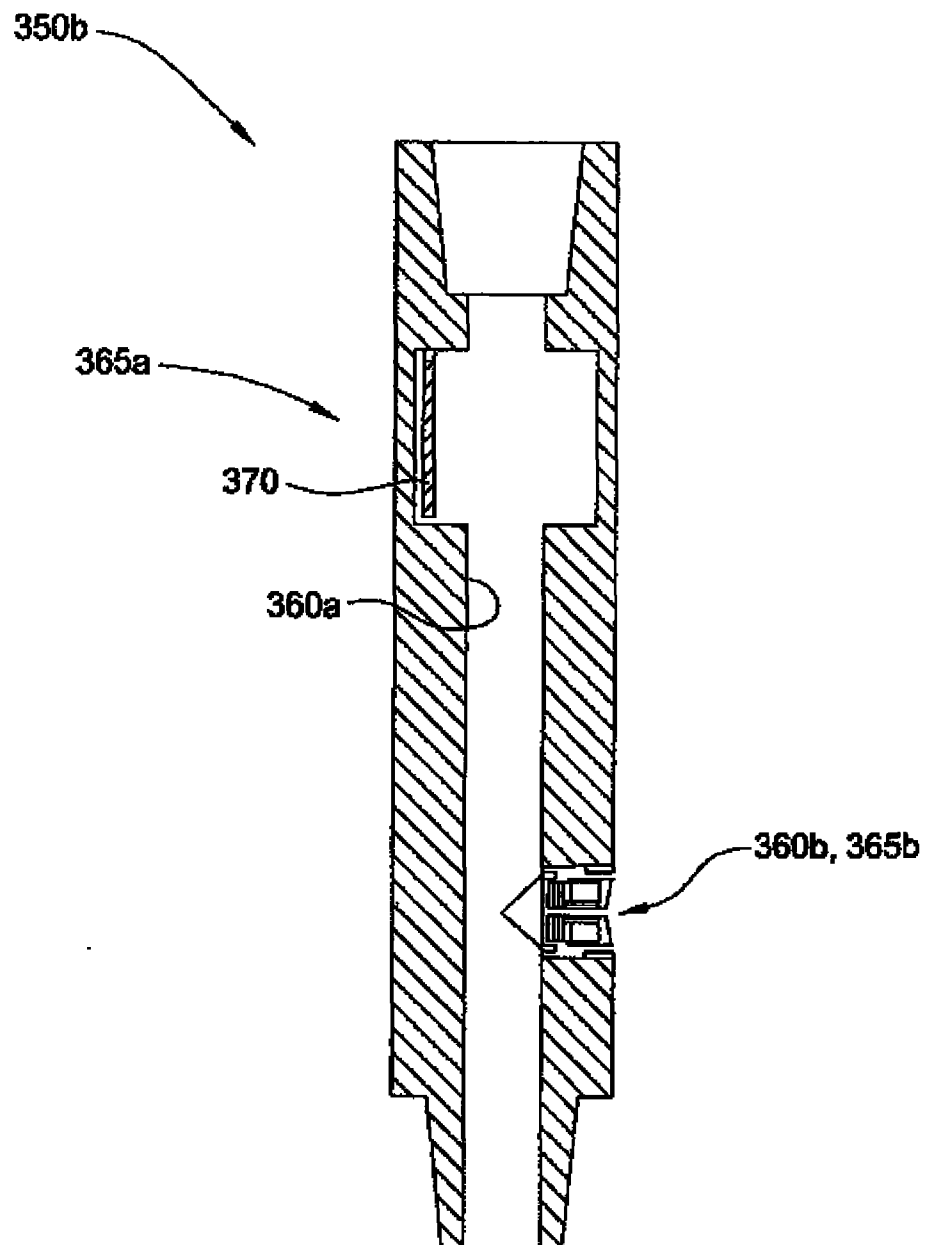


FIG. 3B

9/35

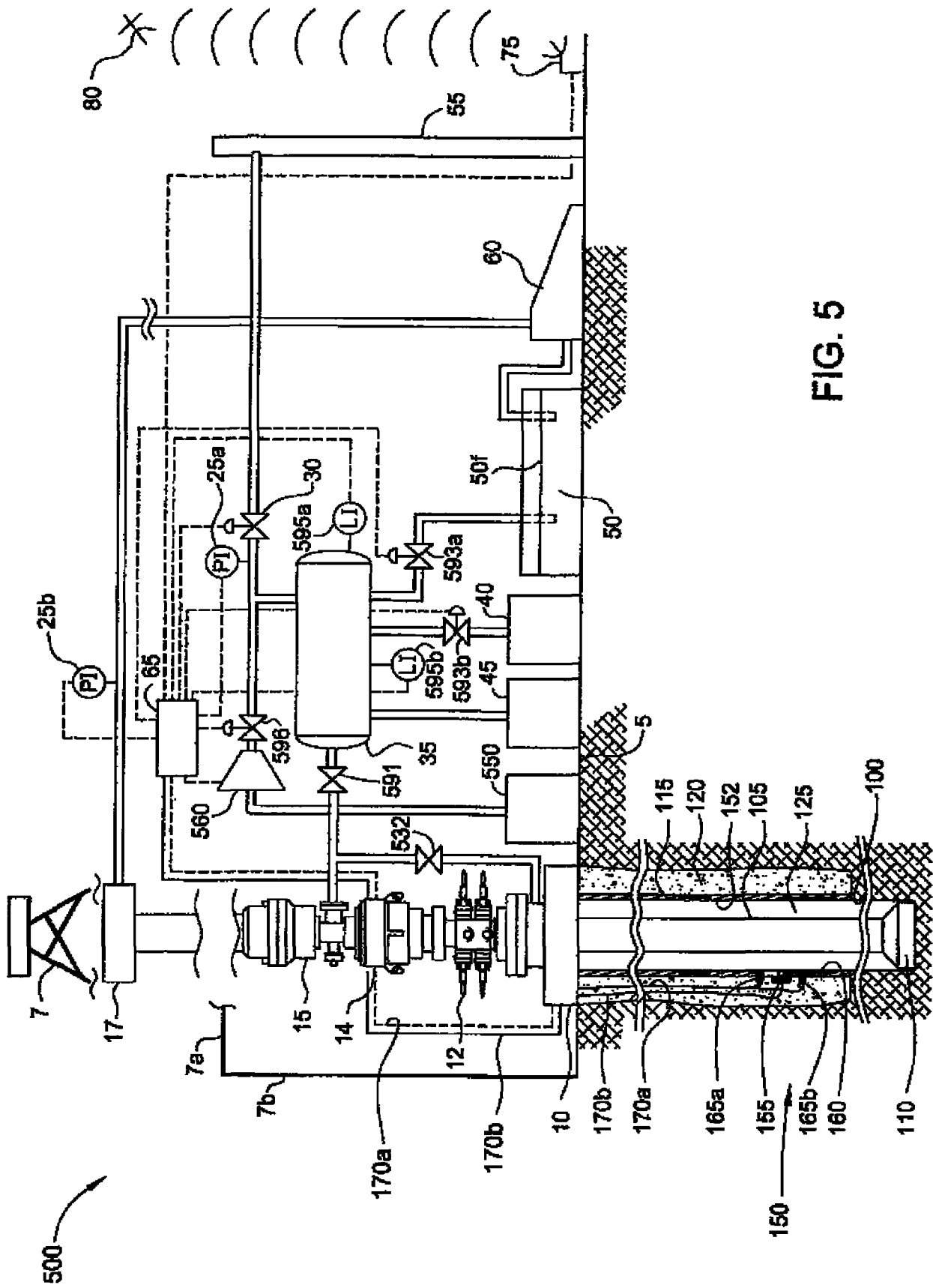


FIG. 5

10/35

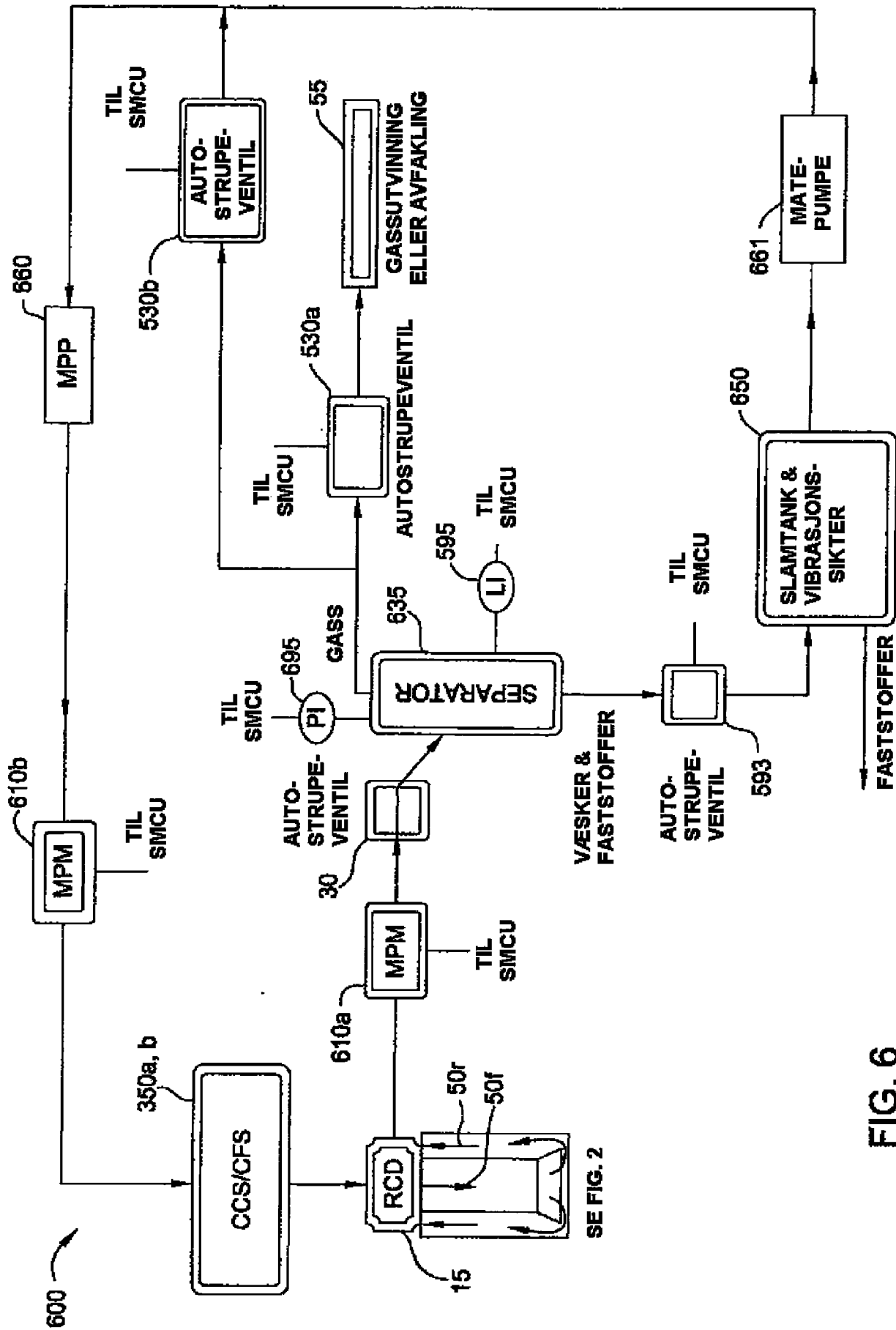


FIG. 6

635

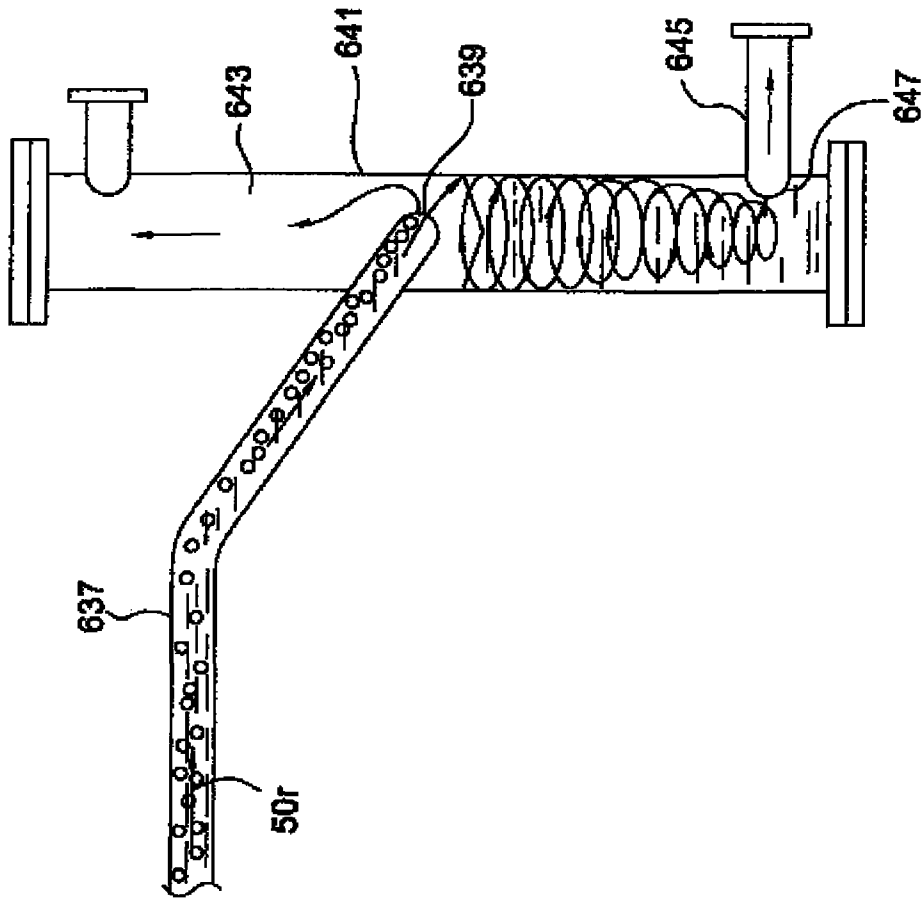


FIG. 6B

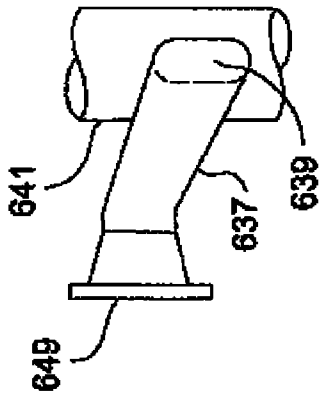


