



(12) PATENT

(19) NO

(11) 338210

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

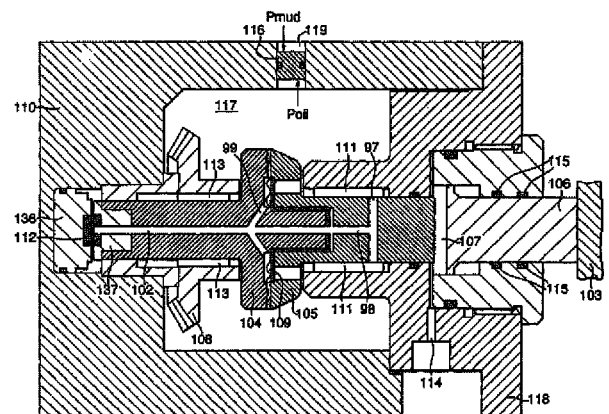
G01V 1/145 (2006.01)
G01V 1/40 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20063756	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2005.01.21 PCT/EP2005/50269
(22)	Inng.dag	2006.08.22	(85)	Videreføringsdag	2006.08.22
(24)	Løpedag	2005.01.21	(30)	Prioritet	2004.01.23, EP, 04100238
(41)	Alm.tilgj	2006.08.22			
(45)	Meddelt	2016.08.08			
(73)	Innehaver	Shell Internationale Research Maatschappij BV, Postbus 302, NL-2596HR HAAG, Nederland ENI SpA, Piazzale Enrico Mattei, 1, IT-00144 ROMA, Italia			
(72)	Oppfinner	Bruno Best, Kesslerpark 1, NL-2288GS RIJSWIJK, Nederland Jörg Ernst Eckerlin, Kesslerpark 1, NL-2288GS RIJSWIJK, Nederland			
(74)	Fullmektig	Tandbergs Patentkontor AS, Postboks 1570 Vika, 0118 OSLO, Norge			

(54)	Benevnelse	Seismisk kilde i et borehull og fremgangsmåte for generering av seismiske bølger inn i undergrunnen
(56)	Anførte publikasjoner	US 4702343 A US 6085862 A
(57)	Sammendrag	

Seismisk kilde omfattende en aktuator med en dreierende del (104) og en resiproserende del (105), konverteringsanordning (109) i form av korrugerte flater for å konvertere en dreining av den dreierende del (104) til en resiproserende bevegelse av den resiproserende del (105) og et vibratorlegeme (106) som er koplet til den resiproserende del (105) av aktuatoren ved hjelp av en fjær (107).



Oppfinnelsen angår en seismisk kilde og især en seismisk kilde nede i brønnen som omfatter en aktuator. Oppfinnelsen angår videre en fremgangsmåte for å generere en seismisk bølge i en formasjon.

En seismisk kilde nede i brønnen er beskrevet i US patentskrift 4 702 343. Denne seismiske kilde er forsynt med et vibratorlegeme i form av en kleplate som bringes i kontakt med en innervegg av et undergrunnsborehull ved hjelp av radiale stempeler. Stemplene drives ved hjelp av hydraulikkfluid. For å eksitere en seismisk bølge varieres klemkraften fra stemplene på en pulserende måte ved å drive en servostyreventil som aktuerer stemplene. Servostyreventilen reguleres av et signal og kraft fra overflaten via en elektrisk ledning hvor det kreves en elektrisk oscillator for å generere signalet.

Det er et formål med oppfinnelsen å gjøre den elektriske oscillator overflødig.

Ifølge oppfinnelsen er det tilveiebrakt en seismisk kilde som angitt i krav 1, omfattende en aktuator med en dreierende del og resiproserende del med anordning for å omdanne en dreining av den roterende del til en resiproserende bevegelse av den resiproserende del og et vibratorlegeme som er koplet til den resiproserende del av aktuatoren ved hjelp av en fjær.

Den oscillerende kilde er basert på mekanisk dreining, idet dreieanordningen kan anbringes nede i en undergrunnsboring. Siden oscilleringen genereres ved dreining vil det ikke være behov for en elektrisk oscillator.

I bruk kan vibratorlegemet bringes i kontakt med en undergrunn. Fjæren tjener som en elastisk anordning for å oppta amplituden av den resiproserende del for å unngå skade på den seismiske kilde og/eller undergrunnen.

Frekvensstyring av den resiproserende bevegelse oppnås ved å regulere hastigheten av den dreierende del som kan reguleres av et relativt langsomt varierende signal sammenlignet med oscillatorfrekvensen.

Den resiproserende bevegelse kan være en lineær resiproserende bevegelse. Omdannelse av dreiningen til resiproserende bevegelse omfatter fortrinnsvis frekvenskopling mellom den resiproserende del og den dreierende del.

Fortrinnsvis omfatter omdanningsanordningen en mekanisk samvirkningsanordning for mekanisk å omdanne dreiningen av den roterende del til den resiproserende bevegelse av den resiproserende del. På grunn av den mekaniske konvertering kan den resiproserende del drives av en stor kraft og følgelig kan en høy effekt overføres til den resiproserende bevegelse av den resiproserende del. Den oppnådde effekt er minst høyere enn for en ventilert pulsering av stempeltrykket som tidligere beskrevet i US patentskrift 4 702 343.

I denne spesifikasjon kan fjæren være enhver type elastisk legeme, men i en fordelaktig utførelse er fjæren en væskefjær. En slik væskefjær kan omfatte et trykk-

ammer fylt med en væske, hvorved en relativ bevegelse av den resiproserende del i forhold til vibratorlegemet forårsaker sammentrykning eller avlastning av væsken. Følgelig er en passende stiv fjær tilveiebrakt. Videre har en væskefjær en fordel ved at dens trykk kan endres for å justere forspenningskraften.

5 En drivanordning, især en hydraulisk motor kan anordnes for å drive dreiningen av den seismiske kildes dreierende del.

Oppfinnelsen tilveiebringer også en fremgangsmåte som angitt i krav 19, for å generere en seismisk bølge i en formasjon hvor en aktuator drives og driver en dreierende del til en dreiebevegelse og omdanner den dreierende bevegelse til en resiproserende
10 bevegelse av den resiproserende del og overfører energi av den resiproserende bevegelse til formasjonen via en fjær.

Oppfinnelsen skal beskrives nærmere i det følgende under henvisning til tegningen, hvor:

Fig. 1 er et skjematisk snitt av en seismisk kilde nede i brønnen ifølge en utførelse av oppfinnelsen,
15

fig. 2 er et skjematisk riss av en lagringsbærer for bruk i den seismiske kilde på fig. 1,

fig. 3 er et skjematisk riss av en aktuator for den seismiske kilde på fig. 1,

fig. 4 viser et skjematisk riss av en seismisk kilde nede i brønnen ifølge en annen utførelse av oppfinnelsen, installert i en borekrage,
20

fig. 5 viser et skjematisk riss av en seismisk kilde nede i brønnen ifølge en annen utførelse av oppfinnelsen, installert i en borekrage,

fig. 6 er et skjematisk riss av en hydraulisk motor anordnet for å drive den seismiske kilde,
25

fig. 7 er et skjematisk riss av den hydrauliske motor tilpasset inne i en borekrage,
ge,

fig. 8 er et skjematisk riss av den hydrauliske motor ifølge en annen utførelse,

fig. 9 er et skjematisk riss av en borekrage forsynt med den hydrauliske motor,
og

30

fig. 10 er et skjematisk riss i snitt av et utstøtningsreservoar for utførelsen på fig. 9.

På tegningene refererer like referansenummer til like deler.

Fig. 1 viser et skjematisk snitt av en utførelse av en seismisk kilde i kontakt med en undergrunnsformasjon 103. En aktuator er tilveiebrakt med en dreierende del 104
35 og en resiproserende del 105 og et vibratorlegeme 106. Vibratorlegemet 106 er forbundet til den resiproserende 105 ved hjelp av en fjær 107. Fjæren 107 er her brukt som en væskefjær 107. Den dreierende del 104 kan være koplet til en passende drivmotor (ikke vist) fortrinnsvis en fluidrevet, hydraulisk motor eventuelt via en drivmekanisme. En

foretrukket hydraulisk motor for å drive den seismiske kilde vil bli beskrevet i detalj nedenfor.

I utførelsen på fig. 1 blir den dreierende del 104 drevet i et konisk tannhjul 108 for å oppnå en ortogonal drivakse av motoren i forhold til den dreierende akse av den dreierende del 104. Andre drivarrangementer, f.eks. lineære tannhjul eller kjeder eller belteoverføringer kan velges, avhengig av de spesifikke konstruksjonsbegrensninger i hvert enkelt tilfelle.

Den dreierende del 104 bæres av lagre 112, fortrinnsvis diamantskyvlagre som er innbakt i et bærestykke 136. Lagrene 112 og bærestykket 136 vil bli beskrevet i detalj senere. En sentral kanal 102 er tilveiebrakt i den dreierende del 104 og løper vesentlig koaksialt med den dreierende akse av den dreierende del 104. Denne kanal kan være tilveiebrakt i form av en sentral boring. Hensikten med denne kanal vil bli beskrevet nedenfor.

En kraft utøvet mot huset 110 mot formasjonen 103 fører til at vibrasjonslegemet 106 skyver mot formasjonen 103, slik at den resiproserende del 105 trykkes mot den dreierende del 104 via væskefjæren 107. Den dreierende del er aksialt boret i huset 110 av lagrene 112.

De koniske tannhjul 108 er koplet til den dreierende del 104 via en kilekopling 113 for å tillate noe aksial slark mellom den dreierende del og det koniske tannhjul 108. Derved oppnås det at den aksiale forflytning av den dreierende del 104, f.eks. på grunn av slitasje av lagrene 112, kan opptas uten at drivmekanismen kiler seg fast.

Den resiproserende del 104 er koplet til huset 110 av aktuatoren ved hjelp av en kileseksjon 111 for å tillate en aksial glidebevegelse av den resiproserende del 105 i forhold til huset 110.

Den dreierende del 104 og den resiproserende del 105 er tilveiebrakt med konverteringsanordning i form av korrugerte koplingsflater 109 med profiler som ligger vesentlig i et plan vinkelrett på dreieaksen av den dreierende del 104. De korrugerte koplingsflater 109 er skyvbart anordnet i forhold til hverandre.

De korrugerte koplingsflater 109 kan være tilveiebrakt på separate kronestykker som er montert på den dreierende del 104 og den resiproserende del 105, eller de kan maskineres direkte på disse dreierende og resiproserende deler. For å generere en foretrukket seismisk bølgeform er minst en av koplingsflatene 109 korrugert med en sinusformet profil. Det vil fremgå at hvilken som helst av koplingsflatene eller begge kan ha en sinusformet profil.

