



(12) SØKNAD

(19) NO

(21) 20141409

(13) A1

NORGE

(51) Int Cl.

E21B 21/06 (2006.01)

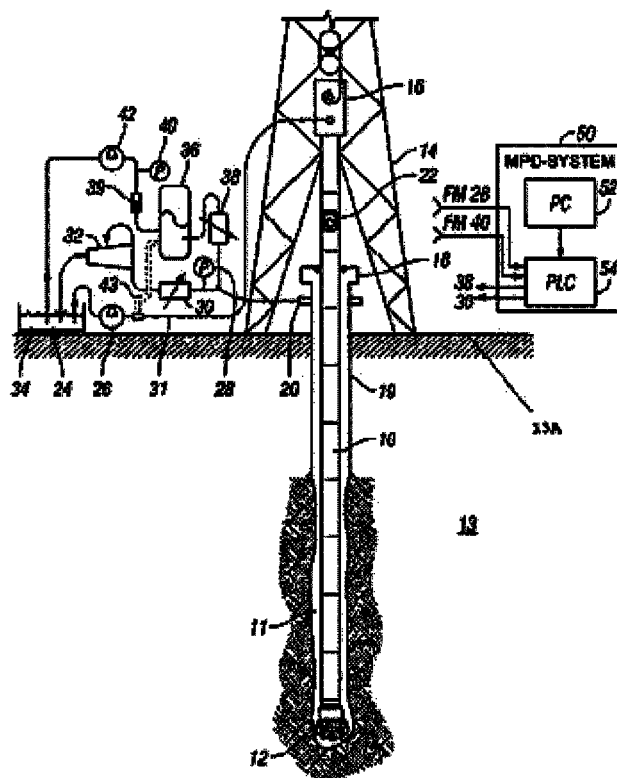
E21B 21/08 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20141409	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2013.04.29 PCT/US2013/038615
(22)	Inng.dag	2014.11.24	(85)	Videreføringsdag	2014.11.24
(24)	Løpedag	2013.04.29	(30)	Prioritet	2012.04.27, US, 61/639,815
(41)	Alm.tilgj	2014.11.24			
(73)	Innehaver	SCHLUMBERGER TECHNOLOGY B.V., Parkstraat 83-89, NL-2514JG HAAG, Nederland			
(72)	Oppfinner	Donald G Reitsma, 1226 Rose Fair Drive, US-TX77450 KATY, USA Ossama R Sehsah, 19806 Almond Park Lane, US-TX77450 KATY, USA Yawan Couturier, 4510 Greenwood Trace Lane, US-TX77494 KATY, USA			
(74)	Fullmektig	Murgitroyd & Company, Mannerheimsvägen 12 B, 5tr, FI-00100 HELSINGFORS, Finland			

- (54) **Benevnelse** **SYSTEM OG FREMGANGSMÅTE FOR REGULERING AV RINGROMSTRYKK I ET BOREHULL UNDER ANVENDELSE AV GASSLØFT I BOREFLUIDRETURLEDNING**
- (57) **Sammendrag**

Et system og fremgangsmåte innbefatter å pumpe borefluid gjennom en borestreng som er utstrakt i et borehull som strekker seg under bunnen av en vannmasse, ut av borestrengens bunn og inn i borehullets ringrom. Fluid sendes fra ringrommet inn i et stigerør og en avløpskanal. Stigerøret er anordnet over borehullets topp og strekker seg til vannoverflaten. Avløpskanalen kobler seg til stigerøret og innbefatter en regulerbar fluidstruper. En fluidreturledning kobles til et utløp av struperen og strekker seg til vannoverflaten. Gass under trykk pumpes inn i returledningen ved en valgt dybde under vannoverflaten. Den regulerbare fluidstruper kan betjenes til å opprettholde et valgt borefluidnivå i stigerøret, idet det valgte fluidnivå er en valgt avstand under vannoverflaten.



SYSTEM OG FREMGANGSMÅTE FOR REGULERING AV RINGROMSTRYKK I ET BOREHULL UNDER ANVENDELSE AV GASSLØFT I BOREFLUIDRETURLEDNING

Bakgrunn

5

Leting etter og produksjon av hydrokarboner fra formasjoner under overflaten innbefatter systemer og fremgangsmåter for utvinning av hydrokarbonene fra formasjonen. En borerigg kan være posisjonert på land eller på en vannmasse for å støtte en borestreng som strekker seg ned i et borehull. Borestrengen kan innbefatte en bunnhullssammenstilling som består av

10 en borkrone og sensorer, så vel som et telemetrisystem som er i stand til å motta og sende sensordata. Sensorer som er anordnet i bunnhullssammenstillingen, kan innbefatte trykk- og temperatursensorer. Et overflate-telemetrisystem er inkludert med henblikk på mottak av telemetridata fra bunnhullssammenstillingens sensorer og med henblikk på å sende kommandoer og data til bunnhullssammenstillingen.

15

Fluid, "boreslam", pumpes fra boreplattformen, gjennom borestrengen og til en borkrone som støttes ved borestrengens nedre eller distale ende. Boreslammet smører borkronen og frakter bort brønnborkaks som genereres av borkronen i takt med at den borer dypere. Borkakset fraktes i en returstrøm av borkaks gjennom brønnens annulus og tilbake til

20 brønnboreplattformen ved jordens overflate. Når borkakset når plattformen, kontamineres det med små stykker skiferbergarter og stein, hvilke er kjent i industrien som borkaks eller borekutt. Når borkakset, boreslammet og annet avfall når plattformen, benyttes separasjonsutstyr til å fjerne borkakset fra boreslammet, slik at boreslammet kan gjenanvendes.

25

Et fluid-baktrykkssystem kan forbindes med en fluidavløpskanal for å opprettholde et valgt trykk ved bunnen av borehullet. Fluid kan pumpes ned borefluid-retursystemet for å opprettholde annulus-trykk på tidspunkter når slampumpene er slått av. Et trykkovervåkningssystem kan også anvendes til å overvåke detekterte borehullstrykk,

30 modellere forventede borehullstrykk med henblikk på videre boring, og til å kontrollere fluidbaktrykkssystemet.

Kort beskrivelse av tegningene

35

FIG. 1 viser et boresystem som innbefatter et eksempel på et trykbalansert boresystem. FIG. 2 viser et eksempel på et trykbalansert boresystem som i FIG. 1, anvendt i forbindelse med en borefluid-returledning som bærer et gassløftet borefluid i henhold til heri beskrevne utførelsesformer.

FIG. 3-5 viser eksempler på trykbalanserte boresystemer anvendt i henhold til heri beskrevne utførelsesformer.

Detaljert beskrivelse

5

Heri beskrevne utførelsesformer angår et system som innbefatter, i henhold til ett aspekt, en borestreng som trekker seg inn i et borehull under en bunn av en vannmasse, en primærpumpe for selektiv pumping av et borefluid gjennom borestrengen og inn i et ringrom som er skapt mellom borestrengen og borehullet, et stigerør som strekker seg fra en topp av

10 borehullet til en plattform på en overflate av vannmassen, en fluidavløpskanal i fluid kommunikasjon med stigerøret, en regulerbar åpningsstruper koblet til avløpskanalen, en fluidreturledning som strekker seg fra struperen til plattformen, og en trykkgasskilde koblet til fluidreturledningen ved en valgt dybde under vannmassens overflate.