FIG. 6C

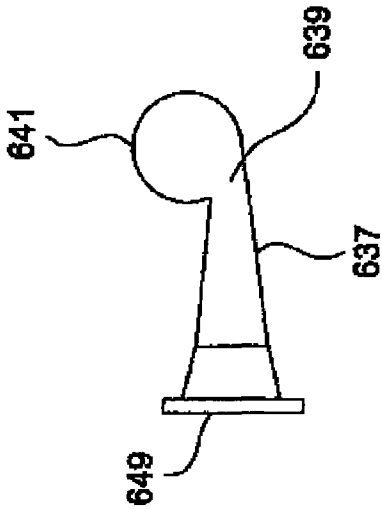


FIG. 6D

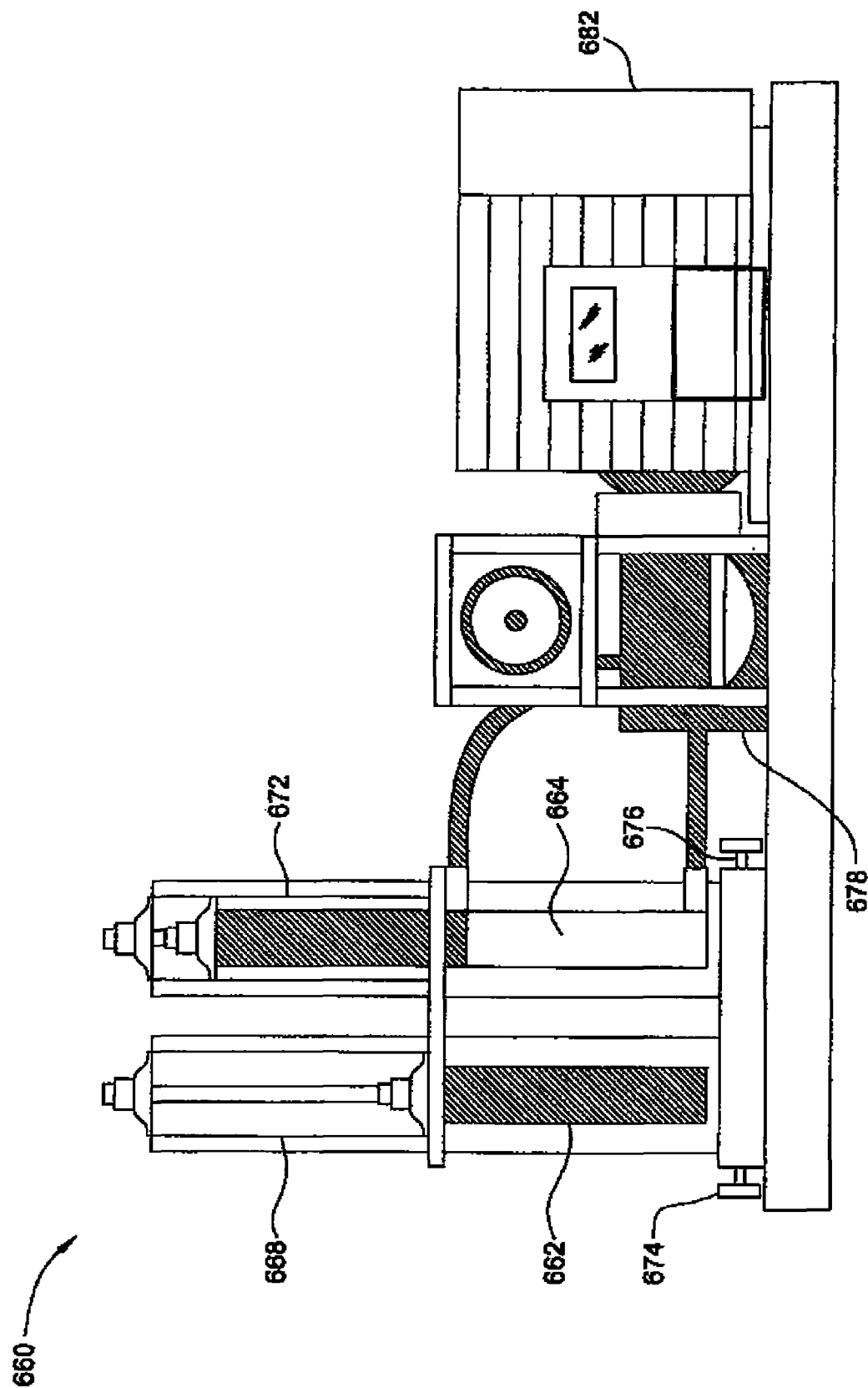


FIG. 6E

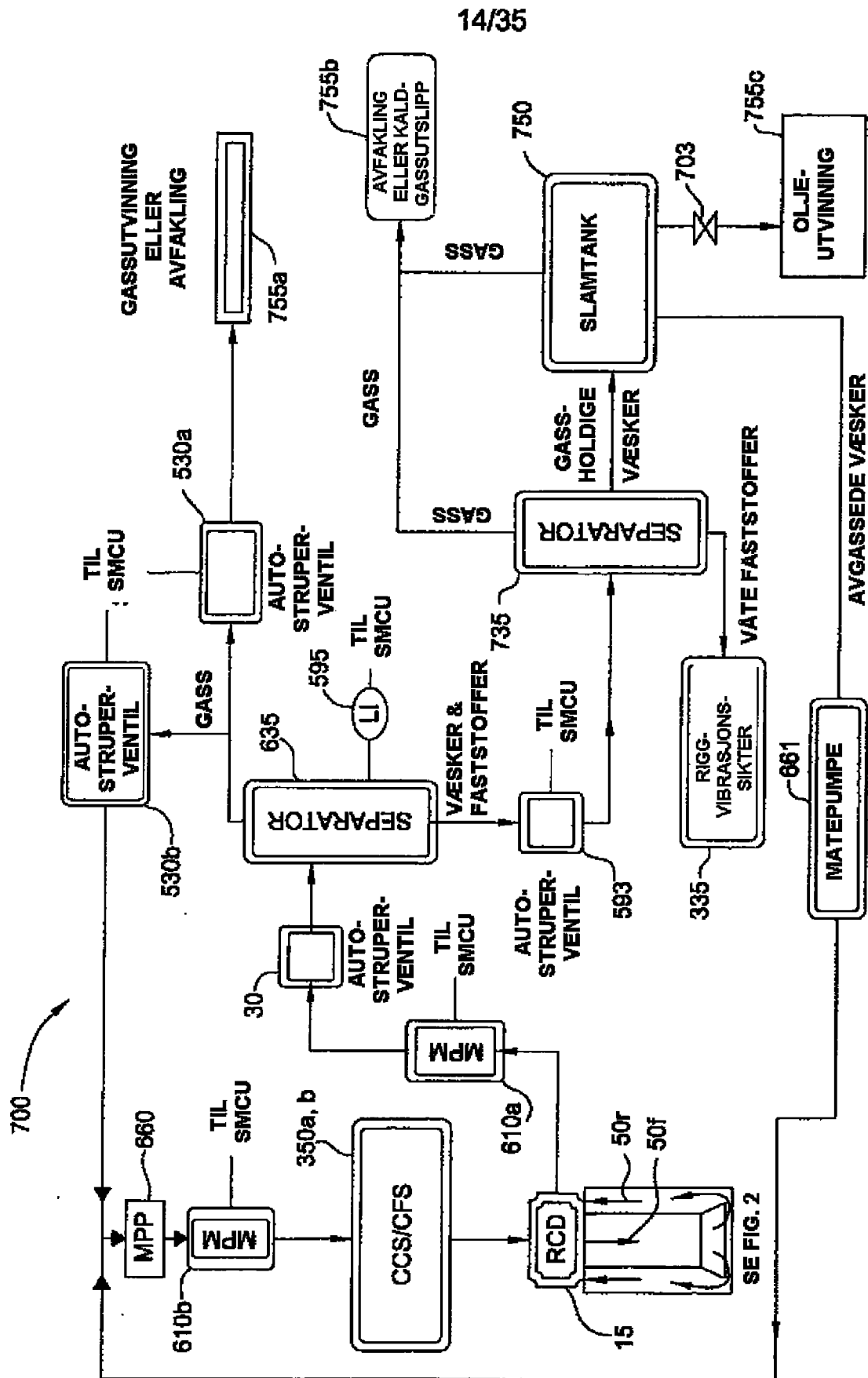


FIG. 7

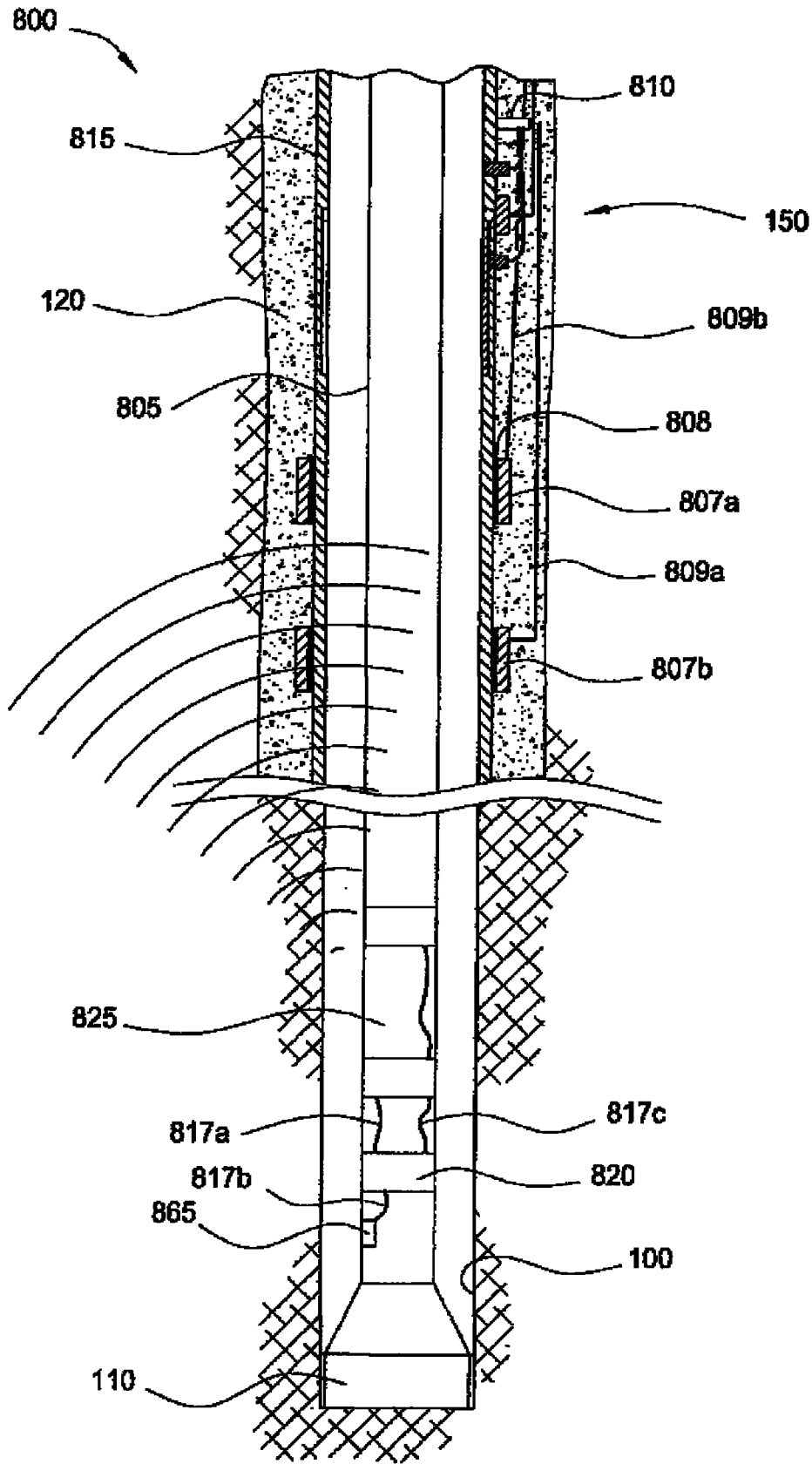


FIG. 8

17/35

