



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(11) 322480

(13) B1

(51) Int Cl.

*E21B 43/38 (2006.01)*  
*B01D 17/038 (2006.01)*  
*B04C 5/24 (2006.01)*

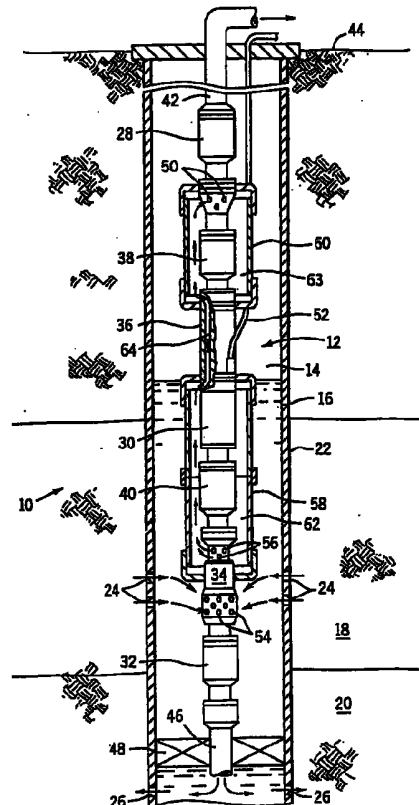
### Patentstyret

(21)	Søknadsnr	19990145	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	1999.01.13	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	1999.01.13	(30)	Prioritet	1998.01.13, US, 6749
(41)	Alm.tilgj	1999.07.14			
(45)	Meddelt	2006.10.09			
(73)	Innehaver	Camco International Inc , 7030 Ardmore, TX77054 HOUSTON, US			
(72)	Oppfinner	Lawrence Lee, Bartlesville, OK, US Jay S Mann, 20 Glenwood Drive, Sherwood Park, AB T8A 0L1, CA			
(74)	Fullmektig	Tandbergs Patentkontor AS , Postboks 7085 Majorstua, 0306 OSLO, NO			

(54) Benevnelse **Separasjonssystem for fluid nede i brønnen og fremgangsmåte for separering av fluider i borehullet**  
(56) Anførte publikasjoner EP B1 811 749, US 5.482.117

(57) Sammendrag

Oppfinnelsen angår et separeringssystem for å separere brønnhullfluida til produksjonsfluid og ikke-produksjonsfluida. Systemet omfatter en separator tilpasset for å overføre mekanisk kraft mellom en drivmotor og minst en pumpe. Separatoren omfatter en eller flere separasjonseenheter, så som hydrosyklonseparatorer. Et drivtog som krysser separatoren danner et grensesnitt med drivelementet, så som en neddykkbar elektrisk motor, og drevne elementer så som enten injeksjons- eller produksjonspumpe. Brønnhullfluida blir kanalisert gjennom separatoren enten en gjennomskyvnings- eller gjennomtrekningsmåte. Produksjonsfluida blir så overført fra separatoren til produksjonspumpen for fjerning fra brønnen. Ikke-produksjonsfluida blir overført fra separatoren enten til injeksjonspumpen for reinjeksjon i den underjordiske uttømmingsone, eller direkte til uttømmingsonen fra separatoren. Drivtoget som krysser separatoren er understøttet ved antifriksjonslagere i grensesnittplater på hver side av separatoren. Evnen til å overføre mekanisk kraft gjennom separatoren letter monteringen av pumpe-systemets komponenter i forskjellige konfigurasjoner, så vel som rør-kommunikasjonsbaner mellom pumpe-systemets komponenter.



Denne oppfinnelse angår generelt området petroleumsproduksjon og fluidseparasjon. Spesielt angår oppfinnelsen en ny teknikk for å drive komponenter av et neddykkbart pumpesystem, omfattende en separator for å separere produksjonsfluider fra ikke-produksjonsfluider i et brønnhull.

Forskjellige teknikker har vært utarbeidet for å heve produksjonsfluider fra petroleumsbrønner. I alminnelighet, hvor en brønn har tilstrekkelig trykk til å heve fluidet uten assistanse, kan brønnen utnyttes direkte ved kontroll av ventiler på overflaten og annet utstyr. I mange brønner må imidlertid produksjonsfluider heves til jordoverflaten ved kunstige midler, så som neddykkbare pumpeenheter. Kjente neddykkbare pumpesystemer omfatter typisk en neddykkbar elektrisk motor koplet til en neddykkbar pumpe. Den elektriske motor er koplet til kraftforsynings- og styringskretser på jordoverflaten, og blir energisert for å drive pumpen. Pumpe- og motorenheten er neddykket i brønnhullets fluider. Pumpen overfører fluider fra brønnhullet til jordoverflaten via et utladningsrør.