15

I noen utførelsesformer kan en trykksensor kobles til en avløpskanal i nærheten av struperen og/eller ved en valgt dybde i borehullet eller stigerøret. Systemet kan ytterligere innbefatte en reguleringsinnretning som mottar et inngangssignal fra trykksensoren og genererer et utgangssignal for å betjene struperen. Struperen betjenes til å opprettholde et valgt hydrostatisk trykk i stigerøret ved en valgt avstand under vannoverflaten.

20

Ifølge visse heri beskrevne utførelsesformer kan et system som beskrevet anvendes til å regulere trykk i borehullets annulus under boringen av en undergrunnsformasjon til havs, dvs. en formasjon som befinner seg under en vannmasse. Heri beskrevne utførelsesformer kan også angå en fremgangsmåte for regulering av trykk i borehullets annulus under boringen av

25 en undergrunnsformasjon til havs.

30

I ett aspekt innbefatter en fremgangsmåte ifølge heri beskrevne utførelsesformer å pumpe borefluid gjennom en borestreng som er utstrakt inn i et borehull som strekker seg under en bunn av en vannmasse, ut av borestrengens bunn og inn i borehullets annulus, idet fluid sendes fra borehullets annulus og inn i et stigerør som er anordnet over borehullets topp, idet stigerøret strekker seg til vannmassens overflate, idet fluid sendes fra stigerøret inn i en avløpskanal som er anordnet under vannmassens overflate, idet avløpskanalen innbefatter

35 deri en regulerbar fluidstruper, en fluidreturledning koblet til et utløp av struperen og som strekker seg til vannmassens overflate, å pumpe gass under trykk inn i returledningen ved en valgt dybde under vannmassens overflate, og å betjene den regulerbare fluidstruper til å opprettholde et valgt hydrostatisk trykk i stigerøret ved en valgt avstand under vannmassens overflate.

I et annet aspekt innbefatter en fremgangsmåte ifølge heri beskrevne utførelsesformer å pumpe borefluid gjennom en borestreng som er utstrakt inn i et borehull som strekker seg under en bunn av en vannmasse, ut av borestrengens bunn og inn i borehullets annulus, idet fluid sendes fra borehullets annulus og inn i et stigerør som er anordnet over borehullets topp, og inn i en avløpskanal, idet avløpskanalen innbefatter en fluidstruper og en fluidreturledning koblet til et utløp av fluidstruperen og som strekker seg til vannoverflaten, å pumpe gass under trykk inn i returledningen ved en valgt dybde under vannoverflaten, og å regulere en hastighet ved hvilken gassen pumpes inn i returledningen for å opprettholde et fluidnivå i stigerøret ved en valgt avstand under vannmassens overflate.

10

Et boresystem som innbefatter et eksempel på trykkbalansert boring, er vist skjematisk i FIG.

1. Ett eksempel på et trykkbalansert boresystem er et system for dynamisk regulering av ringromstrykk (DAPC-system), som beskrevet i US-patent nr. 6,904,981 utstedt til van Riet, som det hermed henvises til, og som i sin helhet skal betraktes som værende en del av den foreliggende søknad. En boreenhet ("rigg") 14 eller lignende heveanordning henger en borestreng 10 i et borehull 11 som bores gjennom bergformasjoner 13 under overflaten. En borkrone 12 er koblet til borestrengens 10's nedre ende, og roteres av borestrengens 10. Rotasjon av borestrengens 10 kan muliggjøres enten ved hjelp av en hydraulisk motor eller turbin (ikke vist) koblet i borestrengens 10, eller ved hjelp av utstyr slik som et toppdrevet rotasjonssystem 16 som henger i boreriggen 14. Anvendelse av noe av borestrengens 10's vekt på kronen 12 og rotasjonen som bibringes til kronen 12, får kronen 12 til å bore gjennom formasjonene 13, idet borehullet 11's lengde derved utvides. Boreenheten 14 er vist idet den støttes på landoverflaten 13A; boreenheten 14 som innbefatter noen av eller alle av de i FIG. 1 beskrevne komponenter, kan imidlertid anvendes i boring til havs og kan være anordnet på en plattform på vannoverflaten. Slikt vil bli beskrevet nedenfor under henvisning til FIG. 2.

I den i FIG. 1 viste utførelsesform løfter en primærpumpe ("slampumper") 26 ved Jordens overflate borefluid ("slam") 34 fra en beholder eller tank 24, og sender slammet 34 under trykk gjennom et standrør og fleksibel slange 31 til det toppdrevne rotasjonssystem 16. Det toppdrevne rotasjonssystem 16 innbefatter rotasjonstetninger for å muliggjøre at slammet 34 kan bevege seg gjennom det toppdrevne rotasjonssystem 16 til en innvendig kanal (ikke vist) i borestrengens 10's indre. Borestrengens 10 kan innbefatte en tilbakeslagsventil 22 eller lignende anordning for å hindre bakoverbevegelse av slammet 34 på tidspunkter hvor slampumpene 26 ikke er aktivert og/eller når det toppdrevne rotasjonssystem 16 frakobles fra borestrengens 10's øvre ende, f.eks. under "connections" (tilføyelse eller fjerning av rørsegmenter fra borestrengens 10).

Når slammet 34 vandrer gjennom borestrengens 10, sendes det til syvende og sist ut fra dyser

eller baner (ikke vist separat) i borkronen 12. Etter at det har forlatt borkronen 12, kommer slammet 34 inn i ringrommet mellom borestrengen 10's ytre og borehullet 11's vegg. Slammet 34 løfter borkaks fra borehullet 11 idet det vandrer tilbake til jordoverflaten 13A.

5 Utstrømming av slammet 34 fra ringrommet kan reguleres ved hjelp av et baktrykkssystem. Baktrykkssystemet kan innbefatte roterende kontrollhode (eller roterende blow-out-ventil) 18 koblet til den øvre ende av et overflaterør eller casing 19. Det roterende kontrollhode 18 tetter mot borestrengen 10, idet utstrømming av fluid fra borehullet bortsett fra gjennom en avløpsledning 20, derved forhindres. Casingen 19 er typisk sementert inn i borehullet 11's

10 øvre del. Slam 34 forlater ringrommet gjennom avløpsledningen 20. Avløpsledningen 20 kan kobles ved én ende til det roterende kontrollhode 18, og kobles ved sin annen ende til en avløpsledningsstruper, dvs. en regulerbar åpningsstruper 30, som selektivt regulerer det trykket ved hvilket slammet 34 forlater avløpsledningen 20. Etter at det har forlatt avløpsledningsstruperen 30, kan slammet 34 sendes ut i rengjøringsanordninger, vist

15 kollektivt ved 32, slik som en gassutskiller for å fjerne innblandet gass fra slammet 34 og/eller en "vibrasjonssikt" for å fjerne faste partikler fra slammet 34. Etter at det har forlatt rengjøringsanordningene 32, sendes slammet 34 tilbake til reservoaret 24. Betjening av struperen 30 kan relateres til målinger gjort ved hjelp av trykksensoren 28 i hydraulisk forbindelse med avløpsledningen 20.