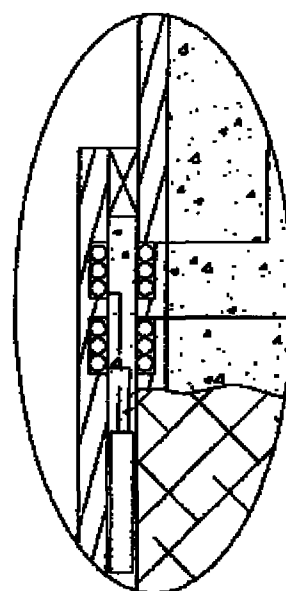
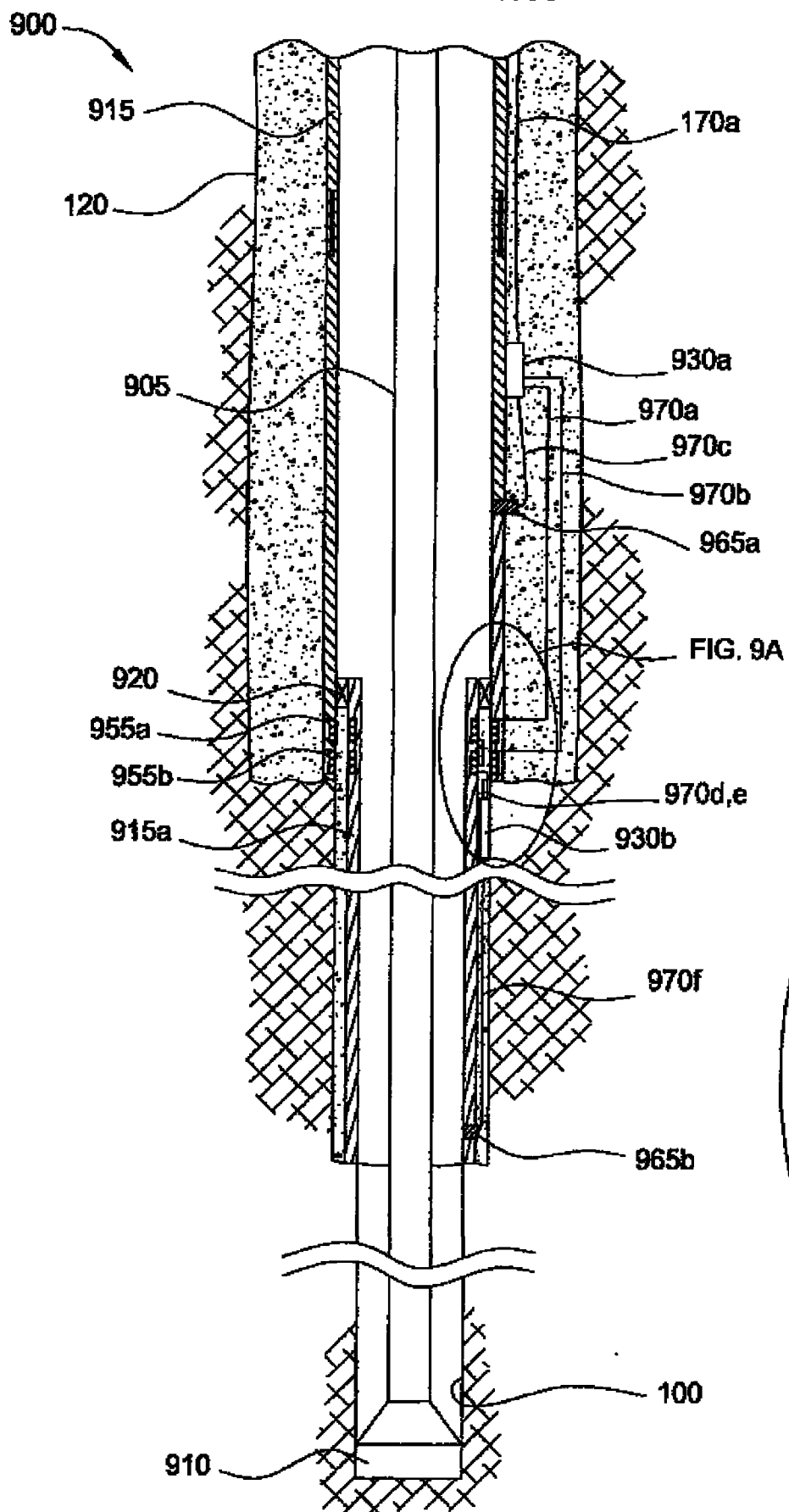


FIG. 9A

FIG. 9

18/35

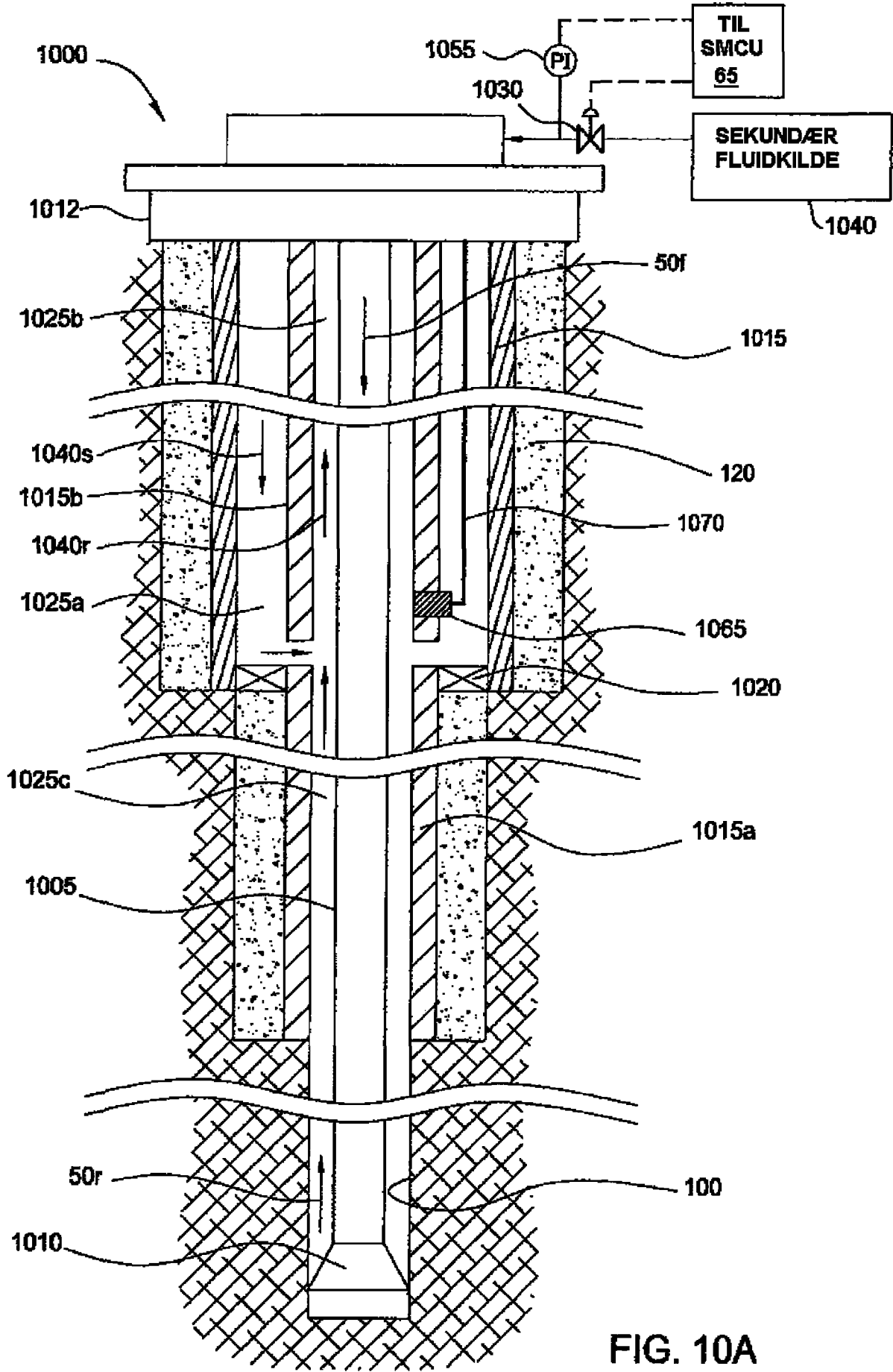


FIG. 10A

1006j

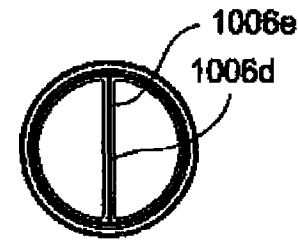
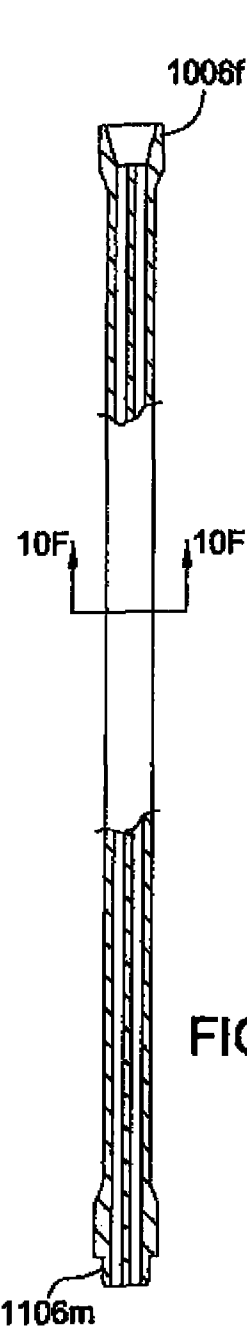