Aktuatoren blir senket inn i et funksjonsfluid, passende olje, for smøring og/eller kjøling av de bevegelige deler, spesielt lagringsflatene 112 og de korrugerte koplingsflater 109. Funksjonsfluidet holdes i et hulrom 117 formet av huset 110 og endestykket 118. Trykkbalanseringsanordning kan være tilveiebrakt for å balansere

trykket av funksjonsfluidet (Poil) mot omgivelsestrykket (Pmud). Som et eksempel er en trykkommunikasjonskanal 119 tilveiebrakt som forbinder hulrommet 117 til omgivelsene, f.eks. et undergrunnsborehull for at trykkene Poil og Pmud får samme verdi. Et separatorlegeme 116 kan være tilveiebrakt inne i trykkommunikasjonskanalen 119 for å unngå at oljen blander seg med omgivelsene. Separatorlegemet 116 kan være fleksibel vegg i form av et stempelement som er skyvbart anordnet i den sylindriske boring 119 eller en membranvegg (ikke vist).

Fig. 2 viser et detaljert riss av lagringsbærestykket 136 som holder et første lagerstykke 112A av et par diamantskyvelagre som kan omfatte polykrystallinsk diamant kompakt (PDC)-materiale. Bærestykket 136 som passer til tetningen 135 i en boring i huset 110 er dannet av et materiale med høy termisk ledningsevne f.eks. messing for å støtte kjøling av lagringsstykket 112A. Det andre lagringsstykket 112B skal forbindes til den dreierende del 104, fortrinnsvis også ved hjelp av et termisk ledende bærestykke 137 (vist på fig. 1).

På fig. 2 og fig. 1 er et sentralt hull 134 tilveiebrakt i det andre lagringsstykket 112B som står overfor den sentrale boring 102 i den dreierende del 104. Et eller flere spor 133 er anordnet i overflaten av det andre lagringsstykket 112B som vender mot og griper det første lagringsstykket 112A.

Når de to lagringsstykker er i inngrep, danner et eller flere av sporene 133 en kanal for å etablere fluidkommunikasjon mellom det sentrale hull 134 og omgivelsene av lagringsstykkene 112 nær periferien. Som forklart nedenfor er et eller flere spor tilveiebrakt for å suge opp funksjonsfluid fra husets hulrom 117. Alternativt kan et eller flere spor være tilveiebrakt i det første lagringsstykket 112A i stedet for, eller i tillegg til sporene 133 tilveiebrakt i det andre lagringsstykket 112B.

På fig. 1 vil det fremgå at den sentrale boring 102 forgrenes til en eller flere kanaler 99 som hver har en radial komponent i forhold til dreieaksen av den dreierende del 104. Disse kanalene 99 munner ut i en åpning mellom den dreierende del 104 og den resiproserende del 105 og fører til de korrugerte koplingsflater 109. Som forklart nedenfor er en eller flere kanaler 99 tilveiebrakt som injeksjonsanordning for å injisere funksjonsfluidet 117 mellom de korrugerte koplingsflater 109.

Den sentrale kanal 102 i den resiproserende del 104 kopler fluid også til en sentral kanal 98 tilveiebrakt i den resiproserende del 105. Den sentrale kanal 98 forgrenes til en eller flere kanaler 97 som munner ut mellom kilesporene i kileseksjonen 111.

Fig. 3 viser riss av den dreierende del 104 og den resiproserende del 105 av den seismiske kilde på fig. 1. En åpen ende av den sentrale kanal 102 i den dreierende del 104 er synlig samt åpne ender i en eller flere kanaler 97 som munner ut mellom kilene 111 av den resiproserende del 105. Koplingsflaten 109A av den dreierende del 104 har en sinusprofil i den perifere retning rundt den dreierende akse. Amplituden av denne pro-

fil er større enn for den perifere sinusprofil av koplingsflaten 109B av den resiproserende del 105. Med andre ord vil profilene av koplingsflatene 109 ikke helt passe til hverandre. På denne måte vil det alltid bli områder igjen med en åpning mellom delene av koplingsflaten 109 som kan holde noe av funksjonsfluidet for smøring og/eller kjøling.

Kileseksjonen 111 hindrer dreining av den resiproserende del 105 inn i huset 110. På grunn av den mekaniske samvirkning av de korrugerte koplingsflater 109, blir dreiningen av den roterende del 104 omdannet til en resiproserende bevegelse av den resiproserende del 105.

På fig. 3 er den dreierende del 104 forsynt med en akselende 140 som er skyvbart satt inn i en boring 141 tilveiebrakt i den resiproserende del 105. Herved sikres en riktig aksial tilpasning av den dreierende del 104 på den resiproserende del 105 slik at den roterende del 104 kan dreies i forhold til den resiproserende del 105 og samtidig slik at sistnevnte blir aksialt resiproserende i forhold til den dreierende del 104.

Den resulterende amplitude og oscilleringsbølgeform påført den resiproserende del 105 bestemmes av profilene av de korrugerte overflater 109. En amplitude mellom 0,01 og 1,0 mm er funnet å være passende for aktivering av seismiske bølger. Fortrinnsvis er amplituden større enn 0,05 mm for å overføre en seismisk effekt på mer enn omtrent 1 kWatt. Fortrinnsvis er amplituden mindre enn 0,6 mm for å sikre at kraften som kreves for å drive den resiproserende del 105 blir levert av fjæren uten å forårsake skade på den seismiske kilde.

Fjæren 107 mellom den resiproserende del 105 og vibratorlegemet 106 virker som en pute. Den opptar en forskjell i resiproserende amplitude mellom den resiproserende del 105 og formasjonen 3. Videre tilveiebringer fjæren 107 en forspenningskraft på den resiproserende del 105 for å holde den mot den dreierende del 104.

I utførelsen på fig. 1 er fjæren 107 en væskefjær som omfatter et trykkammer. Den resiproserende del 105 og vibratorlegemet 106 når skyvbart inn i trykkammeret. En boring 114 gjennom endestykket 118 eller en annen kanal, kopler fluid til trykkammeret for å muliggjøre regulert tilførsel og tømning av en væskefjær til og fra trykkammeret.

En relativ bevegelse av den resiproserende del 105 i forhold til vibratorlegemet 106 forårsaker sammentrykning eller avlastning av væskefjæren og fører til en fjærstivhet avhengig av volumet av trykkammeret og sammentrykningsevnen modul av væskefjæren. Stivhet er et enhetsmål for kraften over lengdeenheter og defineres som kraften som kreves for å oppnå en viss mengde forkortning av fjæren ved sammentrykning.

En høytrykkspumpe (ikke vist), eventuelt atskilt fra trykkammeret 107 ved hjelp av en tilbakeslagsventil (ikke vist) er koplet til boringen 114 for å trykksette væs-

kefjæren inne i kammeret 107. Herved kan et basistrykk av væskefjæren inne i trykkammeret 107 etableres for forhåndsloading av vibratorlegemet 106 mot formasjonen 103 og føre de korrugerte koplingsflater 109 til mekanisk inngrep med hverandre og holde dem slik under driften. Boringen 114 og høytrykkspumpen fungerer således som
5 en justeringsanordning for å variere stivheten av fjæren 107.

Fortrinnsvis drives trykkpumpen av samme motor som den dreierende del 104. På denne måte blir trykket i væskefjæren 107 øket sammen med den dreierende frekvens av den dreierende del 104.

Væsken for væskefjæren kan være enhver væske, især enten vann, olje, sili-
10 kongel, transduktorgel for ultralydekkoskopi. Sammenlignet med vann, har olje og sili-
kongel en sammentrykningsevne på omtrent 0,5 mens transduktorgel for ultralydekkoskopi har en sammentrykningsevne på omtrent 4 og er et eksempel på en væskefjær med større sammentrykningsevne enn vann.

I bruk ved å dreie den dreierende del 104, vil den resiproserende del 105 begyn-
15 ne å vibrere i en aksial retning mot fjæren 107 som resultat av korrugeringene i de korrugerte koplingsflater 109. Fjæren 107 overfører den resiproserende bevegelse av den resiproserende del 105 til en oscillerende aktuert kraft mot formasjonen 103. På denne måte kan de innvendige krefter i den seismiske kilde og de eksterne krefter som utøves på formasjonen 103 holdes innenfor grenser for å hindre skade på den seismiske kilde
20 og formasjonen 103. På grunn av den mekaniske drift av den resiproserende del 105, kan en høy seismisk effekt overføres.

Den seismiske kilde produserer en godt definert seismisk bølgeform med en kontrollert frekvens så lenge de korrugerte koplingsflater 109 holdes i kontakt med hverandre. Frekvensen av den resiproserende bevegelse bestemmes av den roterende
25 dels 104 rotasjonshastighet multiplisert med det høyeste antall korrugeringer på koplingsflaten 109. Bølgeformen bestemmes av profilene av koplingsflatene 109. Amplituden er uavhengig av frekvensen så lenge det opprettholdes fullt inngrep mellom koplingsflatene 109. Dette oppnås ved å sikre at fjæren 107 er tilstrekkelig stiv.

Innledningsvis kan kraften utøvet på koplingsflatene 109 av fjæren 107 for-
30 trinnsvis være relativt lav for å gjøre det lettere å starte opp dreiebevegelsen av den dreierende del 104 mot friksjonen fra koplingsflaten 109. Etter hvert som frekvensen økes vil imidlertid de oscillerende akselerasjonskrefter som kreves på den resiproserende del 105 for å holde den mekaniske kontakt mellom de korrugerte koplingsflater 109 også øke. Følgelig er det foretrukket å øke væskefjærtrykket i væskefjæren 107
35 som svar på en økning i frekvensen av den resiproserende del 105. For å oppnå dette er høytrykkspumpen som leverer trykk i fjærkammeret 107 fortrinnsvis koplet til den dreierende del 104, eller til systemet som driver den dreierende del 104, slik at trykket blir samtidig øket med dreiefrekvensen av den dreierende del 104.

Funksjonen av de sentrale boringer 102 og 98 er beskrevet som følger. Rotasjonen av den dreierende del 104 i forhold til huset 110 suger noe av funksjonsfluidet 117 som er til stede mellom de korrugerte koplingsflater 109, til dreining også. Som konsekvens vil den delen av funksjonsfluidet gjennomgå en sentrifugal kraft som fører til at friksjonsfluidet blir kastet ut av arealet mellom de korrugerte koplingsflater 109. Dette frembringer i sin tur et undertrykk i arealet mellom den dreierende del 104 og den resiproserende del 105 som driver en sirkulasjon av funksjonsfluid fra husets hulrom 117, henholdsvis gjennom en eller flere spor 133 tilveiebrakt i lagrene 112, den sentrale kanal 102 og de en eller flere kanaler 99 tilbake til husets hulrom 117. Sirkulasjonen som beskrevet forbedrer kjølingen og eventuelt også smøringen av lagrene 112 og de korrugerte, samvirkende flater. En andre sirkulasjonsbane er anordnet via den sentrale kanal 98 og en eller flere kanaler 97 i den resiproserende del 105.

Sirkulasjonen av funksjonsfluid blir drevet, forutsatt at sentrifugalkraften på funksjonsfluidet mellom de korrugerte, samvirkende flater 109 er forskjellig fra sentrifugalkraften på funksjonsfluidet i sporene 133. I den seismiske kilde på fig. 1 har av denne grunn, de korrugerte koplingsflater 109 en større perifer radius enn innløpene av den sentrale boring 102.