20

Baktrykkssystemet kan også innbefatte en baktrykkspumpe 42 som kan løfte slam fra tanken 24. Baktrykkspumpen 42 kan være mindre, med hensyn til pumpekapasitet, enn primærpumpen 26. Baktrykkspumpen 42's avløpsside kan være hydraulisk koblet til en akkumulator 36. En tilbakeslagsventil 39 kan inkluderes i den foregående forbindelse for å

25 hindre at slammet under trykk i akkumulatoren 36, strømmer tilbake gjennom baktrykkspumpen 42, f.eks. når baktrykkspumpen 42 ikke er aktivert. En trykksensor 40 kan være inkludert i den foregående forbindelse for automatisk å slå baktrykkspumpen 42 av når akkumulatoren 36 fylles til et forutbestemt trykk. Akkumulatoren 36 er også hydraulisk forbundet med avløpsledningen 20 gjennom en regulerbar åpningsstruper, f.eks.

30 akkumulatorstruper 38 (som kan erstattes av eller innbefatte en ventil).

Under drift av et slikt baktrykkssystem fungerer baktrykkspumpen 42 til å fylle akkumulatoren 36. Idet fluidvolum er nødvendig for å opprettholde baktrykk i avløpsledningen 20, kan akkumulatorstruperen 38 betjenes til å muliggjøre strømning fra akkumulatoren 36 til

35 avløpsledningen 20. Samtidig kan avløpsledningsstruperen 30 betjenes til i det vesentlige eller fullstendig å stoppe strømning av slam 34.

I andre eksempler kan baktrykkspumpen 42 unnværes, og noe av avløpet fra slampumpene

26 kan anvendes til å fylle akkumulatoren. Ett eksempel er vist ved hjelp av den stiplede linje 43 i FIG. 1, som angir fluidkoblingen av noe av fluidutløpet fra slampumper 26 til akkumulatoren 36.

5 Akkumulatoren 36 kan være av en hvilken som helst type som er kjent innenfor teknikken, for eksempel typer som har en bevegelig tetning, diafragma eller stempel til å dele akkumulatoren 36 inn i to trykkammere. Noen akkumulatorene kan ha siden av diafragmaet eller stempelet motstående den fluidfylte side som er forhåndstrykksatt til et valgt trykk, slik som med trykkgass, og/eller med en fjær eller annen forspenningsanordning for å
10 tilveiebringe en valgt kraft til diafragmaet eller stempelet. I andre akkumulatorene kan akkumulatoren 36's motstående side fylles med fluid under trykk under anvendelse av en separat fluidpumpe (ikke vist). I slike akkumulatorene kan det baktrykk som utøves av akkumulatoren 36, endres under anvendelse av den separate fluidpumpe i stedet for under anvendelse av et valgt trykk til å tilveiebringe en valgt kraft (f.eks. under anvendelse av
15 trykkgass og/eller en fjær). Akkumulatorens matetrykk kan økes under omstendigheter der det er nødvendig å sende borefluid inn i annulus for å øke trykk. Matetrykket i akkumulatoren 36 kan lettes, for eksempel når primærpumpene 26 gjenstartes eller når baktrykkspumpen 42 startes.

20 I eksempelet i FIG. 1 kan baktrykksreguleringsystemet betjenes automatisk ved hjelp av et trykbalansert boresystem ("MPD"-system) 50. MPD-systemet 50 kan innbefatte en betjeningsenhet, slik som en PC eller berøringsskjerm 52 og programmerbar logisk styring (PLC) 54. PLC-en 54 kan motta, som inngang, signaler fra ulike trykksensorer, herunder, men ikke begrenset til, trykksensorer 28 og 40 i FIG. 1. PLC-en 52 kan også betjene de variable
25 regulerbare åpningsstrupere 38, 30 så vel som baktrykkspumpen 42. Som forklart i van Riet '981-patentet som det vises til ovenfor, kan MPD-systemet 50 betjene de ulike systemkomponentene for å opprettholde et valgt fluidtrykk i avløpsledningen 20, og således inne i ringrommet mellom borehullet 11's sidevegg og borestrengen 10 og, nærmere bestemt, ved et valgt trykk ved bunnen av borehullet 11.

30 Eksempelet på boresystem, herunder det under henvisning til FIG. 1 forklarte MPD-system 50, er ment å forklare prinsippene ved MPD-systemer, og er ikke ment å begrense omfanget av slike systemer eller de komponentene som faktisk anvendes i et hvilket som helst bestemt eksempel på boring til havs, hvilket vil bli beskrevet under henvisning til FIG. 2.

35 FIG. 2 viser et annet eksempel på et MPD-system som kan anvendes i boring til havs, hvor et sett volumstrømventiler for borehull (blow-out-ventil-stakk eller "BOP") 102 kan være anordnet ved toppen av borehullet 11 i nærheten av bunnen av en vannmasse eller "boreslamledning"

1. Boring av borehullet 11 og sirkulering av boreslam (34 i FIG. 1) kan utføres ved hjelp av komponenter som ligner de som er vist og forklart under henvisning til FIG. 1 ovenfor og FIG. 3-5 nedenfor, men i det foreliggende eksempel kan slike komponenter være anordnet på en plattform (ikke vist) som befinner seg på vannoverflaten 2. Av klarhetshensyn er noen av de foregående komponenter utelatt fra FIG. 2. Et stigerør 100 kan strekke seg fra BOP-en 102 til plattformen (ikke vist av klarhetshensyn) ved vannoverflaten 2. En casing 109 kan strekke seg under boreslamledningen 1 til en valgt dybde i borehullet 11. BOP-en 102 kan være koblet til det øvre endedel av casingen. Som vist er struperen 30, f.eks. en regulerbar åpningsstruper, koblet til slamstigerøret 100 ved en valgt dybde under vannoverflaten 2. Det resterende av boreoperasjoner i borehullet kan utføres i det vesentlige som forklart under henvisning til FIG. 1.

Et MPD-system 50, konfigurert som forklart under henvisning til FIG. 1, kan være anordnet på plattformen (ikke vist). MPD-systemet kan motta et inngangssignal fra ulike trykksensorer og/eller strømningsmålere, for eksempel trykksensor 28 fluidmessig forbundet med stigerør 100 og/eller strømningsmålere 139, 140 fluidmessig forbundet med en returledning 138. Et utgangssignal fra MPD-systemet 50 kan regulere åpningen av regulerbar, justerbar åpningsstruper 30. I det foreliggende eksempel kan fluidinngang til struperen 30 oppnås fra en ledning som er hydraulisk forbundet med stigerøret 100, f.eks. en avløpskanal, ved en valgt høyde over BOP-en 102. Selv om den er vist som værende forbundet med stigerøret 100, kan avløpskanalen i én eller flere øvrige utførelsesformer være forbundet med brønnehodet eller direkte med ringrommet, f.eks. under stigerør 100. Fluidutløp fra struper 30 kan kobles gjennom en tilbakeslagsventil 130 til en fluidreturledning 138. En bypass-ventil 129 kan være hydraulisk forbundet med stigerøret 100 via en bypass-kanal 131 og til et punkt nedstrøms av struperen 30. I det foreliggende eksempel kan borehullet 11 være åpent til stigerøret 102, og boring kan utføres uten anvendelse av et roterende kontrollhode eller en roterende avleder, som vist i FIG. 1.