FIG. 10E

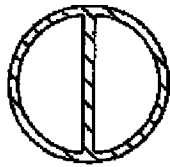


FIG. 10F

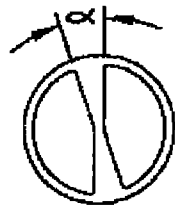


FIG. 10G

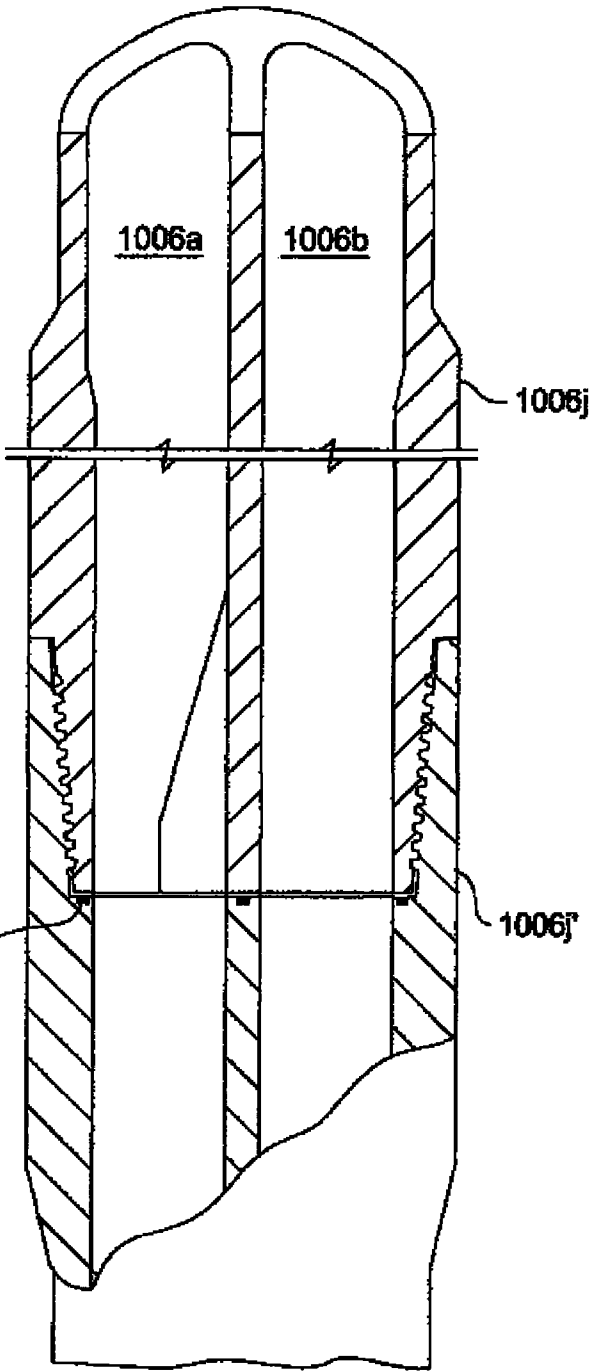


FIG. 10D

21/35

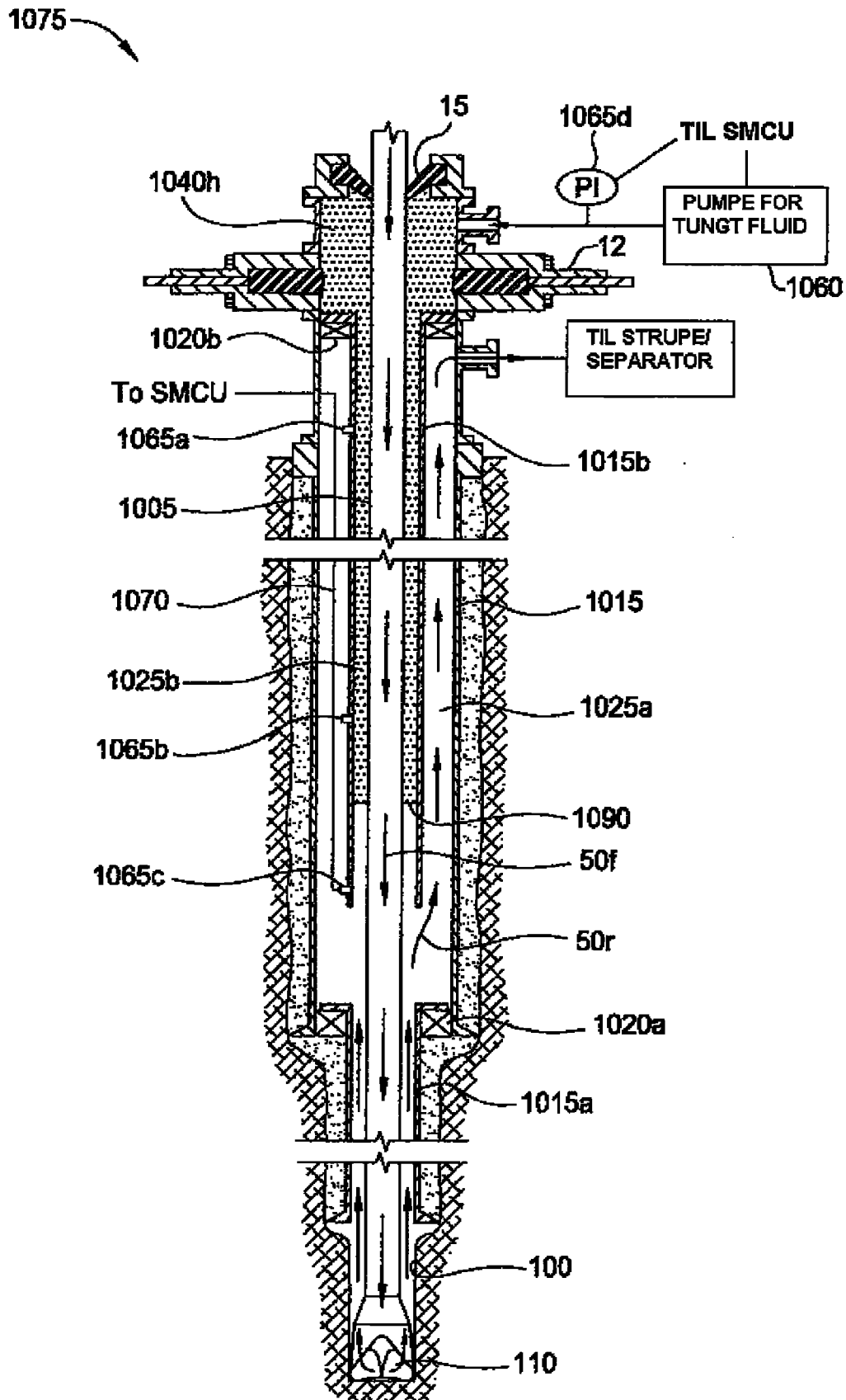


FIG. 10H

22/35