Den seismiske kilde som beskrevet ovenfor kan kjøres i et borehull på en wireledning eller integreres i en boresammenstilling.

Fig. 4 viser skjematisk en utførelse av den seismiske kilde integrert i en borekrage 10. For å forbedre inngrepet av den seismiske kilde til formasjonen 103, kan en stabiliseringsribbe 121 eller en annen type pute tilveiebringes i nærheten av den seismiske kilde. I utførelsen på fig. 4 er et separat klemstempelarrangement 123 tilveiebrakt som kan trykkesett ved å bruke et systemfluid under et systemtrykk P_s som fører til en radial forflytning av klemstemplene 123 til inngrep i formasjonen 103. Eventuelt kan gripeputer 124 tilveiebringes for å fordele klemkraften som utøves av klemstemplene 123 over et større areal.

En slampassasje 122 er ført forbi den seismiske kilde. Slam kan mates inn i slampassasjen via "M".

Den dreierende del 104 av aktuatoren drives av en motor i huset 126 og som i dette eksempelet gripes via en clutch 127 og en drivaksel 128 med et dreve 125 basert på inngripen av tannhjulet. Clutchen er eventuelt tilveiebrakt for at koplingen kan gli i tilfelle en fastklemming. Motoren drives via trykksatt fluid "PF".

Væskefjæren 107 er trykksatt ved å bruke systemtrykk og et hydraulisk stempelarrangement 131. En ventil 129 er tilveiebrakt for å fylle væskefjæren 107 med en egnet væske og en tilbakeslagsventil 130 er tilveiebrakt for å omsluttet trykkammeret av væskefjæren 107 mot syklisk overtrykk fra den resiproserende bevegelse av den resiproserende del 105. Tetninger 115 kan glidende gripe mot vibratorlegemet 106.

I utførelsen på fig. 4 ligger den dreierende akse av den dreierende del 104 og den resiproserende akse 132 begge i en retning vinkelrett på borestrengen aksiale retning.

Et attraktivt, alternativt arrangement til det som er vist på fig. 4, er vist skjematisk på fig. 5. Den glidende akselen 137 av vibratorlegemet 106 er anordnet vinkelrett på borestrengen likt fig. 4 for å gripe formasjonen 103 på borehullsveggen og overføre seismiske p-bølger inntil formasjonen på tvers av borehullet. Hovedforskjellen i forhold til utførelsen på fig. 4, er at den dreierende akse av den dreierende del 104 på fig. 5 og den resiproserende akse 132 er anordnet parallelt med den aksiale retning av boresammenstillingen som normalt er aksialt anordnet i borehullet. Væskefjæren 107 tjener til å avlede retningen av kraften som utøves av den resiproserende del 105 mot vibratorlegemet 106.

Dette prinsipp kan også brukes i andre utførelser av den seismiske kilde ifølge oppfinnelsen. Det er tenkt at denne utførelse er lettere å installere i en borestreng siden aktuatoren i mange praktiske utførelser er større i retningen parallelt med den dreierende akse og den resiproserende akse enn den er i den vinkelrette retning.

Den seismiske kilde ifølge oppfinnelsen kan produsere mellom 1 og 5 kWatt av seismisk effekt. Fortrinnsvis er den seismiske effekt begrenset til mellom 1 og 2 kWatt. Frekvensen varierer fra 0 til 5 kHz men i en seismisk undersøkelse er frekvensen fortrinnsvis valgt innenfor et område mellom 9 Hz og 2 kHz. Den seismiske kilde egner seg især for frekvenser som er høyere enn 90 Hz, mer foretrukket høyere enn 0,9 kHz.

I en spesifikk laboratorieprøve og bruk av en seismisk kilde ifølge fig. 1, blir den resiproserende del 105 forhåndslastet mot den dreierende del 104 med omtrent 15 kN og ved å bruke et væsketrykk i væskefjæren 107 på omtrent 80 bar under oppstart av dreiningen inntil en frekvens på omtrent 50 Hz ble nådd. Selv om ytterligere økning av frekvensen til 1,5 kHz, ble lasten på den resiproserende del 104 øket til omtrent 40 kN ved dynamisk å øke trykket i væskefjæren til omtrent 200 bar. De korrugerte koplingsflater 109 ble forsynt med en profil som inneholdt 22 sinusformede korrugeringer. For å oppnå en frekvens på 1,5 kHz, ble den dreierende del 104 således dreiet i en hastighet på omtrent 4000 o/min.

Enhver passende drivanordning kan brukes for å drive den dreierende del 104. En foretrukket hydraulisk motor for å drive den seismiske kilde som beskrevet ovenfor er ikke desto mindre vist på fig. 6-10.

Fig. 6 viser et hydraulisk motorarrangement med en hydraulisk motor 1 som i dette tilfellet er en roterende motor som kan koples til den dreierende del 104 for å drive den rundt. Andre typer hydrauliske motorer kan brukes. Den hydrauliske motor kan drives ved å føre en drivvæske under trykk fra innløpskanalen 2 gjennom den hydrauliske motor 1 til utløpskanalen 3. Den hydrauliske motor 1 er tatt med i et utstøtnings-

system som i utførelsen på fig. 1 omfatter en bromanifold 100 for å rette strømmen av drivvæske gjennom den hydrauliske motor 1. Ytterligere detaljer av bromanifolden 100 vil bli beskrevet senere.

Den hydrauliske motor er videre forsynt med et første utstøtningsreservoar 10 og et andre utstøtningsreservoar 20. Det første utstøtningsreservoar 10 er for å holde drivvæsken som føres gjennom den hydrauliske motor 1. Utstøtningsreservoaret 10 er for dette formål fluidmessig forbundet til bromanifolden 100 via en kanal 11. Utstøtningsreservoaret 10 er videre forbundet til kanalen 12 som forgrenes til en utløpsledning 13 for arbeidsfluid og en tilførselsledning 14 for arbeidsfluid. Ventilen 331 er tilveiebrakt i utløpsledningen 13 for arbeidsfluid og ventilen 341 er tilveiebrakt i arbeidsfluidets tilførselsledning 14.

Det andre utstøtningsreservoar 20 er anordnet for å motta drivvæske som har blitt ført gjennom den hydrauliske motor 1. Dette utstøtningsreservoaret 20 er derfor fluidmessig forbundet til bromanifolden 100 via kanalen 21. Det andre utstøtningsreservoaret 20 er videre forbundet til kanalen 22 som forgrenes til en utløpsledning 23 for arbeidsfluid og en tilførselsledning 24 for arbeidsfluid. Ventilen 231 er tilveiebrakt i arbeidsfluidets utløpsledning 23 og ventilen 241 er tilveiebrakt i arbeidsfluidet tilførselsledning 24.

Ledningene 14 og 24 danner således en tilførselsmanifold som kan fluidkoples til en trykksatt arbeidsfluidtilførsel. Ventilene 341 og 241 gjør det mulig å velge hvilken av første eller andre utstøtningsreservoar som avdekkes til det trykksatte arbeidsfluid.

Ledningene 13 og 23 munner ut i en lavtrykkssone LP hvor fluidtrykket er lavere enn for det trykksatte arbeidsfluid. Ventilene 331 og 231 bestemmer hvilken av utstøtningsreservoarene som avdekkes til lavtrykkssonen LP.

Bromanifolden 100 fluidkopleer kanalen 11 til kanal 21. Kanal 11 forgrenes til en ledning 54 forsynt med en tilbakeslagsventil 44 i en blokkeringsretning og til en ledning 51 forsynt med en tilbakeslagsventil 41 i strømningsretningen. Etter ledningen 51 gjennom tilbakeslagsventilen 41, forgrenes ledningen til ledningene 53 og 55. Ledningen 53 er forsynt med tilbakeslagsventilen 43 i blokkeringsretningen. Ledningen 51 er koplet til ledningen 2 som fører til den hydrauliske motor 1. Ledningen 55 er forsynt med en ventil 45 som kan åpnes eller stenges og struperen 46 som begge er i serie. Struperen 46 er en variabel strømningsbegrensningsanordning.

En eventuell hjelpeledning 49 er tilveiebrakt nedstrøms ventilen 45 og oppstrøms av struperen 46. Denne hjelpeledning kan være forbundet til en seismisk kilde for å utløse eller aktivere den seismiske kilde som resultat av trykksettingsledningen 49 før den hydrauliske motor 1 drives. F.eks. kan hjelpeledningen koples for å trykksette et klemstempelarrangement 123, f.eks. som vist på fig. 4, og føre til en radial forflyt-

ning av klemstemplene 123 til inngrep med formasjonen 103. Eller hjelpeledningen kan være koplet for å trykksette væskefjæren 107 av den seismiske kilde.

Ledningen 3 nedstrøms av den hydrauliske motor 1 forgrenes til ledningen 54 på den andre siden av tilbakeslagsventilen 44 nevnt ovenfor for kanalen 11 og til ledningen 52 som også er forsynt med en tilbakeslagsventil 42. Begge tilbakeslagsventilene 44 og 42 er i strømningsretningen. På grunn av trykktapet i den hydrauliske motor 1, vil det imidlertid være en trykkforskjell over tilbakeslagsventilen 44 som hindrer strøm igjennom ventilen. Strømmen gjennom ledningen 52 blir mulig og nedstrøms av tilbakeslagsventilen 42 vil ledningen forgrenes til ledningene 53 og 21. Ledningen 53 er forsynt med en tilbakeslagsventil 43 i strømningsretningen, men siden nedstrømstilbakeslagsventilen 43 i ledningen 53 står i fluidforbindelse med ledningen 51 som er oppstrøms av den hydrauliske motor 1, vil trykkforskjellen over tilbakeslagsventilen 43 hindre passasje.

For å hindre at den hydrauliske motor 1 blir skadet av sin egen inertia, kan en sikkerhetsventil 47 brukes som vist på fig. 6 i en omføringsledning 48 som forkorter den hydrauliske motor 1 ved å kople innløpsledningen 2 til utløpsledningen 3. Sikkerhetsventilen kan være en tilbakeslagsventil som blokkerer strømmen fra ledningen 2 til ledningen 3 og tillater strøm fra ledningen 3 til ledningen 2. Derved oppnås det at, når den hydrauliske motor 1 er i drift og når trykkforskjellen over den hydrauliske motor 1 ikke er tilstrekkelig for å drive den, at den hydrauliske motor 1 kan drive sirkuleringen av drivvæsken gjennom omføringsledningen 48.

Funksjonen av bromanifolden 100 er å sikre at drivvæsken alltid strømmer i pilens retning 4 gjennom ledningen 55 uansett hvilken av utstøtningsreservoarene 10 eller 20 som er trykksatt.