I det foreliggende eksempel kan fluidreturledningen 138 opprettholdes ved et lavere hydrostatisk trykk (og gradient derav) enn det som ville utøves av en søyle av borefluidet (slam 34 i FIG. 1), som strekker seg den vertikale avstand som tilbakesløpes av fluidreturledningen 138. Som vist strekker fluidreturledningen 138 seg fra struperen 30 til boreplattformen (ikke vist), slik at i det minste en vertikal del av fluidreturledningen 138 befinner seg under vannoverflaten 2. Fluidreturledningen 138's lavere hydrostatiske trykk (og gradient derav) opprettholdes ved å koble en gasskompressor 132's utløp til returledningen 138 ved en valgt dybde under vannoverflaten 2. Som vist kan gasskompressoren 132's utløp være koblet til fluidreturledningen 138's vertikale del ved den valgte dybde under vannoverflaten 2. Gasskompressoren 132 kan tilveiebringe gass, luft, nitrogen eller en annen

i det vesentlige inert gass ("gass") under trykk gjennom slik kobling til fluidreturledningen 138.

Grovregulering kan oppnås ved å betjene gasskompressoren 132 ved en i det vesentlige konstant hastighet eller ved en hastighet som svarer til en hastighet ved hvilken boreenhetens
5 slampumpe(r) (26 i FIG. 1) er i drift. Fluidreturledningen 138 kan kobles til en gass/væske-
separator 136 som er anordnet på boreplattformen (ikke vist). Fagmannen vil innse at en
hvilken som helst gass/væske-separator 136 kan anvendes i overensstemmelse med heri
beskrevne utførelsesformer, slik som for eksempel en mekanisk gassutskiller eller en
sentrifuge. En strømningsmåler 139 koblet til en væskeavløpsende av
10 gass/væskeseparatoren 136 kan måle strømningshastigheten for flytende slam som kommer
ut av separatoren 136 før det flytende slam returneres til tanken 24. Strømningshastighet for
gass ut av separatoren 136 kan måles ved hjelp av en strømningsmåler 140 som er koblet til
en gassavløpsende av gass/væske-separatoren 136 for å bidra til å verifisere at den
15 mengden av gass som kommer inn i returledningen 138, er i det vesentlige den samme som
den som kommer ut av gass/væske-separatoren 136. En slik sammenligning kan for
eksempel bistå i å bestemme om det kommer gass inn i borehullet 11 fra en formasjon under
overflaten eller om det finnes en lekkasje i systemet.

I det foreliggende eksempel kan det lavere hydrostatiske trykk til fluidsøylen i
20 fluidreturledningen 138 bevirke at struperen 30 driver ved et lavere nedstrømstrykk enn det
som ville være tilfelle dersom fluidreturledningen kun var fylt med en boreslamsøyle, f.eks.
som har et hydrostatisk trykk med kun slammet som pumpes inn i borehullet 11. På denne
måte kan struperen 30 betjenes slik at et slamnivå 34A i stigerøret 100 kan opprettholdes ved
en valgt avstand under vannoverflaten 2, idet det derved utøves et lavere hydrostatisk trykk i
25 borehullet 11 enn det som ville utøves av en søyle av boreslam i stigerøret 100 som strekker
seg til vannoverflaten 2. I det foreliggende eksempel kan trykksignaler fra trykksensoren 28
og strømningsmålerne 140, 139 anvendes av MPD-systemet 50 (eller en slagsteller kan
anvendes i forbindelse med riggpumpene (26 i FIG. 1)) for å drive struperen 30 til å
opprettholde et valgt hydrostatisk trykk i stigerøret 100 over målepunktet, hvilket ville tilsvare
30 et fluidnivå 34A i stigerøret 100. Eksempelvis kan PLC 54 (FIG. 1) motta signaler fra
trykksensoren 28, strømningsmålere 140, 139 og/eller øvrige sensorer, og generere et
utgangssignal for å betjene de variable, regulerbare åpningsstrupere 38, 30 så vel som
baktrykkspumpen 42 for å opprettholde fluidtrykk i borehullet ved en valgt verdi. Slik betjening
av et MPD-system kan være i det vesentlige som presentert i US-patent nr. 6,904,981, utstedt
35 til van Riet, som drøftet mer detaljert nedenfor. Fagmannen vil innse at andre sensorer kan
anordnes ved ulike plasseringer i systemet, for eksempel kan en trykksensor anordnes på en
vertikal del av returledningen 138, en gassinjeksjonsledning, vist ved 134, eller ved andre
plasseringer i systemet etter behov.

Selv om det ovenfor under henvisning til FIG. 2 beskrevne eksempel kan anvende et MPD-system 50 til å regulere struperen 30 til å opprettholde et valgt hydrostatisk trykk, f.eks. i stigerøret, kan struperen 30 i noen eksempler betjenes uten et MPD-system 50. Struperen 30 kan betjenes manuelt eller automatisk for å opprettholde et valgt hydrostatisk trykk som avfølt eller målt av sensor 28. Følgelig skal den foreliggende beskrivelses omfang ikke være begrenset til anvendelse av et MPD-system 50. I noen eksempler kan struperen 30 være en fast åpningsstruper, og hydrostatisk trykk i stigerøret 100 kan opprettholdes ved å regulere en hastighet ved hvilken gass pumpes inn i fluidreturledningen 138.

Et annet eksempel på et MPD-system som kan anvendes med det heri beskrevne system og/eller den heri beskrevne fremgangsmåte, er vist i FIG. 3-5. Selv om 3-5 viser et landbasert boresystem som anvender et MPD-system, vil det være klart at et offshore boresystem likeledes kan anvende et MPD-system. FIG. 3-5 er ment ytterligere å forklare og tilveiebringe eksempler på MPD-systemer, og er ikke ment å begrense omfanget av slike systemer eller komponenter som faktisk anvendes i et hvilket som helst bestemt eksempel på boring til havs, som beskrevet ovenfor under henvisning til FIG. 2. FIG. 3 er en plangjengivelse som viser et overflateboresystem som anvender et eksempel på et MPD-system. Boresystemet 300 er vist som værende omfattet av en borerigg 302 som anvendes til å støtte boreoperasjoner. Mange av komponentene som anvendes på en rigg 302, slik som en kelly, krafttenger, slipper, vinsjer og annet utstyr, er ikke vist av klarhetshensyn. Riggeren 302 anvendes til å støtte bore- og leteoperasjoner i formasjon 304. Som vist i FIG. 4 har borehullet 306 allerede blitt delvis boret, casing 308 satt og sementert 309 på plass. I den foretrukne utførelsesform installeres en casing-avstengingsmekanisme, eller nedihulls deployment-ventil, 310 i casingen 308 for valgfritt å stenge av annulus og egentlig fungere som en ventil for å stenge av åpent hull-avsnittet når kronen befinner seg over ventilen.