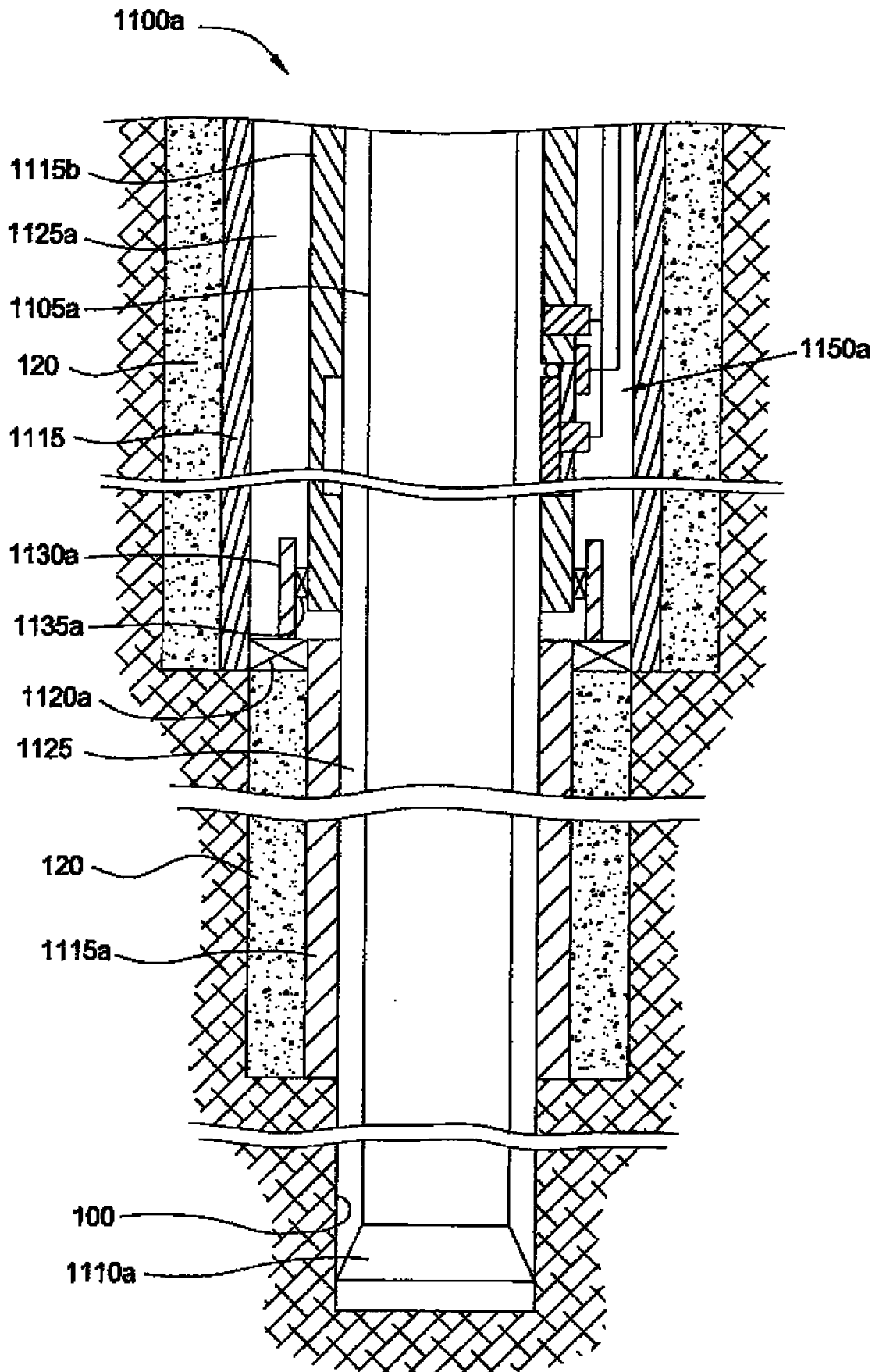


FIG. 11A

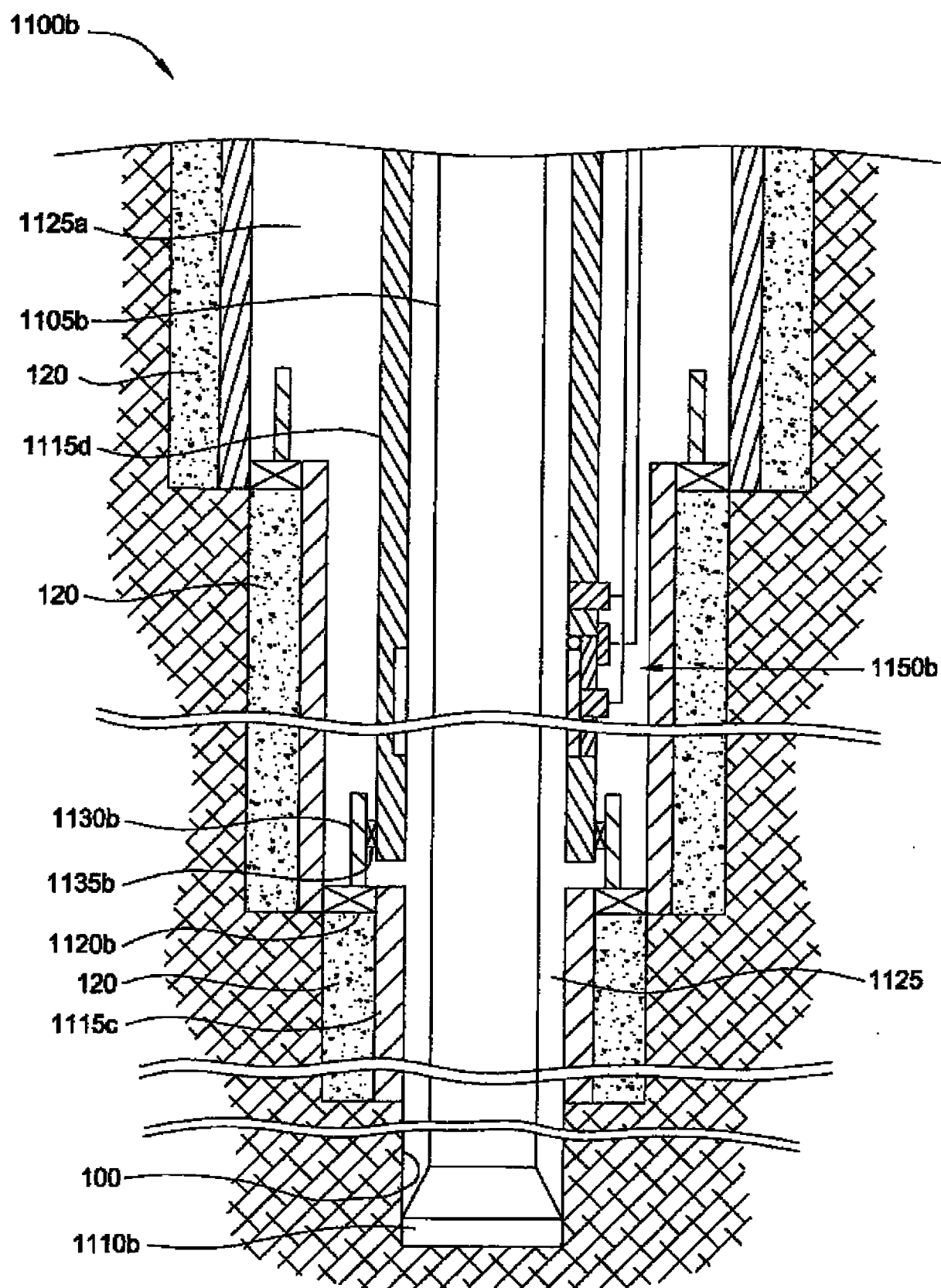


FIG. 11B

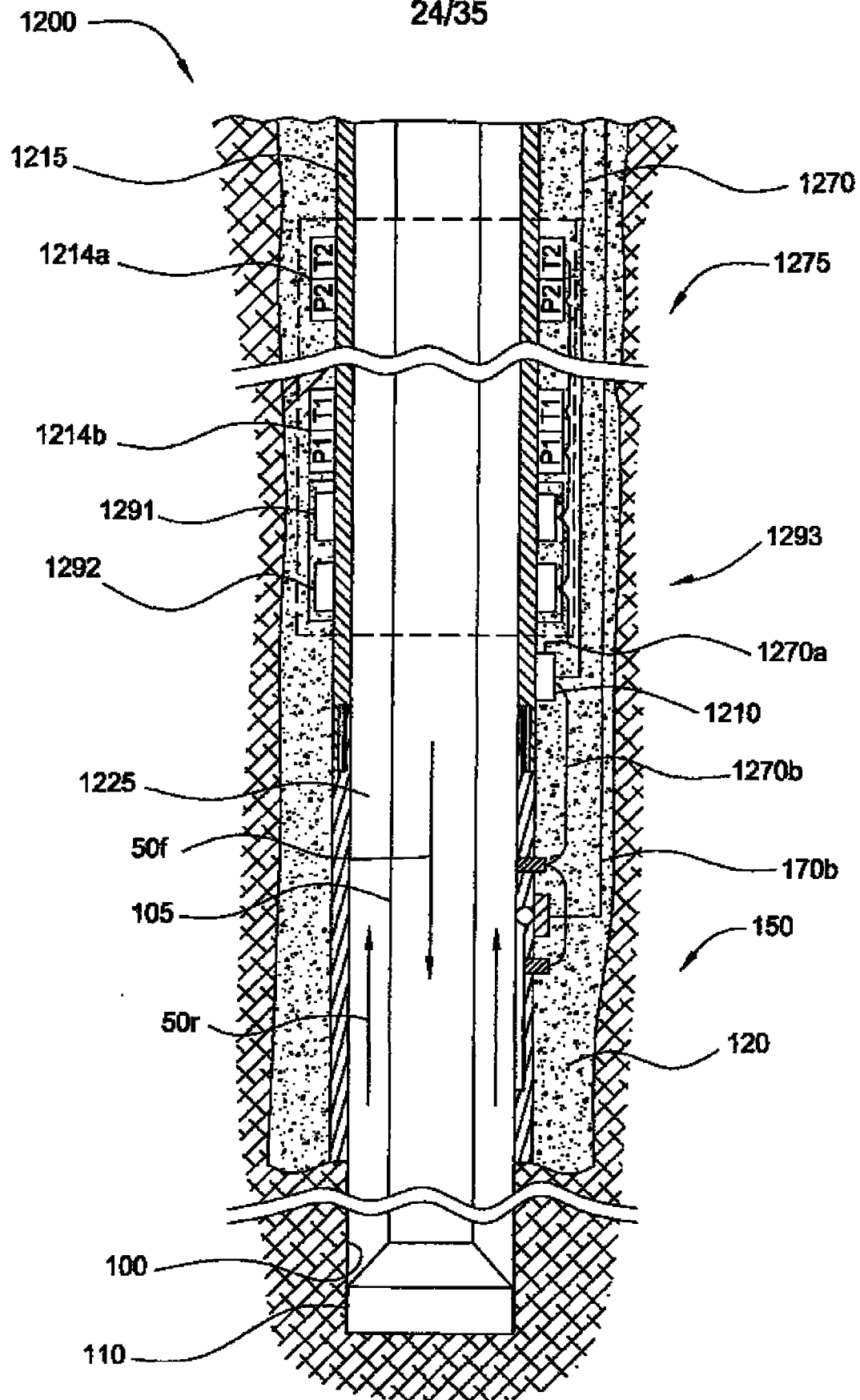


FIG. 12

26/35

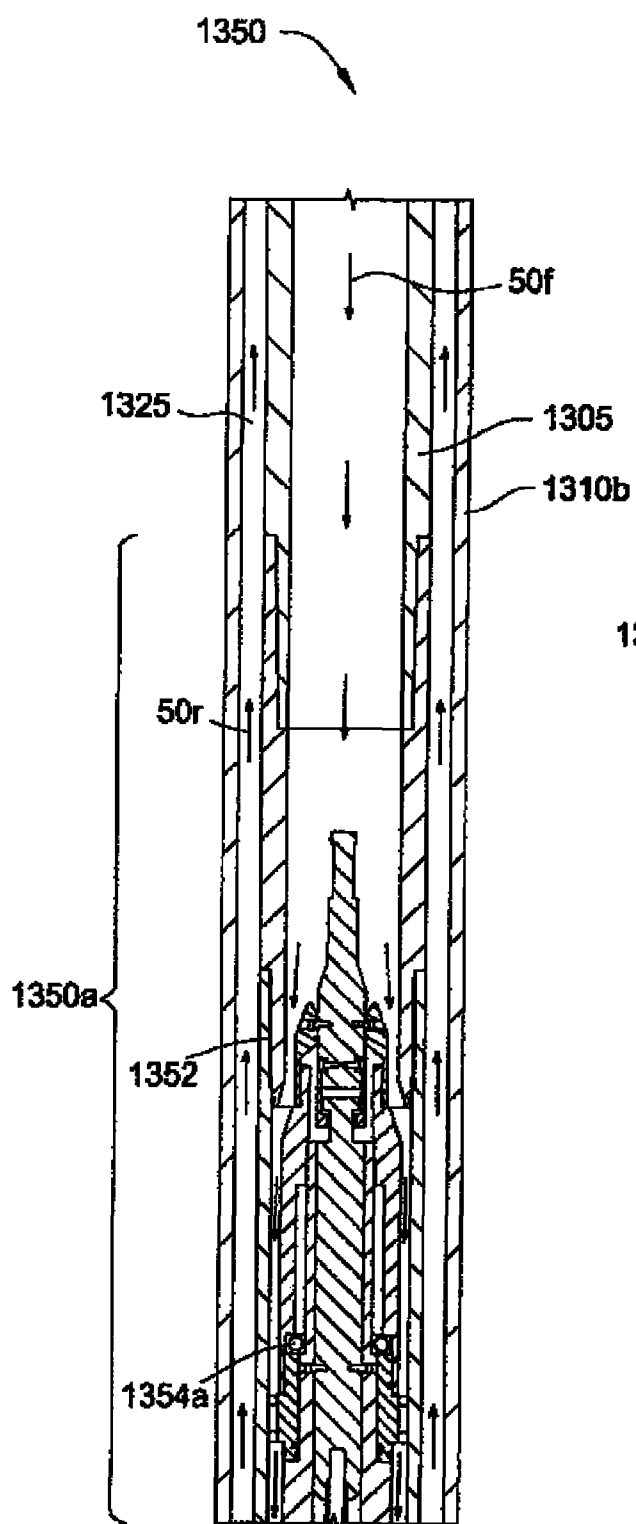


FIG. 13A

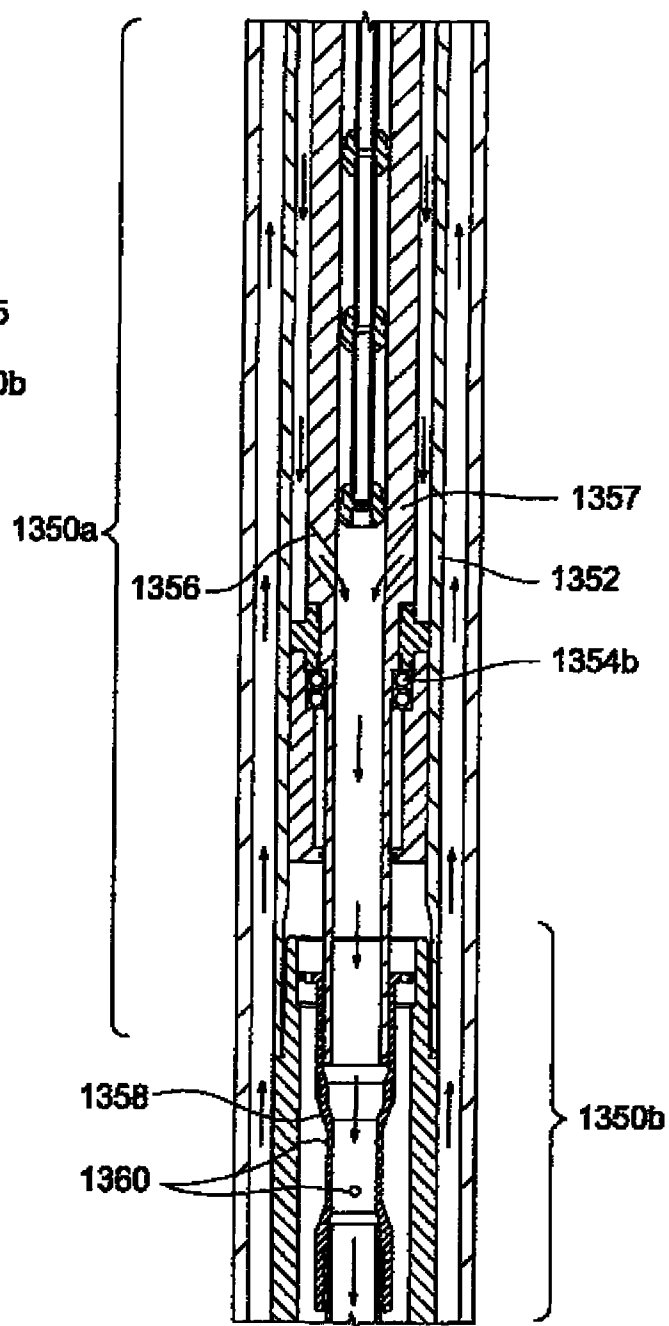


FIG. 13B