I en foretrukket utførelse egner den hydrauliske motor seg for opphengning i et undergrunnsborehull og/eller for å inneholdes i en borestreng. Som et eksempel blir den hydrauliske motor på fig. 6 installert i en borestreng 5 som når inn i et undergrunnsborehull 6 som inneholder boreslam, som skjematisk er vist på fig. 7. Boreslammet kan sirkuleres på vanlig måte og blir pumpet til overflaten inn i et ledningsrør 7 dannet av borestrengen 5 og frigjort i borehullet via en åpning nær bunnenden 8 av borestrengen og ført tilbake til overflaten via et ringrom 9 mellom borehullsveggen og borestrengen 5. Ledninger 14 og 24 (fig. 6) er fluidkoplet, via ventilene 341 og 241, til boreslammet inne i borestrengsledningsrøret 7 mens ledningene 13 og 23 (fig. 6) er fluidkoplet, via ventilene 331 og 231, til ringrommet 9.

I drift virker det hydrauliske motorarrangement på fig. 6 som følger. I en innledende tilstand, holder utstøtningsreservoaret 10 en god mengde drivvæske og utstøtningsreservoaret 20 holder en tilsvarende mengde boreslam. Ventilene 331, 341, 231, 241, 45 og struperen 46 er stengt. Boreslammet blir sirkulert som beskrevet ovenfor og

fører til en trykkforskjell mellom boreslamtrykket inne i borestrengsledningsrøret 7 og boreslamtrykket i ringrommet 9. Således blir borestrengsledningsrøret 7 høytrykksiden HP av det hydrauliske motorarrangement og ringrommet 9 blir lavtrykksiden LP.

Ventilen 341 blir åpnet og fluidkople utstøtningsreservoaret 10 til borestrengsledningsrøret 7. Åpning av ventilen 341 vil avdekke drivvæsken i reservoaret 17 til det innvendige borestrengstrykk når det ikke er strøm. Deretter blir ventilen 231 åpnet og kople utstøtningsreservoaret 20 til ringrommet 9. Åpning av ventilen 231 vil tvinge ringromstrykket til ingen strøm.

Åpning av ventilen 45 vil levere trykk til den eventuelle hjelpeledning 49 ved begrenset strøm for å utløse eller aktivere det eventuelle hjelpeapparatet før den hydrauliske motor 1 drives. En gradvis åpning av struperen 46 vil frembringe en økt strøm av drivvæske fra utstøtningsreservoaret 10 til utstøtningsreservoaret 20 (via ledningene 11, 51, 55, 2, 3, 52 og 21, som forklart ovenfor), inntil drivfluidet har blitt forflyttet og utstøtt fra utstøtningsreservoaret 10 av det trykksatte boreslam som er ført inn i utstøtningsreservoaret 10 som arbeidsfluid og inntil boreslammet har blitt forflyttet og utstøtt fra utstøtningsreservoaret 20 av drivvæsken som er ført inn i utstøtningsreservoaret 20. En regulering av struperen 46 vil således styre bruken av den hydrauliske motor.

Ved å stenge alle ventilene og åpne ventilene 241 og 331 i stedet for 341 og 231, kan det hydrauliske motorarrangement brukes igjen, hvorved boreslam mottas av utstøtningsreservoaret 20 for derved å forflytte og støte ut drivvæske via de respektive ledninger 21, 53, 55, 2, 3, 54 og 11 til utstøtningsreservoaret 10 igjen.

Denne syklus kan så gjentas.

Fig. 8 viser en alternativ hydraulisk motor med et utstøtningssystem med en enklere manifold 101 enn bromanifolden 100 på fig. 6. Manifolden 101 er basert på en tilbakeslagsventil 40.

Som på fig. 6 er det hydrauliske motorarrangement på fig. 8 forsynt med første og andre utstøtningsreservoarer 10 og 20 forbundet til manifolden 101 via ledningene 11 og 21. Som i utførelsen på fig. 5, er det andre utstøtningsreservoaret 20 anordnet for å motta den utstøtte drivvæske og etter å ha mottatt denne, å forflytte og støte ut arbeidsfluid til lavtrykkssonen, slik at drivvæsken kan samles opp i det andre utstøtningsreservoar 20 og resirkuleres gjennom det hydrauliske motorarrangement for bruk i en neste syklus.

Manifolden 101 omfatter ledningen 50 som fluidkople ledningen 11 til ledningen 12. Ledningen 50 er atskilt fra ledningen 11 med en ventil 45. Tilbakeslagsventilen 40 er anbrakt i ledningen 50 for å tillate strøm i retningen fra det andre utstøtningsreservoar 20 til det første utstøtningsreservoar 10 og blokkerer strøm i motsatt retning. Den hydrauliske motor 1 er anbrakt i ledningen 60 som er anordnet for å føres

forbi tilbakeslagsventilen 40. Ledningen 60 er også forsynt med en variabel strømningsbegrensningsanordning i form av en struper 46. Eventuelt kan ledningen 60 være forsynt med en tilbakeslagsventil for å blokkere strømningsbanen fra det andre utstøtningsreservoar 20 til det første utstøtningsreservoar 10 gjennom ledningen 60.

5 Som i utførelsen på fig. 6 kan manifolden 101 være forsynt med en eventuell hjelpeledning 49 som i utførelsen på fig. 8 kan være koplet til ledningen 50 mellom ventilen 45 og tilbakeslagsventilen 40. En omføringsledning 48 som forkorter den hydrauliske motor 1, med en sikkerhetsventil 47, kan være tilveiebrakt for å beskytte den hydrauliske motor 1 på samme måte som vist på fig. 6.

10 Utstøtningsreservoarene 10, 20 og tilførselsmanifoldene og lavtrykkssonene LP kan være de samme eller lik de som er vist på fig. 6. Funksjonen av manifolden 101 er for å sikre at drivvæsken alltid strømmer i pilens retning 4 gjennom ledningen 60.

Det hydrauliske motorarrangement på fig. 7 virker som følger. I en innledende tilstand holder utstøtningsreservoaret 10 en god mengde drivvæske og utstøtningsreservoaret 20 holder en omtrent lik mengde arbeidsfluid som kan være boreslam. Ventilene 331, 341, 231, 241, 45 og struperen 46 er først stengt. En trykkforskjell er etablert mellom HP- og LP-sonene, f.eks. som beskrevet ovenfor for sirkulering av boreslam. Ventilen 341 blir åpnet for derved å fluidkople utstøtningsreservoaret 10 til arbeidsfluidet i høytrykkssonen HP. En åpning av ventilen 341 vil avdekke drivvæsken i reservoaret 17 til det trykksatte arbeidsfluid når det ikke er noen strøm. Deretter blir ventilen 231 åpnet for derved å kople utstøtningsreservoaret 20 til lavtrykkssonen LP. Fremdeles vil det ikke være noen strøm av drivvæske.

Åpning av ventilen 45 vil levere trykk til den eventuelle hjelpeledning 49 ved en begrenset strøm for å utløse eller aktivere et eventuelt hjelpeapparat før den hydrauliske motor 1 drives. En gradvis åpning av struperen 46 vil frembringe en økt strøm av drivvæske fra utstøtningsreservoaret 10 til utstøtningsreservoaret 20 (via ledningene 11, 50, 60, 50 og 21) inntil drivfluidet har blitt forflyttet og utstøtt fra utstøtningsreservoaret 10 av det trykksatte arbeidsfluid som er ført inn i utstøtningsreservoaret 10 og inntil det utstøtte fluid har blitt forflyttet og utstøtt fra utstøtningsreservoaret 20 av drivvæsken som er ført inn i utstøtningsreservoaret 20. En regulering av struperen 46 regulerer bruken av den hydrauliske motor.

Ved å stenge alle ventilene og åpne ventilene 241 og 331 i stedet for 341 og 231, blir det hydrauliske motorarrangement tilbakestillt til utgangsstillingen hvorefter syklusen kan gjentas. Siden struperen 46 og den hydrauliske motor 1 bevirker en strømningsmotstand i ledningen 60, vil drivvæsken strømme gjennom tilbakeslagsventilen fra utstøtningsreservoaret 20 tilbake til utstøtningsreservoaret 10, forutsatt at ventilen 45 er åpen.

Det generelle prinsipp av det hydrauliske motorarrangement i en borestreng, f.eks. som vist på fig. 7, er at den blir drevet ved hjelp av trykkforskjellen mellom borestrengsledningsrøret 7 og ringrommet 9. Alternativt kan en trykkforskjell frembringes i borestrengsledningsrøret 7 ved hjelp av en passende strømningsbegrensning, hvorved ledningene 14 og 24 bør være forbundet til borestrengsledningsrøret 7 oppstrøms av strømningsbegrensningen og ledningene 13 og 23 bør være koplet til borestrengsledningsrøret 7 nedstrøms av strømningsbegrenseren.

Det vil fremgå at hydrauliske motorarrangement beskrevet under henvisning til fig. 8 kan installeres i en borestreng på samme måte som vist på fig. 7. En fordel med de hydrauliske motorarrangementer beskrevet ovenfor, er at drivvæsken helt kan optimaliseres for å drive den hydrauliske motor 1 og boreslammet kan helt optimaliseres for formålet som borefluid. Fine mekanismer, f.eks. struperen 46 og drivmekanismen i den hydrauliske motor 1 blir ikke avdekket mot de barske forhold fra passerende boreslam.

I det beskrevne hydrauliske motorarrangement blir trykket av det trykksatte arbeidsfluid overført til drivvæsken i utstøtningsreservoaret og deretter brukt for å drive den hydrauliske motor. Drivvæsken kan således optimaliseres for sin oppgave med å drive den hydrauliske motor uavhengig av spesifikke krav til arbeidsfluidet. F.eks. kan ren hydraulikkolje som er fri for erroderende, faste partikler utnyttes som ellers ikke egner seg som boreslam, men som egner seg især for å drive en hydraulisk motor.

En annen fordel med det hydrauliske motorarrangement ifølge oppfinnelsen er at den kan brukes i forbindelse med gassarbeidsfluid, selv når den hydrauliske motor krever flytende drivfluid.

For å hindre at drivvæsken blir forurenset av arbeidsfluidet, er det tilveiebrakt en bevegelig vegg 15, 25 i utstøtningsreservoarene 10, 20 som skiller fra hverandre to rom 16, 17 og 26, 27 i hvert av utstøtningsreservoarene 10, 20. De første rommene 16, 26 er reservert for å motta og romme arbeidsfluidet og de andre rommene 17, 27 er reservert for å motta og romme drivvæsken. Den bevegelige vegg 15, 25 kan være tilveiebrakt i form av en stempelanordning som er skyvbart anordnet i en sylindrisk boring som står i fluidforbindelse med første og andre rom i vedkommende utstøtningsreservoar.

Alternativt kan den bevegelige vegg 15, 25 være tilveiebrakt i form av en fleksibel membran, f.eks. en gummimembran.

For å unngå at innløpene til rommene blir blokkert av den bevegelige vegg som resultat av at veggen blir tvunget inn i rommet av lasten i rommet, kan en eller begge rommene være forsynt med en porøs del for å sikre at innløpene står i forbindelse med en god del av volumet inne i rommene. En slik porøs seksjon kan f.eks. være

tilveiebrakt i form av innadvendte fremspringende ribber på innerveggene av rommene, eller i form av et fleksibelt, svamplignende materiale.