Borestrengen 312 støtter en bunnhullsammenstilling (BHA) 313 som innbefatter en borkrone 320, en slammotor 318, en MWD/LWD-sensorsuite 319, herunder en trykk giver 316 for å bestemme ringromstrykket, en tilbakeslagsventil, for å forhindre tilbakestrømning av fluid fra annulus. BHA-en innbefatter også en telemetripakke 322 som anvendes til å overføre trykk, MWD/LWD, så vel som boreinformasjon som skal mottas på overflaten. Selv om FIG. 3 illustrerer en BHA som anvender et slam-telemetrisystem, er det klart at andre telemetrisystemer, slik som radiofrekvens- (RF), elektromagnetiske (EM) eller borestreng-overføringssystemer kan anvendes.

Som bemerket ovenfor krever boreprosessen anvendelsen av et borefluid 350, som lagres i reservoar 336. Reservoalet 336 er i fluid kommunikasjon med én eller flere slampumper 338 som pumper borefluidet 350 gjennom kanal 340. Kanalen 340 er forbundet med det siste ledd

av borestrengen 312 som passerer gjennom en roterende eller sfærisk BOP 342. En roterende BOP 342, når aktivert, tvinger sfærisk formede elastomerelementer til å rotere oppad, idet de lukker rundt borestrengen 312, idet trykket isoleres, men idet borestrengrotasjon fortsatt tillates. Kommersielt tilgjengelige sfæriske BOP-er, slik som de som fremstilles av Varco International, er i stand til å isolere ringromstrykk på opptil 10 000 psi (68947,6 kPa). Fluidet 350 pumpes ned gjennom borestrengen 312 og BHA-en 313 og forlater borkronen 320, hvor den sirkulerer kakset bort fra kronen 320 og sender det tilbake opp åpent hull-annulusen 315, og deretter annulusen som er dannet mellom casingen 308 og borestrengen 312. Fluidet 350 returnerer til overflaten og går gjennom avleder 317, gjennom kanal 324 og ulike trykkutjevningssystemer og telemetrisystemer (ikke vist).

Deretter fortsetter fluidet 350 til det som generelt henvises til som baktrykkssystemet 331. Fluidet 350 løper inn i baktrykkssystemet 331 og strømmer gjennom en strømningsmåler 326. Strømningsmåleren 326 kan være en massebalansetype eller en annen strømningsmåler med høy oppløsning. Under anvendelse av strømningsmåleren 326 vil en operatør være i stand til å bestemme hvor mye fluid 350 som har blitt pumpet inn i brønnen gjennom borestreng 312, og mengden av fluid 350 som returnerer fra brønnen. Basert på forskjellene i mengde av fluid 350 som er pumpet i forhold til fluid 350 som er returnert, blir operatøren i stand til å bestemme hvorvidt fluid 350 går tapt til formasjonen 304, noe som kan være tegn på at hydraulisk oppsprekking har funnet sted, dvs. et signifikant negativt fluiddifferensiale. Likeledes vil et signifikant positivt differensiale være tegn på at formasjonsfluid trenger inn i borehullet.

Fluidet 350 fortsetter til en slitasjebestandig struper 330. Det er klart at det finnes strupere som er utviklet for å fungere i et miljø hvor borefluidet 350 inneholder vesentlig borkaks og andre faststoffer. Struper 330 er én slik type, og den er videre i stand til å fungere ved skiftende trykk og gjennom mangfoldige arbeidssykluser. Fluidet 350 forlater struperen 330 og strømmer gjennom ventil 321. Fluidet 350 prosesseres deretter av en valgfri gassutskiller og ved hjelp av en rekke filtere og ristebord 329, beregnet til å fjerne kontaminanter, herunder borkaks, fra fluidet 350. Fluidet 350 returneres deretter til reservoar 336. En strømningsløyfe 319A er tilveiebrakt forut for ventil 325 for å mate fluid 350 direkte en baktrykkspumpe 328. Alternativt kan baktrykkspumpen 328 tilveiebringes med fluid fra reservoaret gjennom kanal 319B, som er i fluid kommunikasjon med reservoaret 136 (etterfyllingstank). Etterfyllingstanken anvendes normalt på en rigg for å overvåke væsketilførsel og væsketap under etterfyllingsoperasjoner. En treveisventil 325 kan anvendes til å velge sløyfe 319A, kanal 319B eller isolere baktrykkssystemet. Selv om baktrykkspumpe 328 er i stand til å anvende returnert fluid til å skape et baktrykk ved valg av strømningsløyfe 319A, er det klart at det returnerte fluid kan ha kontaminanter som ikke har blitt fjernet av filter/ristebord 329.

Som sådan kan slitasjen på baktrykkspumpe 328 økes. Som sådan kan et baktrykk skapes under anvendelse av kanal 319A for å tilveiebringe rekondisjonert fluid til baktrykkspumpe 328.

- 5 Under drift vil ventil 325 velge enten kanal 319A eller kanal 319B, og baktrykkspumpen 328 kobles inn for å sikre at tilstrekkelig strømning passerer strupersystemet for å kunne opprettholde baktrykk, også selv om det er lite eller ikke noe strøm som kommer fra annulusen 315. Baktrykkspumpen 328 kan være i stand til å tilveiebringe et baktrykk på opptil cirka 2200 psi (15168,5 kPa); pumper med høyere trykkapasitet kan imidlertid velges.

10

Trykket i annulusen som tilveiebringes av fluidet, er en funksjon av dets densitet og den faktiske vertikale dybde, og er generelt en ved tilnærming lineær funksjon. Som bemerket ovenfor pumper tilsetningsstoffer tilsatt til fluidet i reservoar 336 nedihulls for eventuelt å endre trykkgradienten som påføres av fluidet 350.

15

En strømningsmåler 352 kan være anordnet i kanal 300 for å måle mengden av fluid som pumper nedihulls. Det er klart at ved å overvåke strømningsmålere 326, 352 og volumet som pumper av baktrykkspumpen 328, er systemet uten videre i stand til å bestemme den mengden av fluid 350 som går tapt til formasjonen, eller omvendt, den mengden av formasjonsfluid som lekker til borehullet 306.

20

Et MPD-system som beskrevet under henvisning til FIG. 3-5, kan også anvendes til å overvåke brønntrykkbetingelser og predikere trykkarakteristika for borehull 306 og annulus 315.