27/35

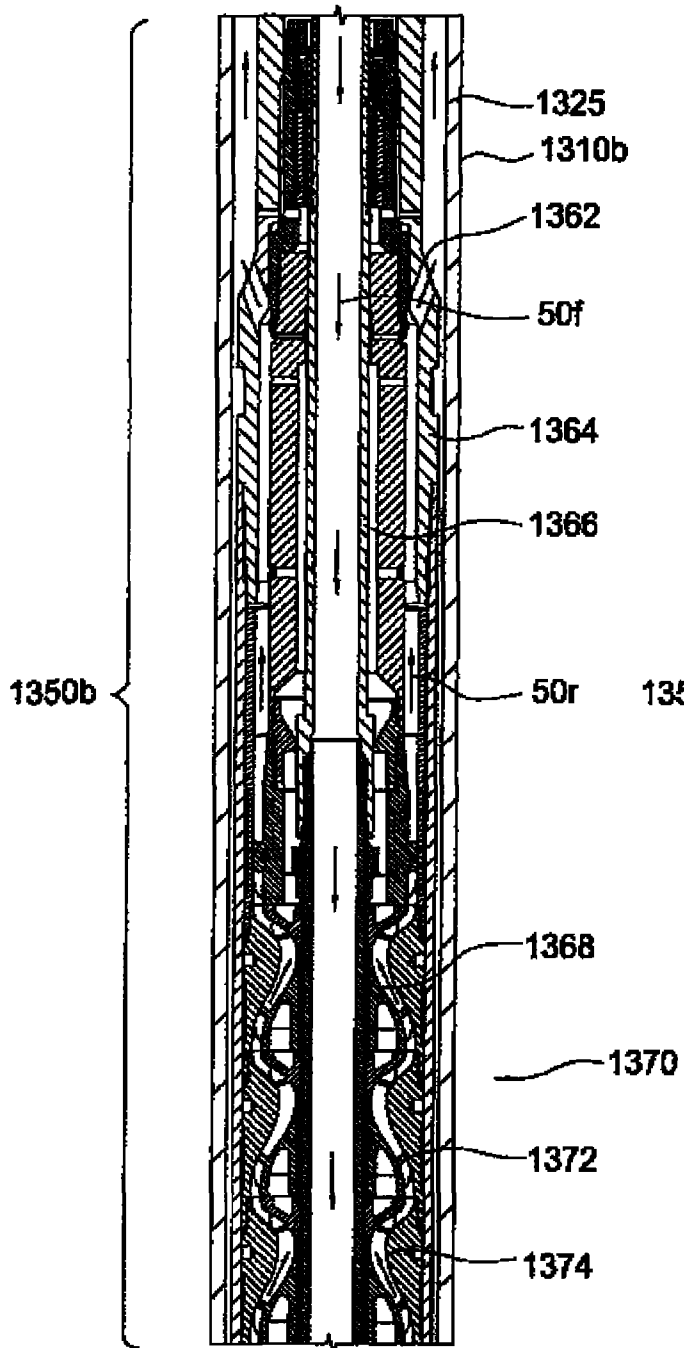


FIG. 13C

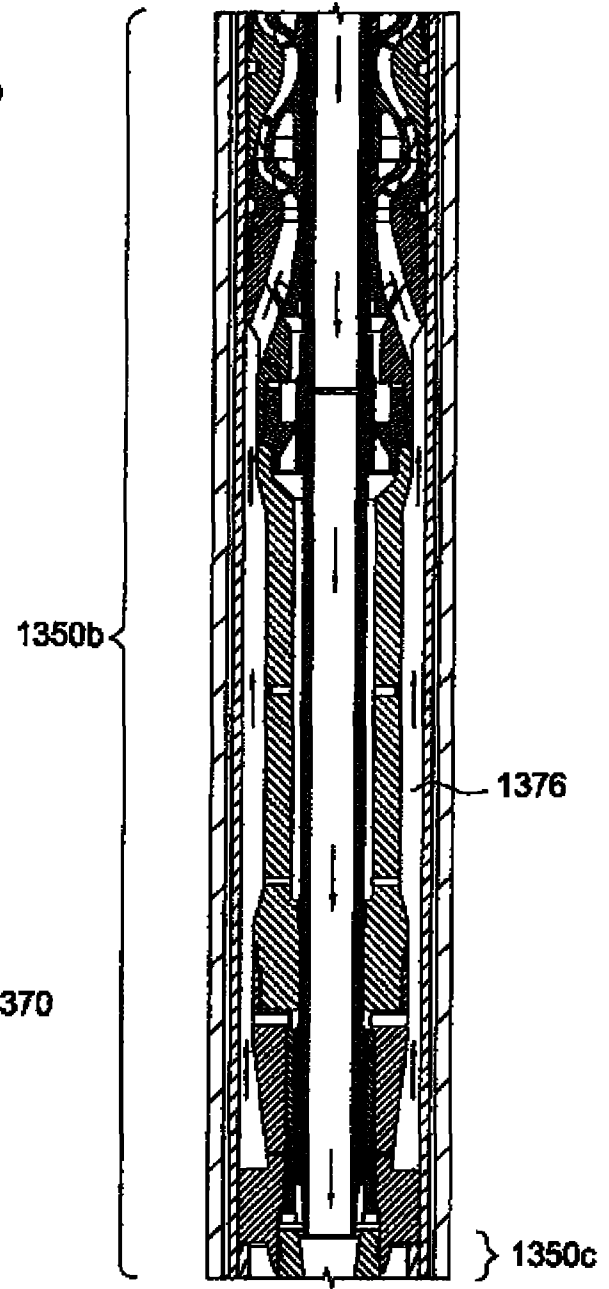


FIG. 13D

28/35

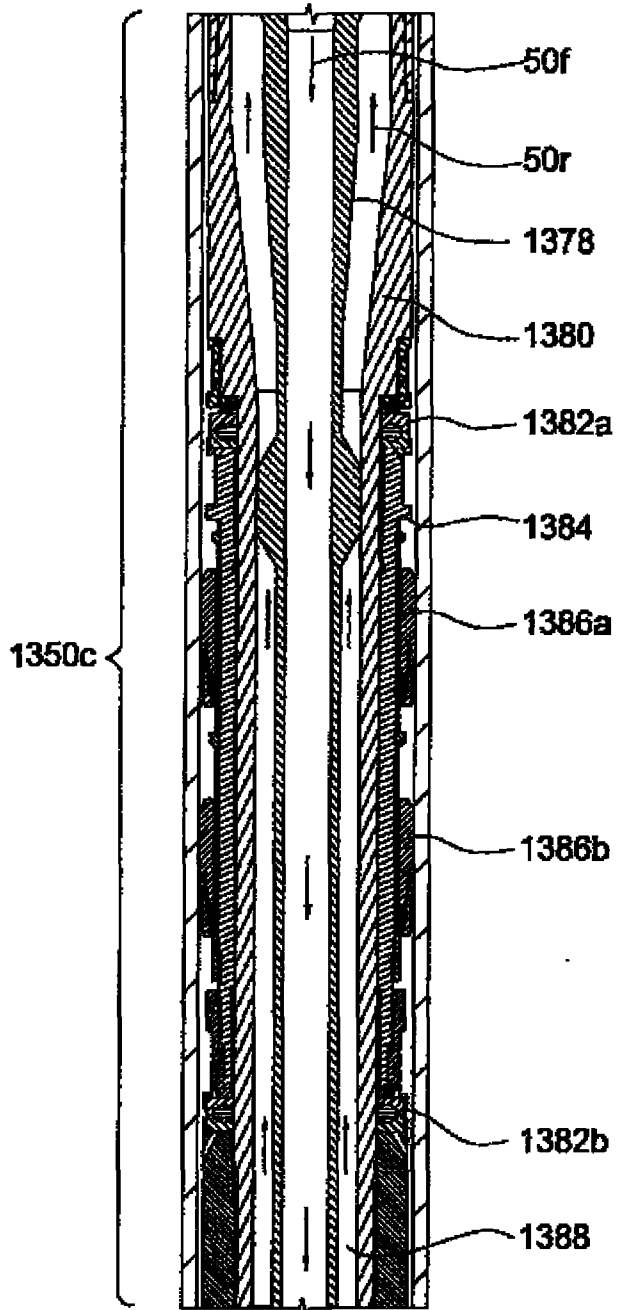


FIG. 13E

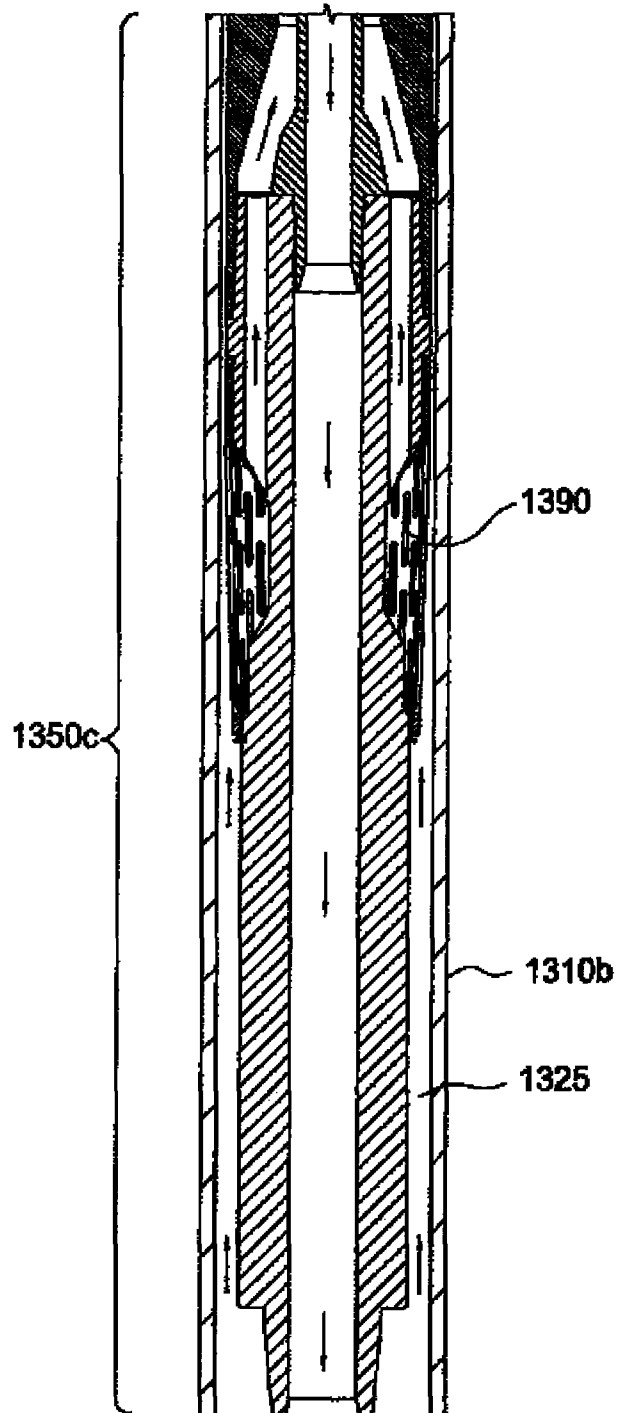
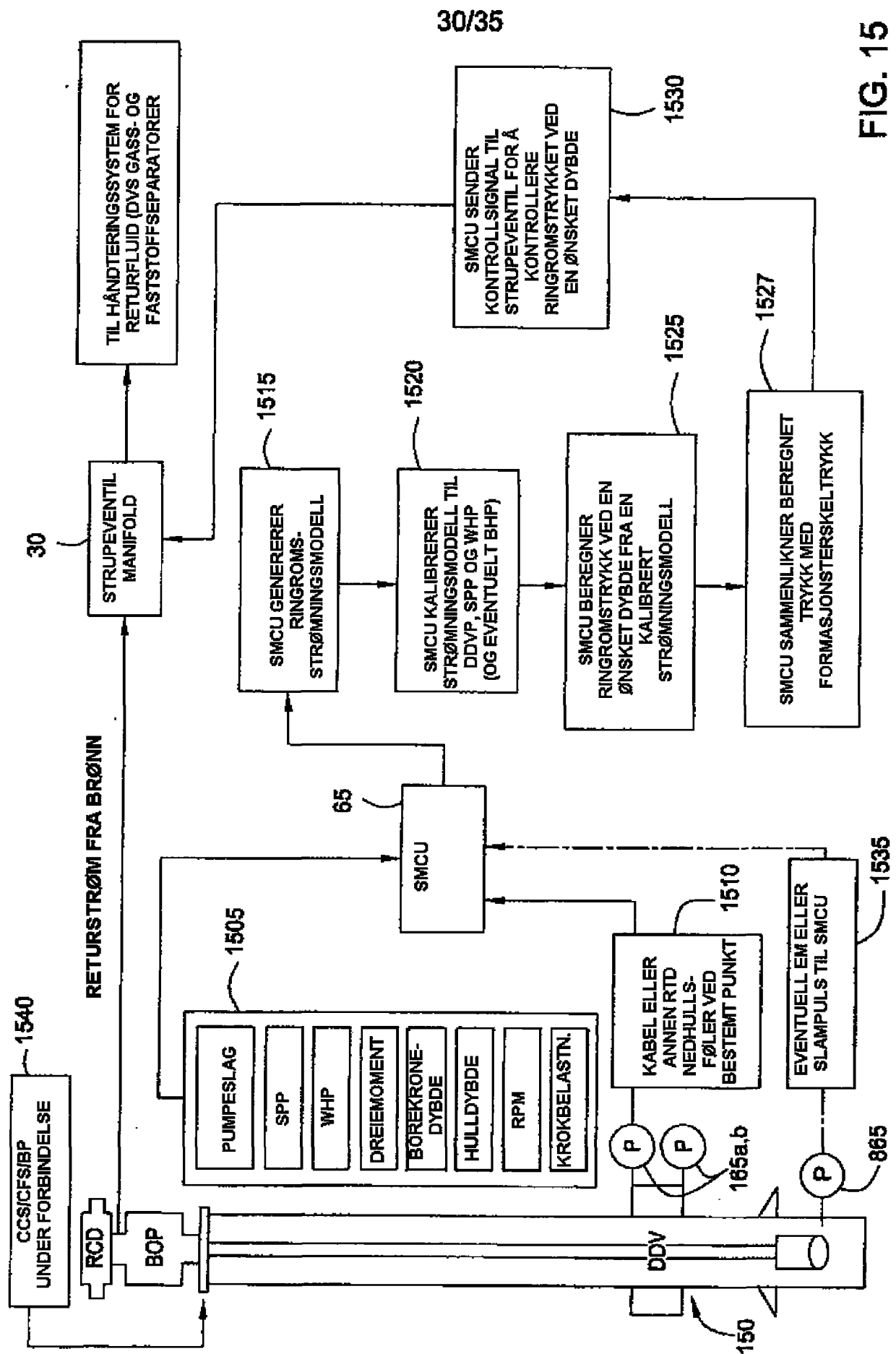