I de foretrukne utførelser vil det være en bestemt mengde drivvæske til stede i utstøtningssystemet. For å unngå blokkeringsproblem i arbeidsfluidrommet, er det mulig å levere overskytende volum i arbeidsfluidrommet, slik at en mengde av arbeidsfluidet vil bli igjen i utstøtningsreservoaret i det tilfellet hvor en maksima mengde av drivvæsken finnes i utstøtningsreservoaret.

Det hydrauliske motorarrangement som er vist på fig. 6 og 8 egner seg for avbrutt drift av den hydrauliske motor 1 under begrensede tidsperioder hvor den maksimale varighet dikteres av volumet som er tilgjengelig i utstøtningsreservoarene for å utveksle drivvæske. De hydrauliske motorarrangementene er også især egnet for å bewirke en frekvenssveip på den hydrauliske motor 1 ved gradvis åpning av struperen 46.

En kvasikontinuerlig bruk av den hydrauliske motor 1 kan oppnås i utførelsen på fig. 6 ved passende samordning av svitsjingen av ventilene 331, 231, 341, 241, forutsatt at den hydrauliske motor 1 inneholder tilstrekkelig inertia for å brygge over svitsjetiden.

For en mer kontinuerlig operasjon kan de hydrauliske motorarrangement på fig. 6 modifiseres ved å tilveiebringe minst 3 og fortrinnsvis minst 4 utstøtningsreservoarer i et ”syklisk stjernearrangement” hvor utstøtningsreservoarene f.eks. går gjennom sine sykluser med faste fasedifferanser.

Syklusen kan gjentas flere ganger og på denne måte kan en kontinuerlig strøm av drivvæske gjennom den hydrauliske motor opprettholdes.

Fig. 9 viser skjematisk en foretrukket utførelse av et hydraulisk motorarrangement som en borestrengsub som kan være en seksjon av en borestreng. Første og andre utstøtningsreservoarer 10, 20 er anbrakt oppstrøms og nedstrøms av en enhet 300 som omfatter en hydraulisk motor. Utstøtningsreservoarene er formet som en torus rundt den sentralt anbrakte boreslampassasje 71. Sylindriske membraner 5, 25 separerer de respektive rom 16, 26 for arbeidsfluidet, f.eks. boreslam, fra rommene 17, 27 for å drive væske, f.eks. hydraulikkolje. I dette eksempel blir de utvendige rom 16, 26 tildelt som arbeidsfluidrom og innerrommene 17, 27 som drivvæskerom, men dette kan naturligvis være omvendt om ønskelig.

Rommene 201-204 er tilveiebrakt for å romme de nødvendige ventilanordninger og eventuelt andre anordninger, f.eks. styreelektronikk og batterier for å drive styreelektronikken og eventuelt også for å drive ventilene.

Fig. 10 viser en detaljert utførelse for det torusformede utstøtningsreservoar 10. Denne utførelse gjelder også for utstøtningsreservoaret 20. I denne utførelse er utstøtningsreservoaret anordnet inne i et ytterør 79 som er klemmt mellom et deksellegeme 75 på en slamside og et deksellegeme 85 på en drivvæskeside. Deksellegemet 75 er for-

synt med en tilførsels/utløpskanal 76 for å levere og tømme arbeidsfluid i form av boreslam og deksellegemet 85 er forsynt med en tilførsels/utløpskanal 86 for å levere og tømme drivvæske. Tilførsels/utløpskanalene 76 og 86 tilsvarer henholdsvis ledningene 12 og 22 som skjematisk vist på fig. 6 og 8.

5 Membranforinger 72 og 82 er koplet til de respektive deksellegemer 75 og 85 og er forbundet ved hjelp av festeanordninger 77 og 87. Deksellegemene 75, 85 og membranforingene 72, 82 er forsynt med en sentral boring som er fluidkoplet til et sentralt rør 74 for å danne sentralt anbrakte boreslampassasje 71 som er ført forbi utstøtningsreservoarene.

10 Membranen 15 er klemmt mellom membranforingene 72, 82 og de respektive klemringer 73 og 83 som er forbundet til membranforingene 72, 82 av festeanordninger 78 og 88, slik at membranen 15 holdes mellom membranforingene 72, 82 og de respektive klemringer 73, 83. Membranforingene 72, 82 og/eller klemringene 73, 83 er fortrinnsvis forsynt med korrugerte klemflater for aksialt å feste membranen 15.

15 Et arbeidsfluidrom 16 er anordnet av ringrommet mellom ytterrøret 79 og membranen 15 og drivvæskerommet 17 er dannet av ringrommet mellom innerrøret 74 og membranen 15. Klemringen 73 på slamsiden er forsynt med en kanal 70 som er fluidkoplet til arbeidsfluidrommet 16 med tilførsels/utløpskanalen 76. Kanalen 70 kan være forsynt i form av en boring, men i utførelsen på fig. 10 er den tilveiebrakt i form av et spor i ytterperiferien av klemringen 73 som sammen med ytterrøret 79 danner 20 kanalen 70.

På lignende måte er membranforingen 85 på arbeidsfluidsiden forsynt med en kanal 80 som er fluidkoplet til drivvæskerommet 17 med tilførsels/utløpskanalen 86.

25 Ytterveggen av innerrøret 74 er forsynt med ringformede spor for å unngå at membranen 15 helt griper innerrøret og derved blokkerer kanalen 80. Det vil være overskytende volum reservert i arbeidsfluidrommet 16 sammenlignet med volumet av drivvæske som kan bringes inn i drivvæskerommet 17 under normal bruk for å unngå at kanalen 70 blir blokkert av membranen 15.

På fig. 9 og 10, og i et praktisk eksempel, kan ytterdiameteren D1 av stabiliseringsputene 121 på borerørseksjonen være 215 mm som egner seg for et såkalt 8 1/2"-hull. Diameteren D2 av borefluidpassasjen 71 kan være 38 mm (tilsvarende 1 1/2") og ytterdiameteren D3 av ytterrøret 79 kan være 170 mm (tilsvarende 6 3/4"). Forutsatt at aksiallengden L1 er 1 meter, vil det være rom tilgjengelig for omtrent 10 liter av drivvæske for utveksling mellom utstøtningsreservoarene 10 og 20. Forutsatt en trykkforskjell på 80 bar mellom arbeidsfluidets tilførselspunkt og arbeidsfluidets utløpspunkt, 35 som er realistisk for boreslam i en undergrunnsboreoperasjon og en strøm på 1 liter/sekund, skulle dette hydraulikkmotorarrangement kunne levere 7,8 kWatt i 10 sekunder. Anvendelige seismiske data bør kunne oppnås i løpet av dette tidsrom.

P a t e n t k r a v

5 1. Seismisk kilde omfattende en aktuator med en dreierende del (104) og en resiproserende del (105), konverteringsanordning for å konvertere en dreining av den roterende del til en resiproserende bevegelse av den resiproserende del (105) og et vibratorlegeme (106) som er forbundet til den resiproserende del (105) av aktuatoren ved hjelp av en fjær (107), **karakterisert ved** at den seismiske kilde kan brukes i et borehull anordnet i en undergrunn og at fjæren (107) er anordnet for å trykke vibratorlegemet (106) mot en vegg av borehullet, der konverteringsanordningen omfatter mekanisk samvirkningsanordning for mekanisk å konvertere dreiningen av den roterende del til den resiproserende bevegelse av den resiproserende del (105), den mekaniske samvirkningsanordning omfatter første og andre korrugerte koplingsflater (109) tilveiebrakt på den roterende del og den resiproserende del (105), idet første og andre koplingsflater (109) er glidende anordnet i forhold til hverandre.

 2. Seismisk kilde ifølge krav 1, **karakterisert ved** at den dreierende del (104) og den resiproserende del (105) er frekvenskoplet.

 3. Seismisk kilde ifølge ett av krav 1-2, **karakterisert ved** at det er tilveiebrakt injeksjonsanordning for å injisere et funksjonsfluid mellom første og andre korrugerte koplingsflater (109).

 4. Seismisk kilde ifølge ett av krav 1-3, **karakterisert ved** at injeksjonsanordningen er anordnet for å injisere funksjonsfluid nær et senter av dreiningen av den dreierende del (104).

25 5. Seismisk kilde ifølge krav 3 eller 4, **karakterisert ved** at injeksjonsanordningen omfatter en resirkuleringsløyfe for funksjonsfluid anordnet for å suge opp funksjonsfluid etter at det har blitt injisert og gjeninjisere det oppsugede funksjonsfluid nær rotasjonscenteret.

 6. Seismisk kilde ifølge krav 5, **karakterisert ved** at resirkuleringsløyfen drives av en trykkforskjell som oppstår fra sentrifugalkraften som utøves på funksjonsfluidet på grunn av dreiningen av den roterende del.

 7. Seismisk kilde ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at første og andre korrugerte koplingsflater (109) har gjensidige forskjellige korrugeringsprofiler.

35 8. Seismisk kilde ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at den dreierende del (104) er båret av lagringsanordning som fortrinnsvis omfatter første og andre diamant omfattende overflatelag som skyvbart griper hverandre.

9. Seismisk kilde ifølge krav 8 og ett av kravene 5-7, **karakterisert ved** at lagringsanordningen er anbrakt i resirkuleringsløyfen.

10. Seismisk kilde ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at fjæren (107) har en stivhet som er tilstrekkelig høy for å sikre glidende inngrep mellom de korrugerte koplingsflater (109).

11. Seismisk kilde ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at den omfatter justeringsanordning for å variere fjærens stivhet.

12. Seismisk kilde ifølge krav 11, **karakterisert ved** at justeringsanordningen reguleres som svar på en resiproserende frekvens av den resiproserende del (105).

13. Seismisk kilde ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at fjæren (107) omfatter et trykkammer fylt med en væske, hvorved en relativ bevegelse av den resiproserende del (105) i forhold til vibratorlegemet (106) forårsaker sammenstrykning eller avlastning av væsken.

14. Seismisk kilde ifølge krav 13, **karakterisert ved** at trykkammeret er forbundet til et høytrykksutløp av en væskepumpe for å regulere et basis væsketrykk inn i trykkammeret.

15. Seismisk kilde ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at den er anordnet for bruk i et borehull under overflaten.

16. Seismisk kilde ifølge krav 15, **karakterisert ved** at vibratorlegemet (106) er anordnet for å gripe i kontakt med borehullet.

17. Seismisk kilde ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at konverteringsanordningen kan konvertere dreiningen av den dreierende del (104) til en resiproserende bevegelse av den resiproserende del (105) med en resiproseringsfrekvens som er høyere enn 9 Hz, fortrinnsvis høyere enn 90 Hz, mer foretrukket høyere enn 0,9 kHz.

18. Seismisk kilde ifølge ett av de foregående krav, **karakterisert ved** at den videre omfatter drivanordning for å dreie den dreierende del (104) og som fortrinnsvis omfatter en hydraulisk motor.