25

FIG. 5 viser et annet eksempel på et MPD-system hvor en baktrykkspumpe ikke er nødvendig for å opprettholde tilstrekkelig strømning gjennom strupersystemet når strømningen gjennom brønnen av en eller annen årsak må slås av. I dette eksempel er en ytterligere treveisventil 6 plassert nedstrøms av riggpumpen 338 i kanalen 340. Denne ventilen tillater at fluid fra riggpumpene fullstendig kan avledes fra kanalen 340 til kanal 7, idet det ikke tillates at strømning fra riggpumpen 338 kommer inn i borestrengen 312. Ved å opprettholde pumpe 338's pumpevirkning kan tilstrekkelig strømning gjennom manifolden for å regulere baktrykk, sikres.

30

- 35 For å regulere en brønnehendelse kan en BOP lukkes i tilfelle av en stor innstrømming av formasjonsfluid, slik som et gasskick, for effektivt å stenge brønnen, lette trykk gjennom strupe- og drepemanifolden, og gjøre borefluidet tyngre for å tilveiebringe ytterligere ringromstrykk. En alternativ metode benevnes noen ganger "Drillers metode", som anvender

kontinuerlig sirkulasjon uten å stenge brønnen. En tilførsel av svært tungt slam, f.eks. 18 pund per gallon (ppg) (3,157 kg/l) er konstant tilgjengelig under boreoperasjoner nedenfor en hvilken som helst satt casing. Når et gasskick eller fluidtilstrømming til formasjonen detekteres, tilsettes det svært tunge fluid og sirkuleres nedihulls, idet det bevirkes at det tilstrømmende fluid går i løsnings med det sirkulerende fluid. Det tilstrømmende fluid begynner å gå ut av løsnings etter å ha nådd ledeskoen, og frigjøres gjennom strupemanifolden. Det er klart at selv om Drillers metode tilveiebringer kontinuerlig sirkulasjon av fluid, kan den fremdeles kreve ytterligere sirkulasjonstid uten boring foran, for å forhindre ytterligere tilstrømming av formasjonsfluid og for å tillate formasjonsfluidet å gå i sirkulasjon med borefluidet som nå har høyere densitet.

MPD-systemer og fremgangsmåter for trykkregulering kan også anvendes for å regulere en større brønnhendelse, slik som tilstrømming av fluid. Ved å anvende MPD-systemer og fremgangsmåter når en tilstrømming av formasjonsfluid detekteres, økes baktrykket, i motsetning til å tilsette svært tungt fluid. I likhet med Drillers metode er sirkulasjonen vedvarende. Med økningen i trykk går tilstrømmingen av formasjonsfluid i løsnings i sirkulasjonsfluidet, og frigjøres via strupemanifolden. Siden trykket har økt, er det ikke lenger nødvendig umiddelbart å sirkulere et svært tungt fluid. Videre, siden baktrykket anvendes direkte på annulusen, tvinger det raskt formasjonsfluidet til å gå i løsnings, i motsetning til å vente helt til det svært tunge fluid sirkuleres inn i annulus.

MPD-systemer og -fremgangsmåter kan også anvendes i ikke-kontinuerlige sirkulerende systemer. Som bemerket ovenfor, anvendes systemer med kontinuerlig sirkulasjon til å bidra til å stabilisere formasjonen, idet det unngås plutselige trykkfall som finner sted når slampumpene slås av for å foreta/bryte nye rørforbindelser. Dette trykkfallet etterfølges deretter av en trykkspiss når pumpene slås på igjen for boreoperasjoner. Disse variasjonene i ringromstrykk kan på uheldig måte påvirke borehullets slamkake, og kan føre til fluidinvasjon i formasjonen. Baktrykk kan anvendes på annulusen under anvendelse av et MPD-system etter stenging av slampumpene, idet det plutselige trykkfall i annulus fra pumpe av-tilstand til et mildere trykkfall derved forbedres. Forut for at pumpene slås på, kan baktrykket reduseres slik at pumpens ytterligere spisser likeledes reduseres.

Gassløftssystemet som vises i FIG. 2, kan kreve en relativt liten mengde utstyr som skal utplasseres under vannoverflaten 2 (f.eks. forbindelsen med returledning 138 og trykksensoren 28). Det er dokumentert at slikt utstyr kan være virksomt ved vanndybder på opptil flere tusen fot i forlengede tidsperioder. Siden det meste av utstyret kan betjenes ved overflaten, for eksempel kompressoren, kan en svikt i slikt utstyr være betydelig mindre kostbart å skifte ut, ettersom utstyret er lett tilgjengelig. Ytterligere kompressorer kan også

tilføres til systemet uten vesentlige anstrengelser.

- Et system ifølge heri beskrevne utførelsesformer, slik som det som vises i FIG. 2, krever ikke noen tetning for å isolere fluid i marine stigerør fra fluidet i borehullet. Nærmere bestemt, siden gassen som injiseres i returledningen enkelt kan fjernes fra stigerørsfluidet og/eller borehullsfluidet (f.eks. ved avlufting til atmosfæren), er separasjon av stigerørsfluidet og borehullsfluidet ikke nødvendig. Videre kan systemet som vist i FIG. 2 anvendes med et standard prosesseringssystem for borkaks, tilveiebrakt av alminnelig marint boreutstyr.
- 10 Systemet og fremgangsmåten som beskrives heri, kan tillate nøyaktig og umiddelbar regulering av borehullstrykk. Trykket på og volumet av fluid i returledningen kan reduseres mens den ene eller de flere riggpumper er slått av, fordi returledningen kan evakueres ved å fortsette å pumpe luft eller gass inn i returledningen (138 i FIG. 2). Når den ene eller de flere riggpumper slås på igjen, kan således struperen (30 i FIG) åpnes, og stigerørsfluid hurtig evakueres inn i fluidreturledningen, hvilket kan finne sted på kun noen få minutter. Et gassløftsystem som beskrevet heri kan ha et fotspor, idet installasjon på en hvilken som helst tilfredsstillende mengde dekkplass eller mulig utplassering fra et annet fartøy derved tillates. Endelig har det heri beskrevne system og den heri beskrevne fremgangsmåte en tendens til å ha reduserte formasjonsgassfraksjoner (f.eks. hydrokarbongasser) i det returnerte borefluid.
- 20 Ved å pumpe inert gass eller luft inn i fluidreturledningen kan formasjonsgassfraksjonen opprettholdes under metans nedre eksplosjonsgrense (LEL), som er cirka 5%. Således kan det heri tilveiebrakte system og den heri tilveiebrakte fremgangsmåte tilveiebringe et høyere sikkerhetsnivå.
- 25 De heri beskrevne utførelsesformer skal betraktes som illustrerende og skal ikke på noen som helst måte anses som værende begrensende for det øvrige av beskrivelsen. Selv om utførelsesformene har blitt vist og beskrevet, kan fagmannen foreta mange variasjoner og modifikasjoner derav uten at det avvikes fra omfanget og læren av det heri beskrevne. Følgelig skal beskyttelsesomfanget ikke være begrenset av den ovenfor presenterte beskrivelse, men kun være begrenset av kravene, herunder alle ekvivalenter av gjenstanden i kravene. Beskrivelsene av alle patenter, patentsøknader og publikasjoner som anføres heri, henvises det hermed til, og de skal hermed betraktes som værende en del av den foreliggende søknad i det omfang de tilveiebringer prosedyremessige eller andre detaljer som er samsvarende med og supplerende til det som presenteres heri.
- 30