FIG. 13F



31/35

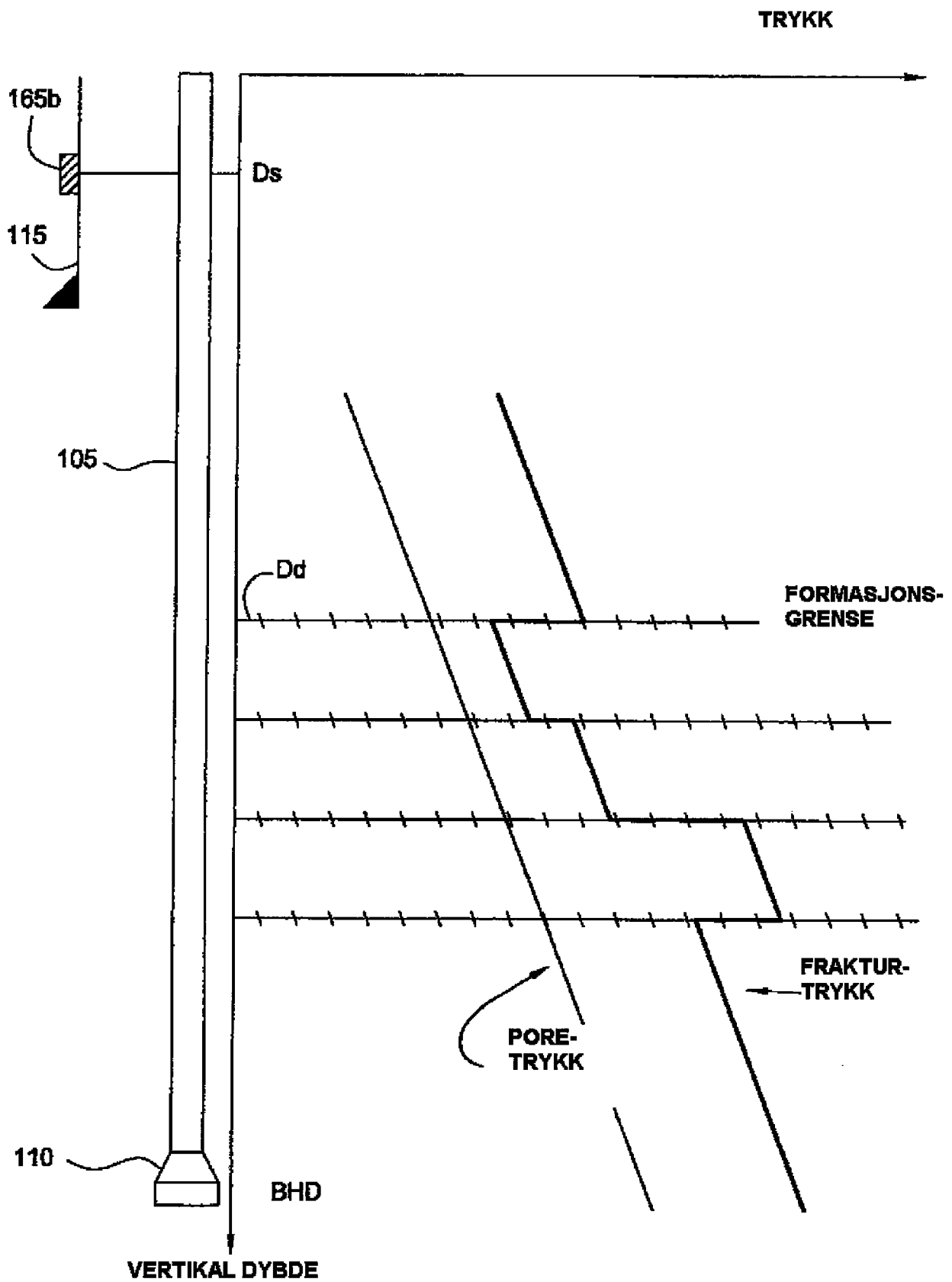
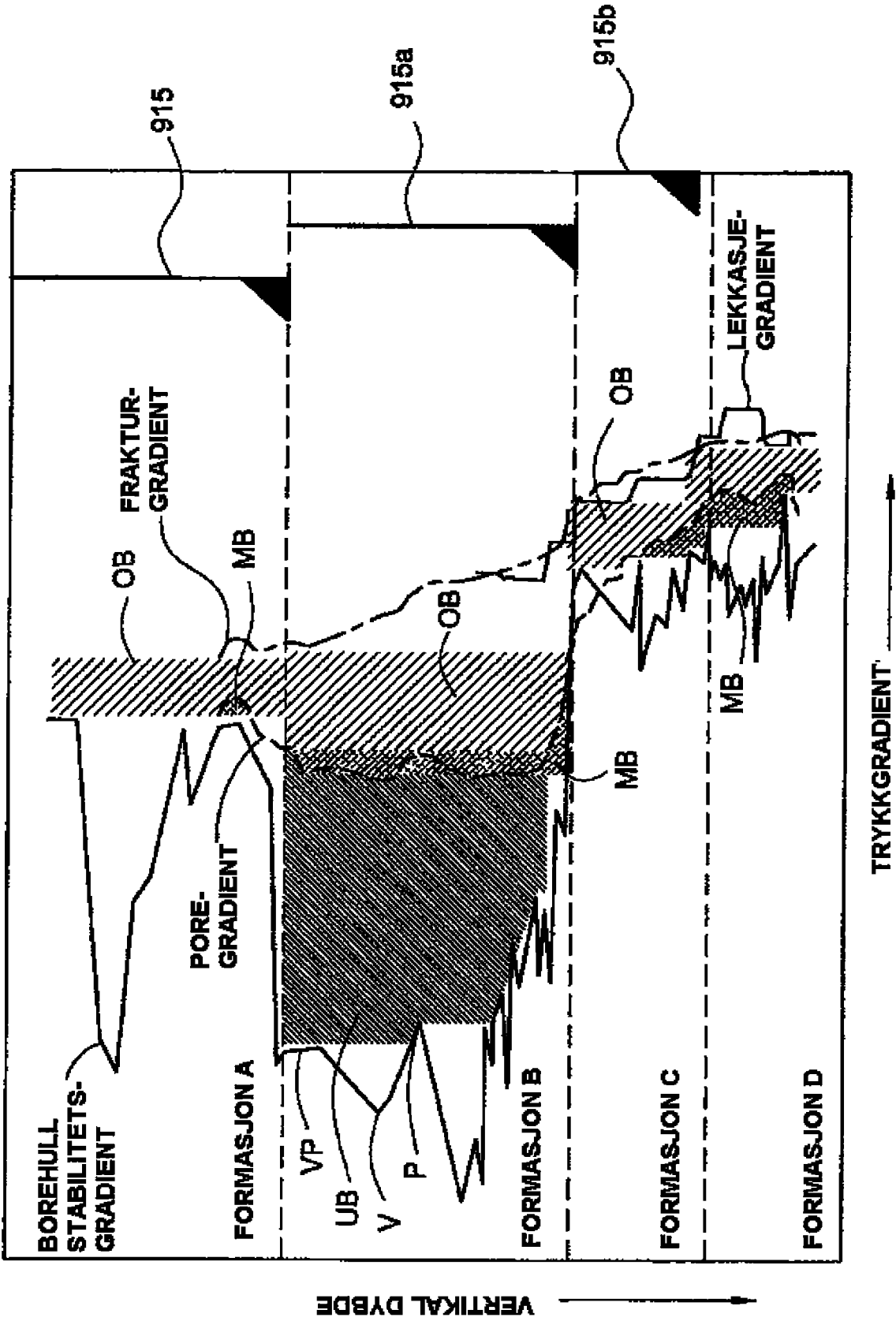