19. Fremgangsmåte for å generere en seismisk bølge i en formasjon ved bruk av en seismisk kilde ifølge ett av kravene 1-18, hvor aktuatoren blir drevet hvorved å drive aktuatoren omfatter å drive en dreierende del (104) til en dreierende bevegelse og konvertere dreiebevegelsen til en resiproserende bevegelse av en resiproserende del (105) og overføre energi av den resiproserende bevegelse til formasjonen via en fjær, **karakterisert ved** at fremgangsmåten utføres i et borehull anordnet i en undergrunn og at fjæren (107) trykker vibratorlegemet (106) mot en vegg av borehullet.

20. Fremgangsmåte ifølge krav 19, **karakterisert ved** at en dreiefrekvens av dreiebevegelsen utsettes for en frekvenssveip på dreiefrekvensen blir variert kontinuerlig.

1/10

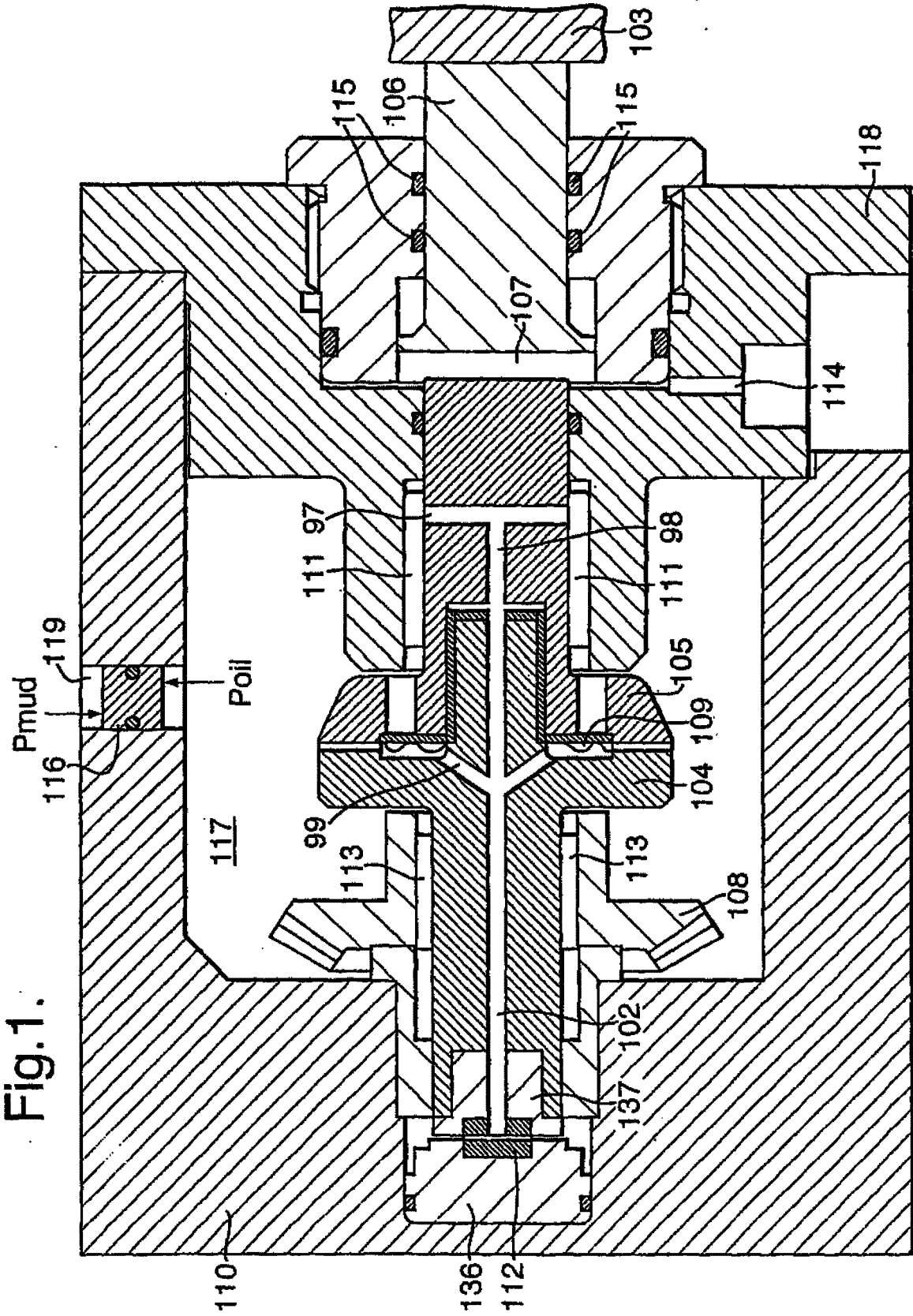
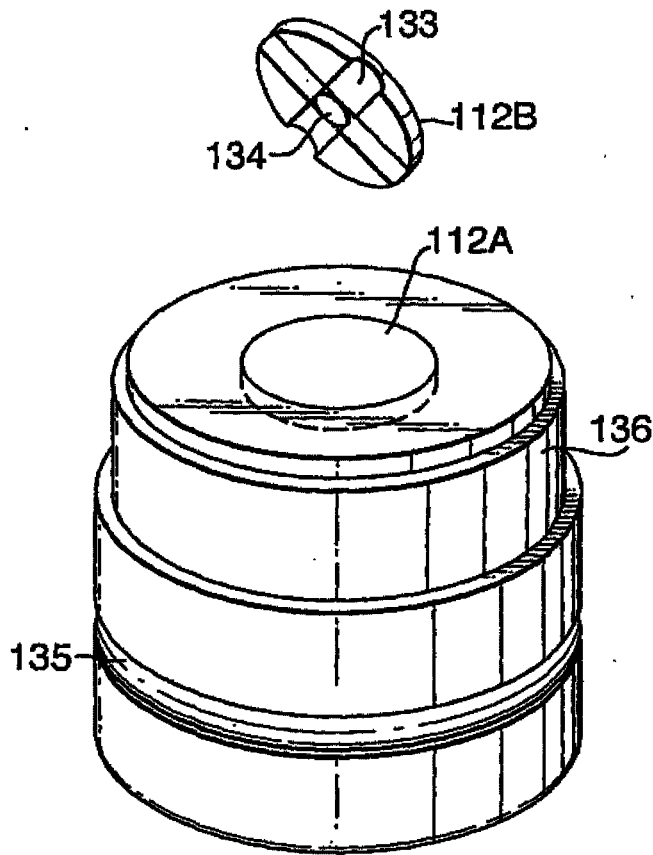


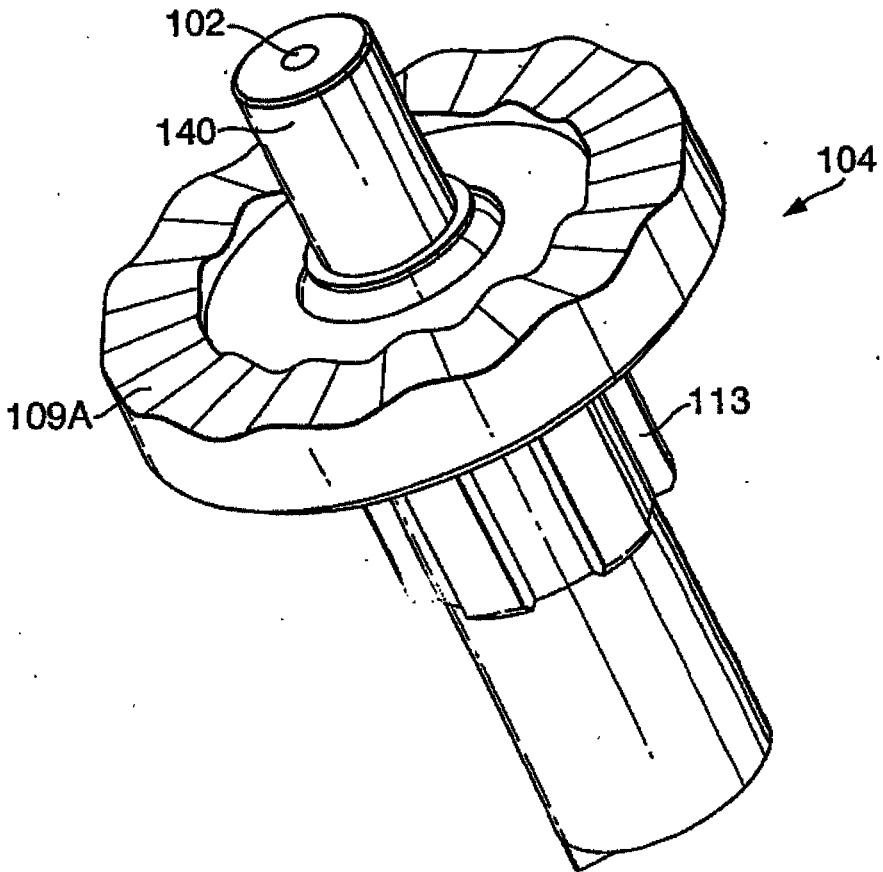
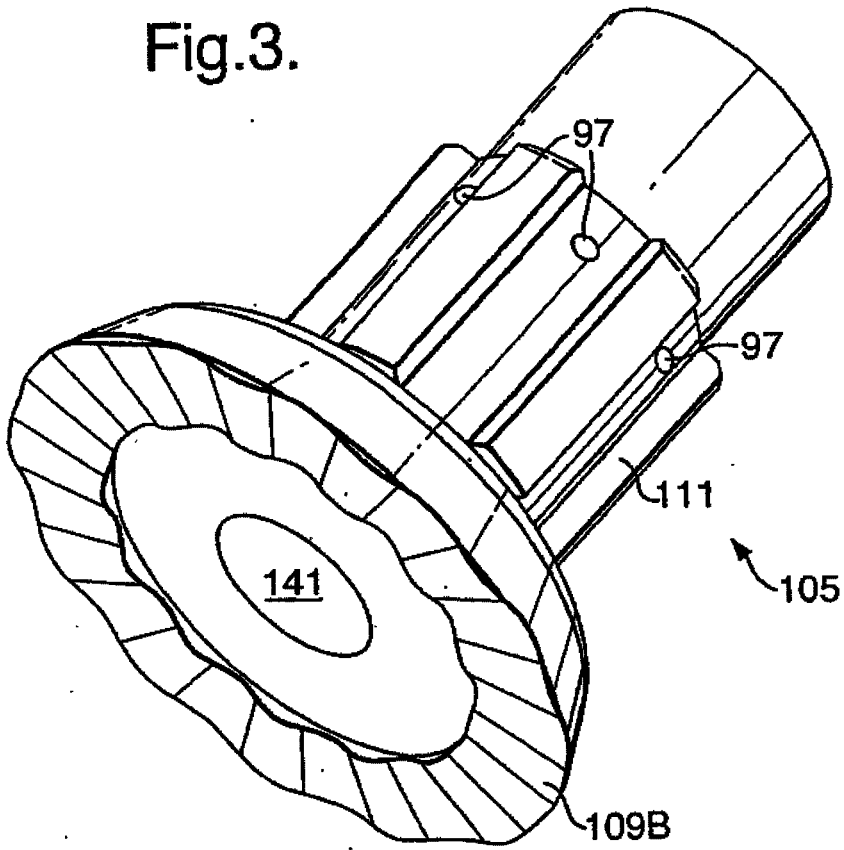
Fig.1.