Patentkrav

1. System som omfatter:
5 en borestreng som strekker seg inn i et borehull under en bunn av en vannmasse;
en primærpumpe for selektiv pumping av et borefluid gjennom borestrengen og inn i et ringrom som er skapt mellom borestrengen og borehullet;
et stigerør som strekker seg fra en topp av borehullet til en plattform på en overflate av vannmassen;
10 en fluidavløpskanal i fluid kommunikasjon med stigerøret;
en regulerbar åpningsstruper som er koblet til avløpskanalen;
en fluidreturledning som strekker seg fra struperen til plattformen; og
en trykkgasskilde, som er koblet til fluidreturledningen ved en valgt dybde under vannmassens overflate.
- 15 2. System ifølge krav 1, som ytterligere omfatter i det minste én av en trykksensor som er koblet til en avløpskanal nærliggende struperen, og en trykksensor som er anordnet ved en valgt dybde i borehullet eller stigerøret.
- 20 3. System ifølge krav 2, som ytterligere omfatter en reguleringsinnretning som mottar et inngangssignal fra trykksensoren og genererer et utgangssignal for å drive struperen, hvor struperen betjenes til å opprettholde et valgt hydrostatisk trykk i stigerøret ved en valgt avstand under vannmassens overflate.
- 25 4. System ifølge krav 3, som ytterligere omfatter i det minste én strømningsmåler for å måle en strøm av fluid inn i borehullet eller ut av borehullet, og hvor reguleringsinnretningen mottar et inngangssignal fra den i det minste ene strømningsmåler, idet reguleringsinnretningen genererer et utgangssignal for å betjene struperen til å opprettholde fluidtrykk i borehullet ved en valgt verdi.
- 30 5. System ifølge krav 1, hvor den regulerbare åpningsstruper er anordnet ved en valgt dybde under vannmassens overflate.
- 35 6. System ifølge krav 1, som ytterligere omfatter en trykksensor som er koblet til fluidreturledningen.
7. System ifølge krav 1, hvor fluidreturledningen som strekker seg fra struperen til plattformen, innbefatter en vertikal del anordnet under vannmassens overflate.
8. System ifølge krav 1, som ytterligere omfatter en tilbakeslagsventil som er koblet til

fluidreturledningen mellom den regulerbare åpningsstruper og et innløp i fluidreturledningen som er koblet til trykkgasskilden.

9. Fremgangsmåte som omfatter:
 - 5 å pumpe borefluid gjennom en borestreng som er utstrakt i et borehull som strekker seg under en bunn av en vannmasse, ut av borestrengens bunn og inn i borehullets annulus;
 - å sende fluid fra borehullets annulus og inn i et stigerør som er anordnet over borehullets topp, idet stigerøret strekker seg til vannmassens overflate,
 - 10 å sende fluid fra stigerøret inn i en avløpskanal som er anordnet under vannmassens overflate, idet avløpskanalen deri innbefatter en regulerbar fluidstruper, en fluidreturledning som er koblet til et utløp av den regulerbare fluidstruper og som strekker seg til vannmassens overflate;
 - å pumpe gass under trykk inn i returledningen ved en valgt dybde under vannmassens overflate; og
 - 15 å betjene den regulerbare fluidstruper til å opprettholde et valgt hydrostatisk trykk i stigerøret ved en valgt avstand under vannmassens overflate.
10. Fremgangsmåte ifølge krav 9, som ytterligere omfatter å måle et fluidtrykk i stigerøret ved en valgt dybde, og å betjene den regulerbare fluidstruper basert på målingen for å opprettholde det valgte hydrostatiske trykk i stigerøret ved den valgte avstand under vannmassens overflate.
- 20
11. Fremgangsmåte ifølge krav 9, som ytterligere omfatter å atskille gassen fra et fluid som returneres av returledningen nærliggende vannmassens overflate.
- 25
12. Fremgangsmåte ifølge krav 11, som ytterligere omfatter å måle en strømningshastighet av gassen som atskilles fra fluidet som returneres av returledningen.
- 30
13. Fremgangsmåte ifølge krav 12, som ytterligere omfatter å sammenligne strømningshastigheten av gassen som atskilles fra fluidet som returneres av returledningen, med en strømningshastighet av gassen som pumpes inn i returledningen.
- 35
14. Fremgangsmåte ifølge krav 9, som ytterligere omfatter å justere det hydrostatiske trykk i stigerøret ved å justere en strømningshastighet av gassen som pumpes inn i returledningen.
15. Fremgangsmåte som omfatter:

- å pumpe borefluid gjennom en borestreng som er utstrakt i et borehull som strekker seg under bunnen av en vannmasse, ut av borestrengens bunn og inn i borehullets annulus;
- 5 å sende fluid fra borehullets annulus inn i et stigerør som er anordnet over borehullets topp, og inn i en avløpskanal, idet avløpskanalen innbefatter en fluidstruper og en fluidreturledning som er koblet til et utløp av fluidstruperen og som strekker seg til vannoverflaten;
- 10 å pumpe gass under trykk inn i returledningen ved en valgt dybde under vannoverflaten; og
- 10 å regulere en hastighet ved hvilken gassen pumpes inn i returledningen for å opprettholde et nivå av fluid i stigerøret ved en valgt avstand under vannmassens overflate.
- 15 16. Fremgangsmåte ifølge krav 15, som ytterligere omfatter å betjene fluidstruperen som respons på en målt strømningshastighet i avløpskanalen nærliggende fluidstruperen.
17. Fremgangsmåte ifølge krav 15, som ytterligere omfatter å innskrenke fluidstrøm fra returledningen til fluidstruperen.
- 20 18. Fremgangsmåte ifølge krav 15, som ytterligere omfatter å betjene en baktrykkspumpe til å utøve baktrykk på avløpskanalen.
- 25 19. Fremgangsmåte ifølge krav 15, som ytterligere omfatter å avlufte gass fra returledningen til atmosfæren.
- 30 20. Fremgangsmåte ifølge krav 15, hvor reguleringen av hastigheten ved hvilken gass pumpes inn i returledningen, omfatter å sammenligne hastigheten ved hvilken gassen pumpes inn i returledningen med en hastighet ved hvilken borefluid pumpes gjennom borestrengen.