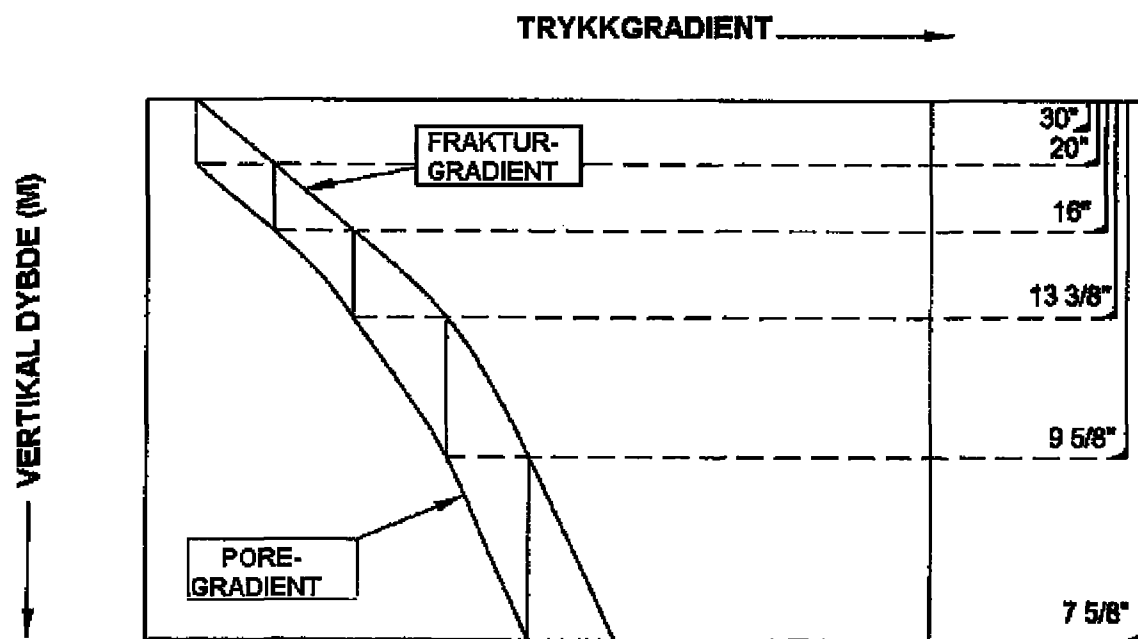
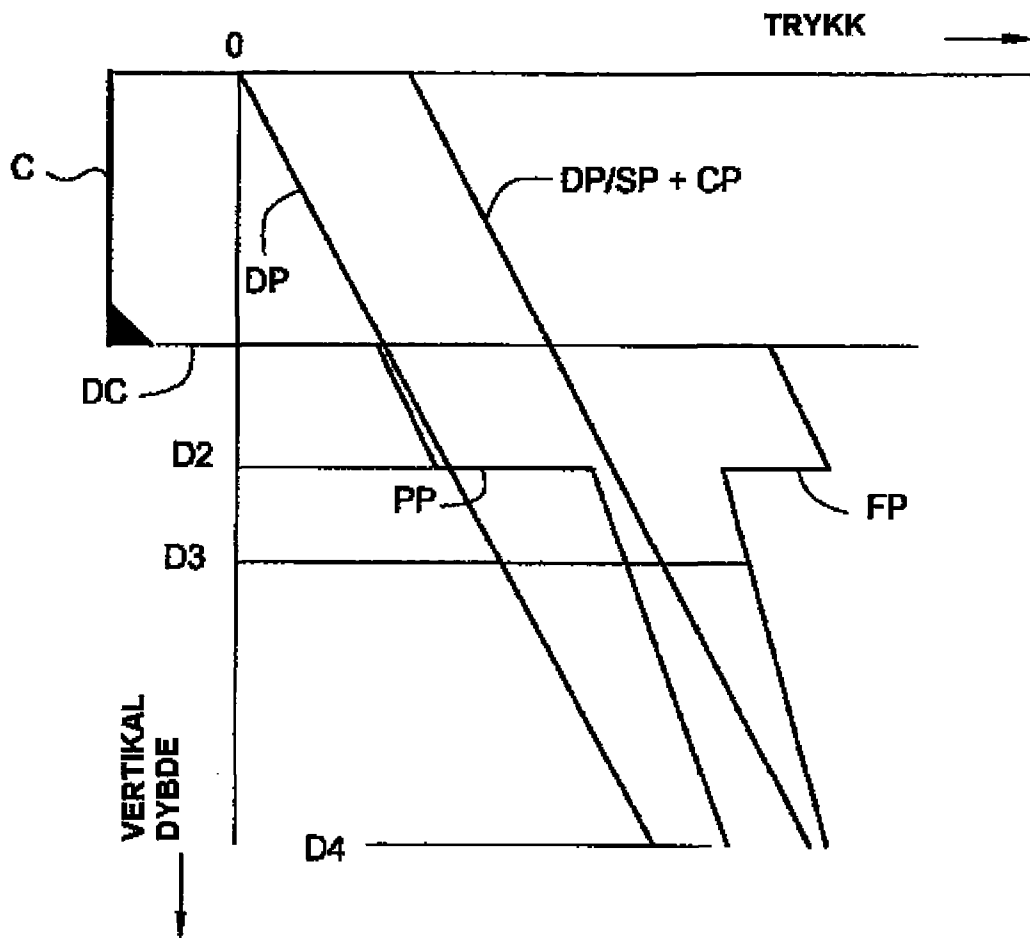
FIG. 16

32/35



33/35

FIG. 18A



MÅLDYBDE

FIG. 18B

DIAMETER AV
FORINGSRØRSTRENGER ER
VIST I TOMMER (1"=2,54 CM)

34/35

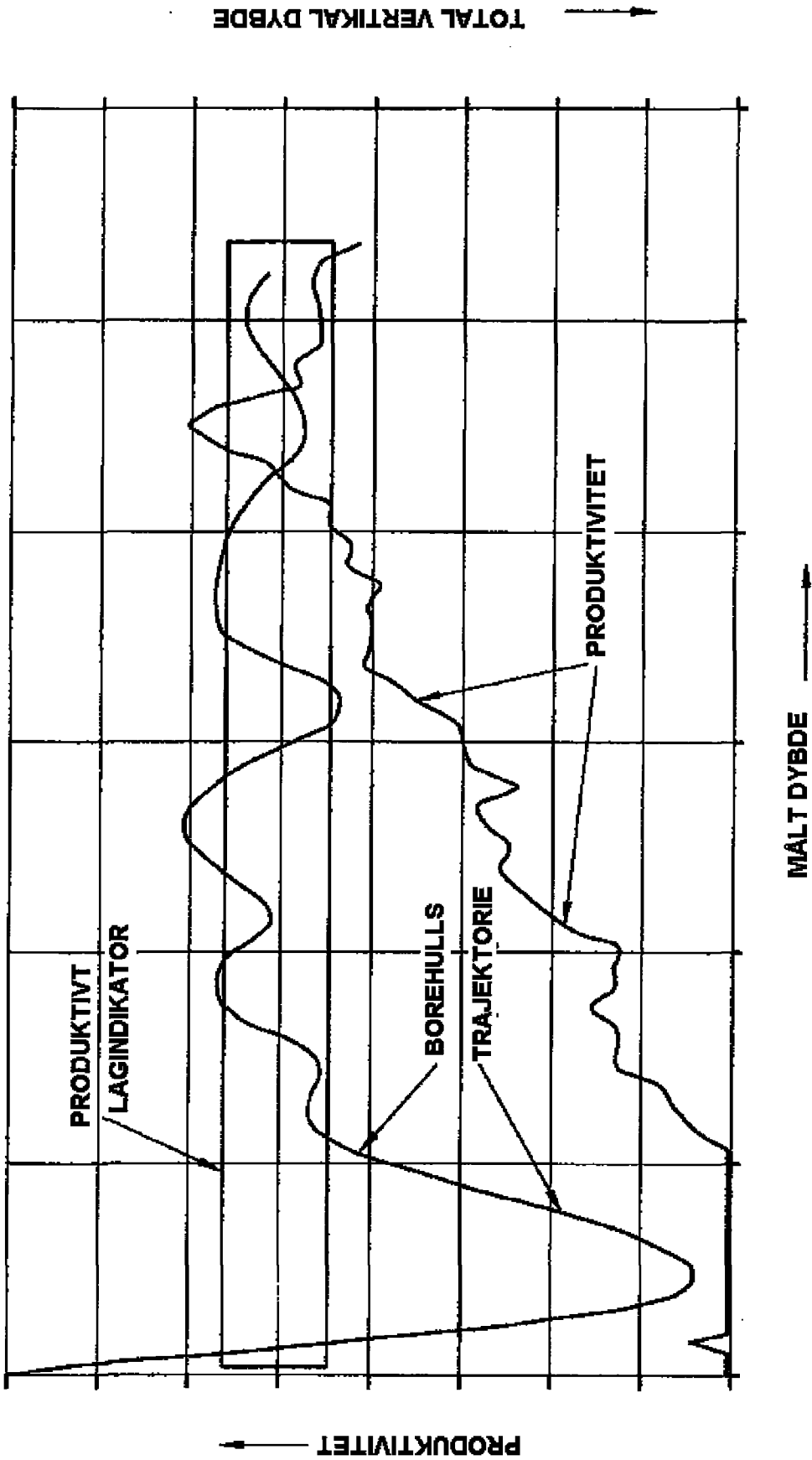


FIG. 19

35/35

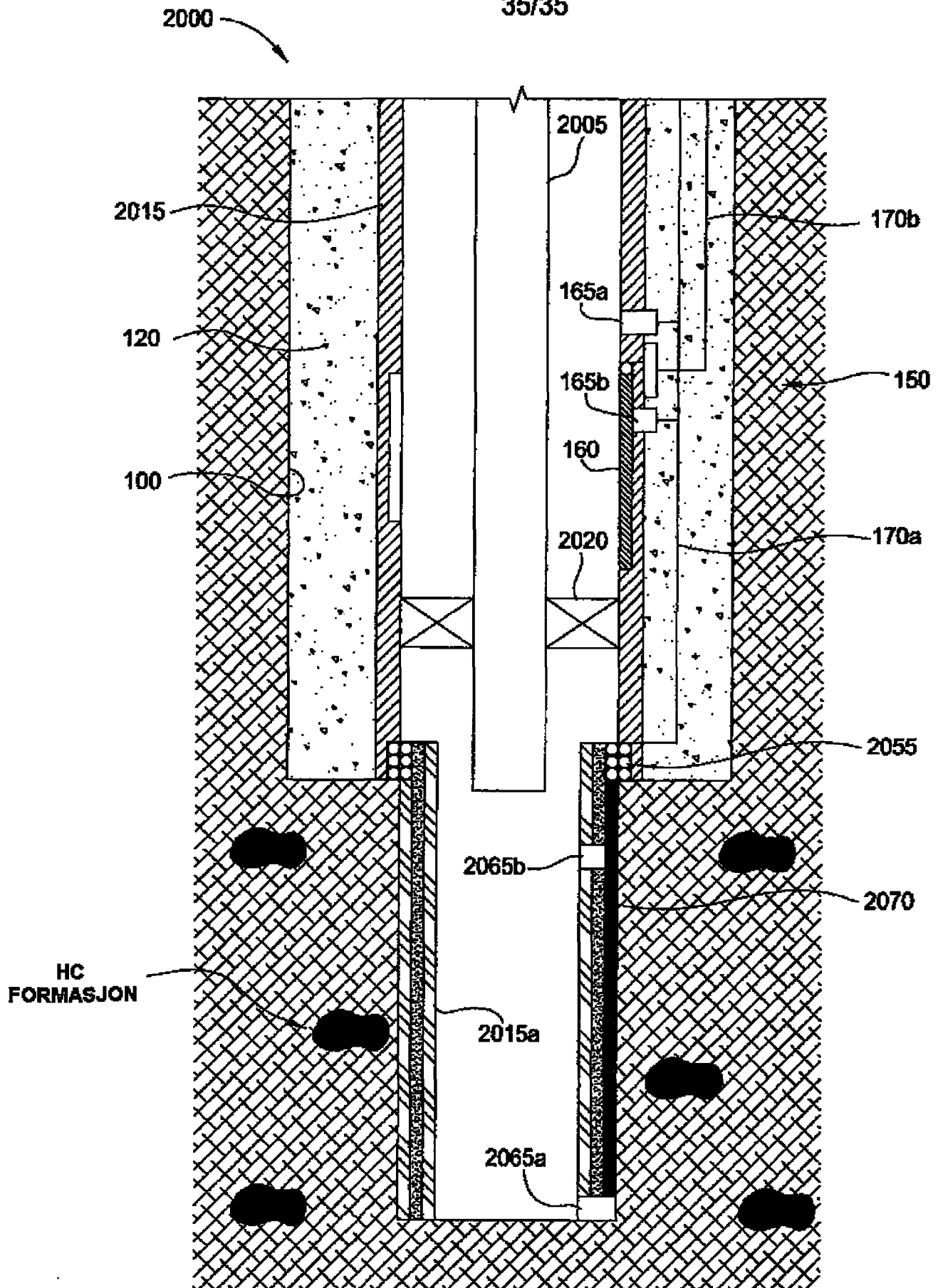


FIG. 20