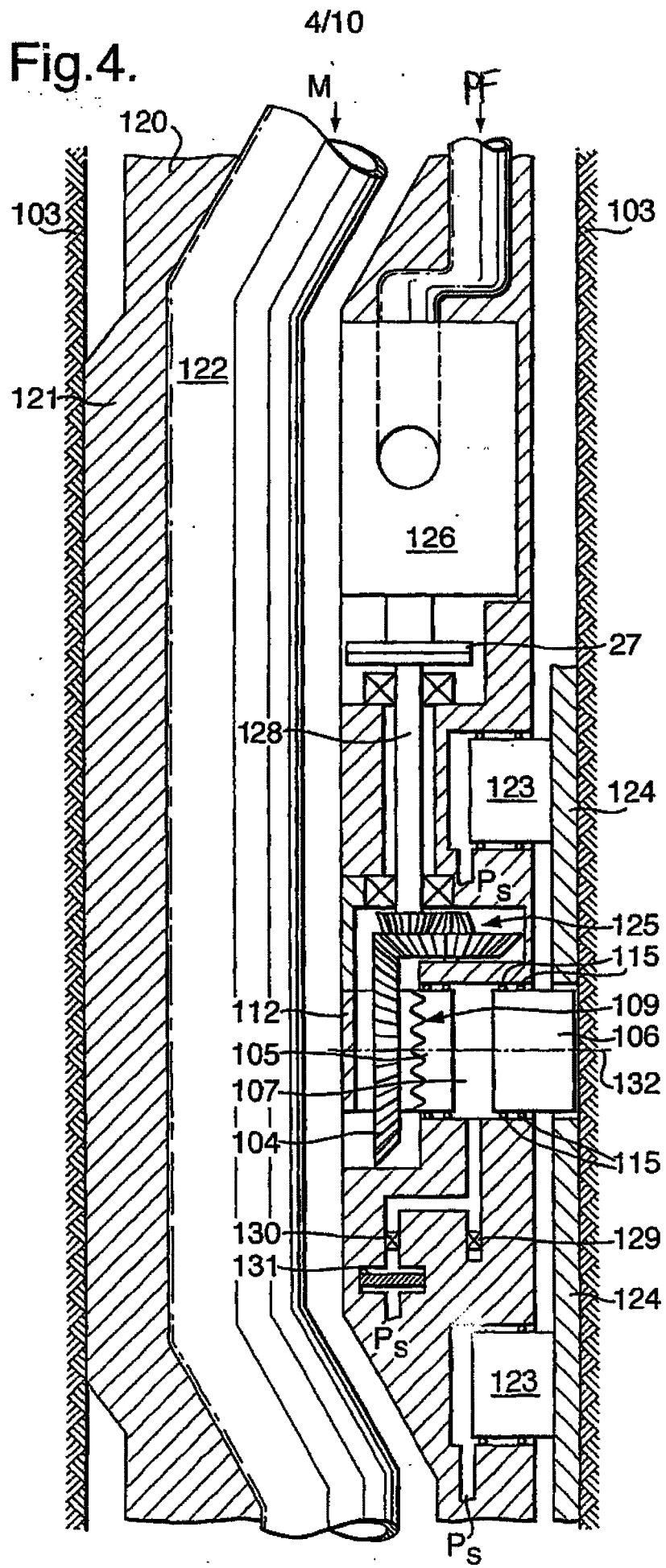
Fig.2.



3/10

Fig.3.





5/10

Fig.5.

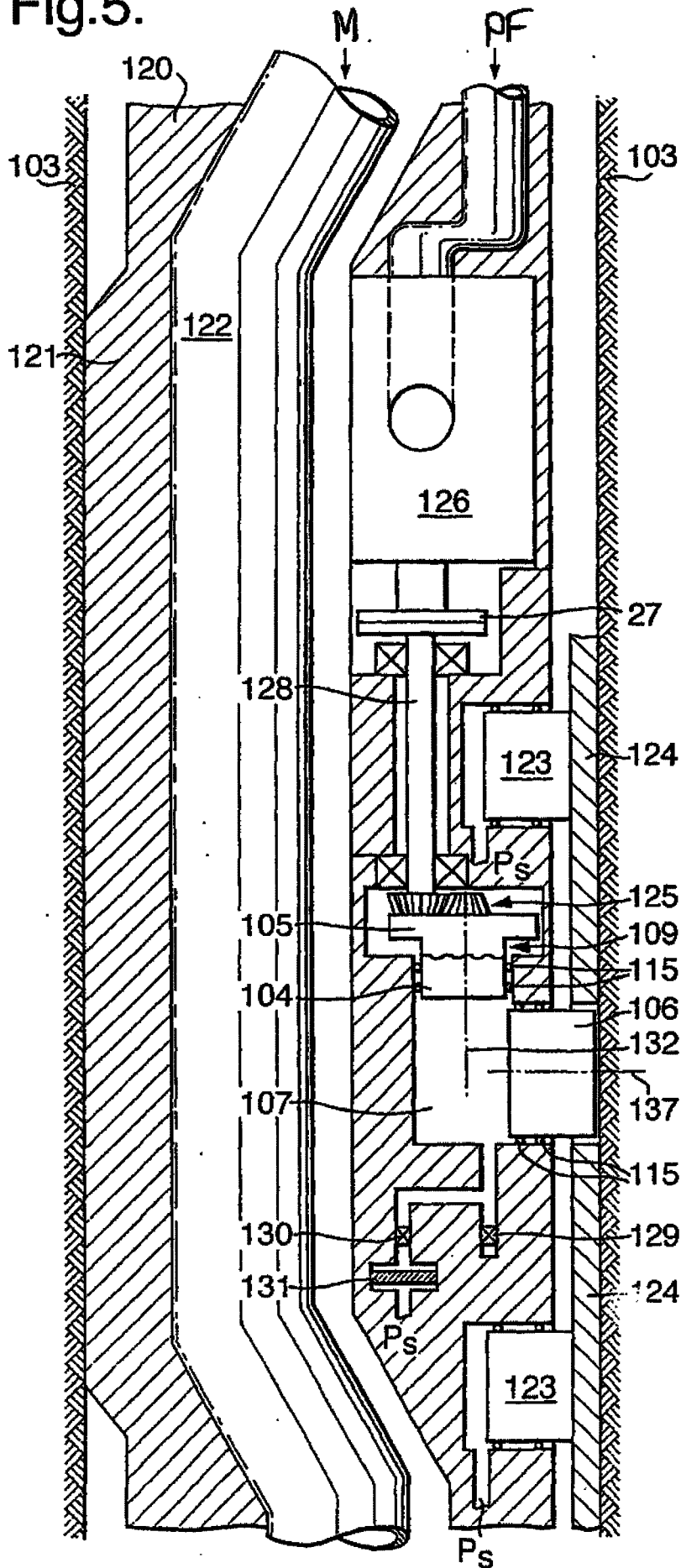
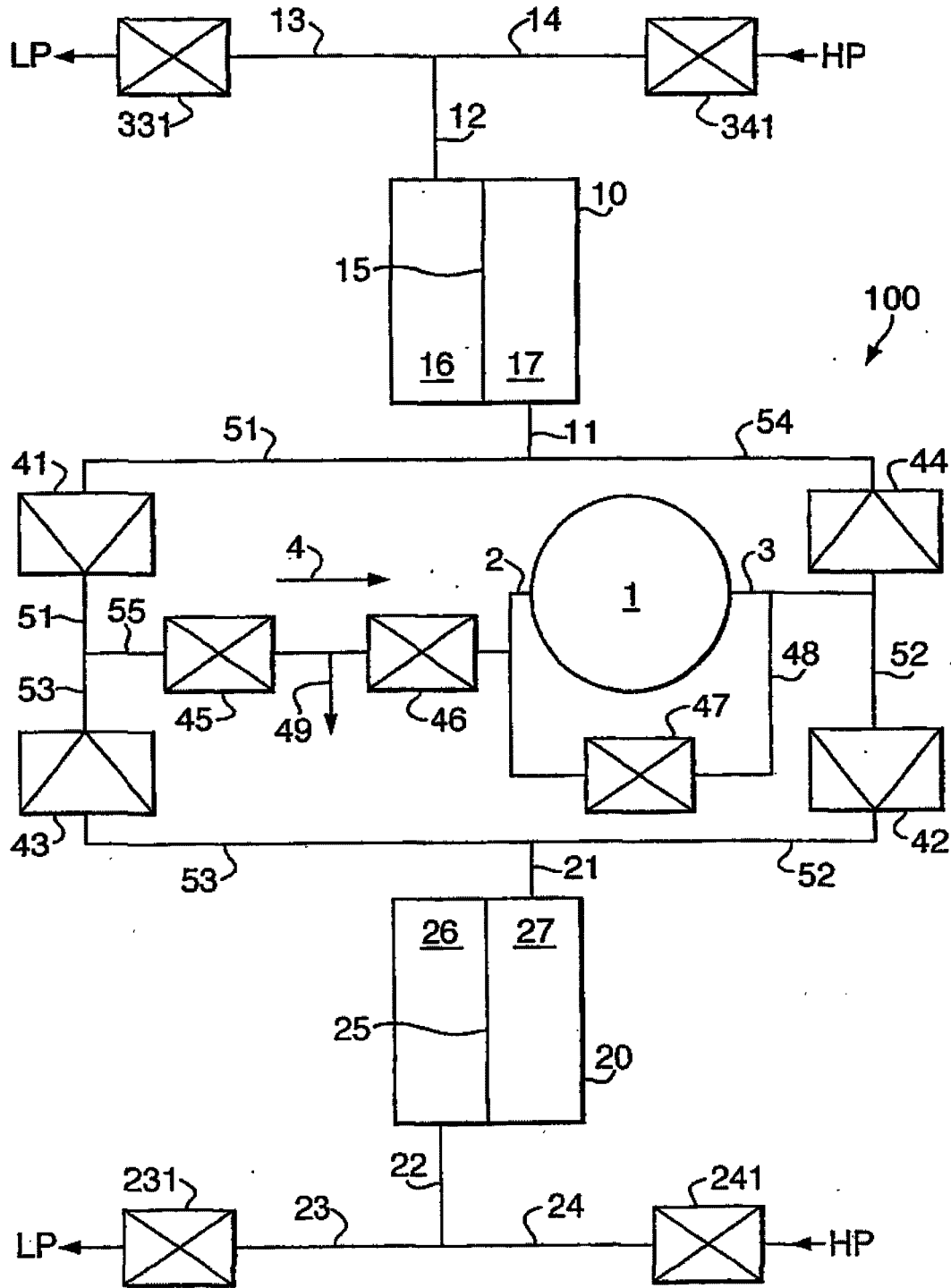


Fig.6.



7/10

Fig.7.