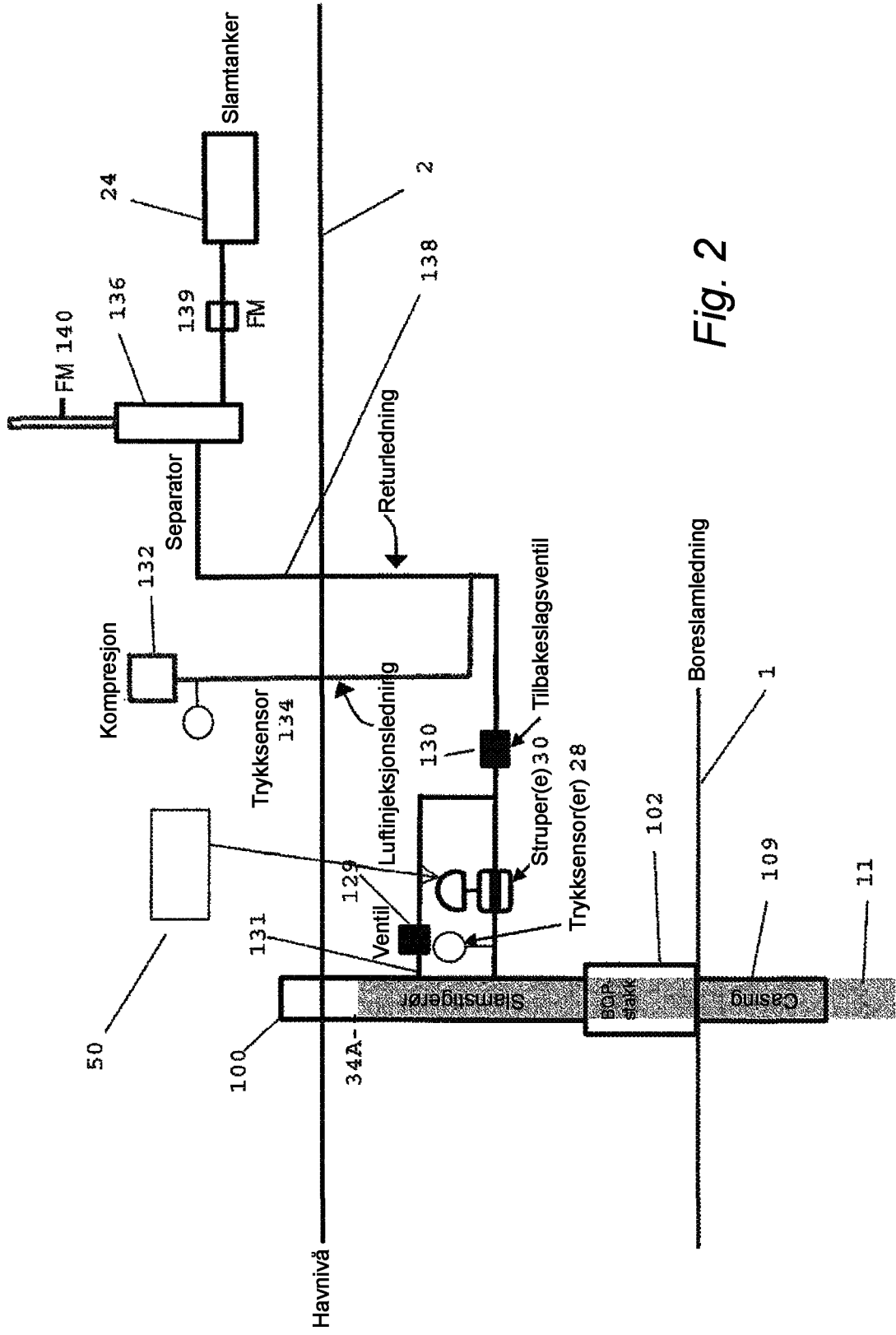


Fig. 2

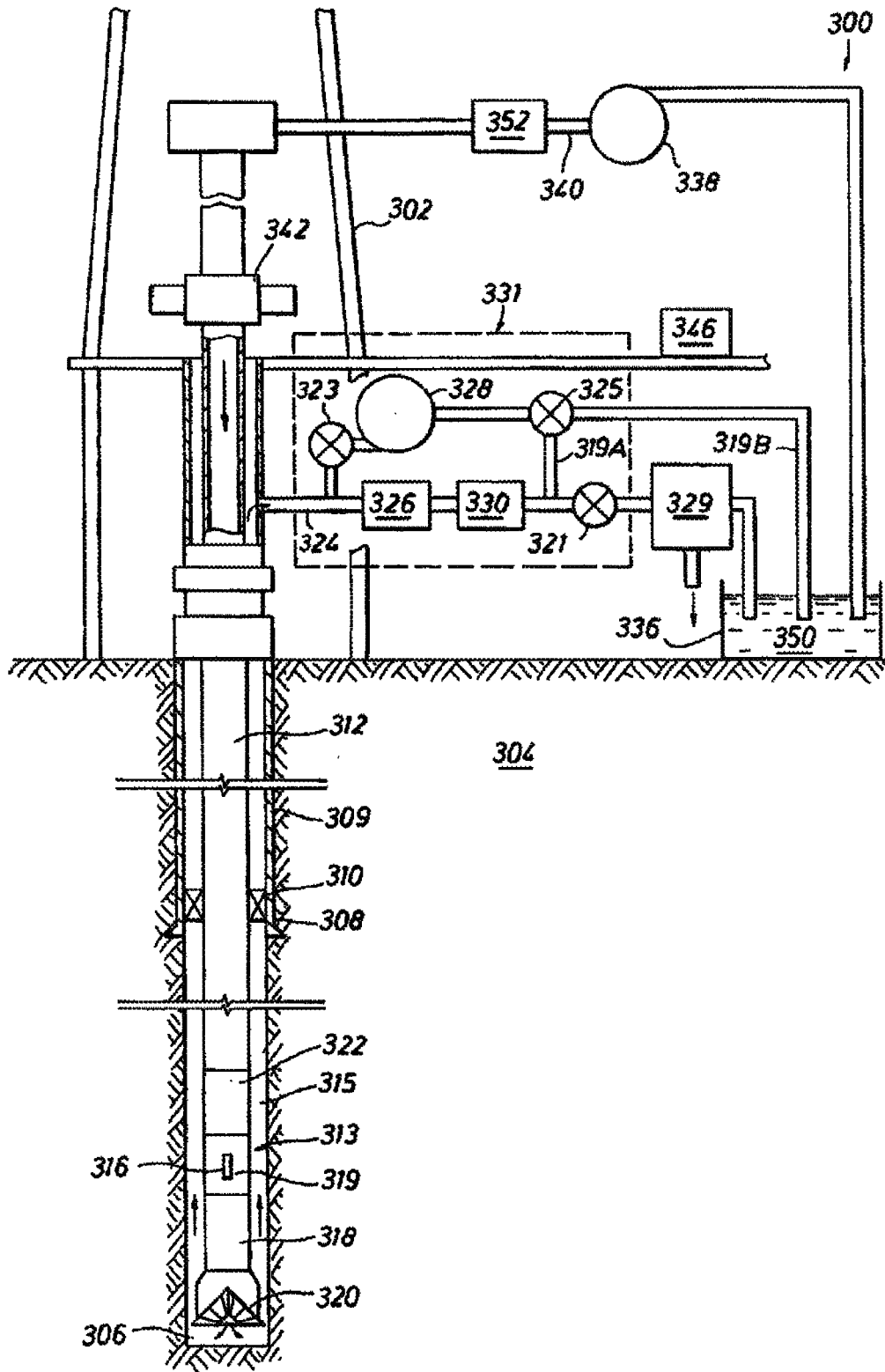


Fig. 4