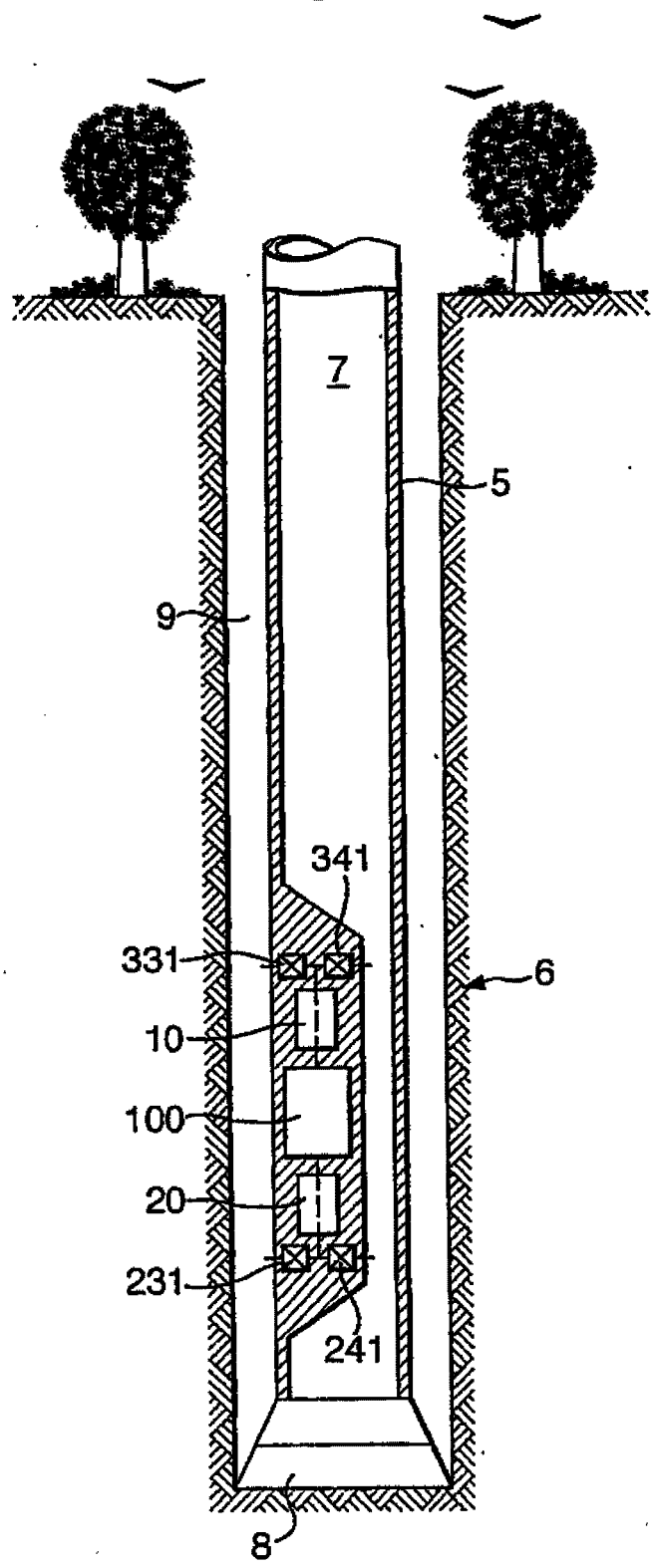


Fig.8.

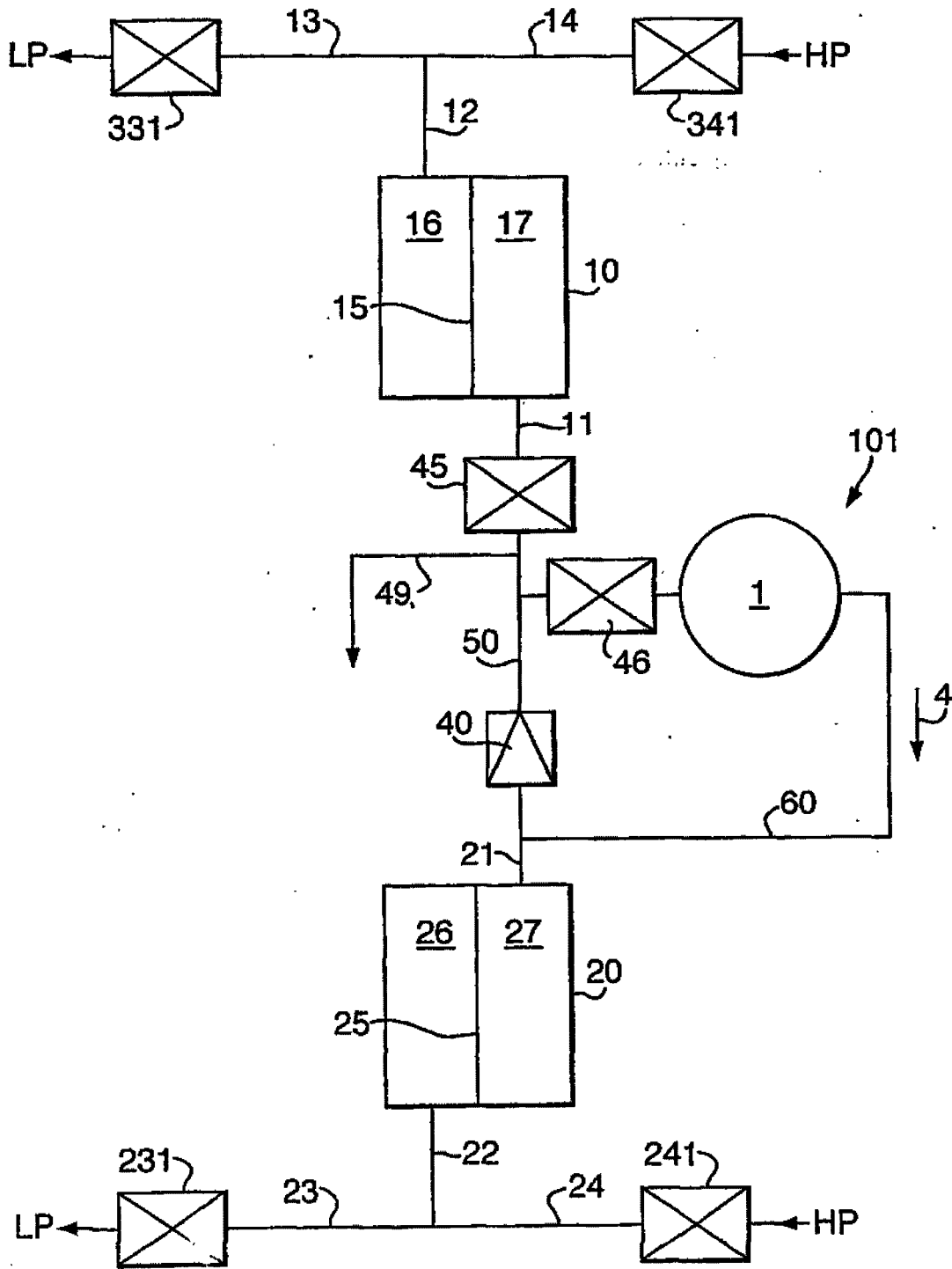


Fig.9.

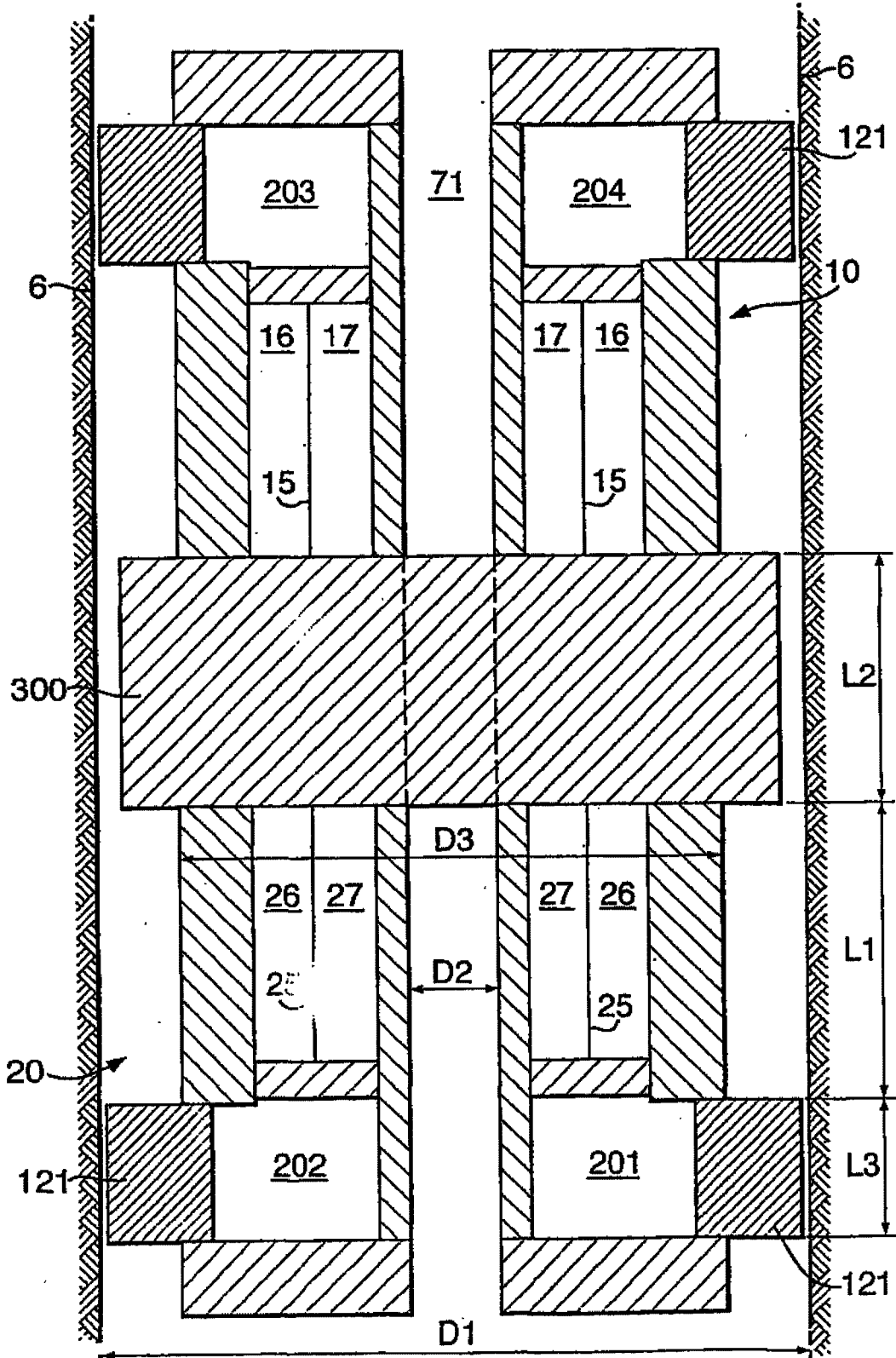


Fig.10.