I et økende antall brønner, omfatter fluider en blanding av både produksjons- og ikke-produksjonsfluider, typisk råolje og vann eller sjøvann. Ikke-produksjonsfluidene må derfor separeres fra produksjonsfluidene enten før eller etter uttrekning av produksjonsfluidene fra brønnen. Mens ikke-produksjonsfluider kan heves til jordoverflaten og senere separeres fra produksjonsfluider, må fjernet vann da avhendes, så som ved reinjeksjon i en avhendingsbrønn. Dessuten, er produksjon av brønner typisk begrenset av kapasiteten av pumpesystemet, og ved mengden av kraft som kan tilføres pumpesystemet. Følgelig, er det ofte mer fordelaktig å separere ikke-produksjonsfluider fra produksjonsfluider i brønnhullet og å heve bare produksjonsfluider fra brønnen. Ikke-produksjonsfluider så som vann kan så bli direkte reinjisert i en underjordisk avhendings- eller injeksjonssone.

Flere teknikker har vært foreslått og er nå i bruk for å separere produksjonsfluider fra ikke produksjonsfluider i brønnhull. I noen brønner, kan fluidene bli separert ved gravitasjon, og neddykkbare pumper brukes til å heve produksjonsfluider og til å reinjisere ikke-produksjonsfluider. Ofte er det imidlertid ønskelig å benytte kunstige separeringsanordninger, så som en mekanisk separator. I en kjent type separator, vanlig kalt en hydrosyklonseparator, blir blandede produksjons- og ikke-produksjonsfluider sirkulert gjennom et separatorkar. Rotasjonshastigheten av fluidene forårsaker at fluider som har forskjellige egenvekter blir atskilt fra hverandre radielt. Fluidene, omfattende produksjonsfluider og vannholdige komponenter, blir fjernet fra separatorene i en kontinuerlig strøm. Produksjonsfluider blir så overført til en produksjonspumpe hvorfra de blir overført til jordoverflaten for oppsamling. Ikke-produksjonsfluider kan bli injisert i en uttømningshorisont, enten ved en separat pumpe, eller som nå, direkte fra separatorene.

Slike hydrosyklonseparatorer tilbyr et antall fordeler over andre separasjonsteknikker. Spesielt, hydroykloner som kan tenkes som passive anordninger, har ingen bevegelige deler, og kan brukes i grupper for å øke gjennomkjøringskapasiteten av systemet.

Mens bare grov separasjon typisk er oppnådd gjennom hydroyklonseparatorer, vil evnen til å oppnå relativt kontinuerlig separasjon på stedet i et attraktivt valg i forhold til å heve ikke-produksjonsfluider for senere separasjon og avhending.

Andre in situ separatorer er også kjent, som tillater liknende separasjon av produksjons- og ikke-produksjonsfluider i brønnhullet. Slike innretninger, som kan tenkes på som aktive separatorer, omfatter sentrifugalseparatorer som mekanisk overfører separasjonskrefter på de blandede fluider for å separere produksjons- og ikke-produksjonskomponenter fra hverandre.

Fra den kjente teknikk skal det vises til US 5 482 117 og EP B1 811 749.

Kjente brønnhullsseparasjonskonfigurasjoner er imidlertid ikke uten ulemper. For eksempel, avhengig av den relative plassering av produksjonssoner, uttømmings- og/eller injeksjonssoner, produksjonsmengder og vrakforhold (det vil si den del av brønnhullfluider som skal tømmes eller reinjiseres i bestemte formasjoner), korrekt rørlegging mellom pumper og pumpesystem, kan bli vanskelig eller umulig. I alminnelighet, hydroyklonseparatorer har vært plassert på enden av et pumpesystem og tilført useparert brønnhullfluider via en første pumpe. Fordi en annen produksjonspumpe ofte er fysisk langt fra separatorens i pumpesystemet, må produksjonsfluid fra separatorens bli ført via overføringsrør til produksjonspumpen for overføring til jordens overflate. Hvor imidlertid produksjons- og injeksjonssoner må være isolert fra hverandre ved hjelp av pakninger eller liknende anordninger, blir overføring av fluider mellom den første pumpe og separatorens, og mellom separatorens og produksjonspumpen, komplisert ved behovet for å krysse pakningene. Dessuten, i mange situasjoner kan det være utilstrekkelig klaring mellom pumpesystemet og brønnhullets foringsrør til å tillate passering av det nødvendige overføringsrør mellom komponentene.

Det er derfor et behov for en forbedret teknikk for å separere fluider i brønnhullet som unngår slike ulemper ved systemer ifølge tidligere teknikk. Spesielt er det et behov for et fluidseparatorsystem som gir en større grad av frihet for å montere og plassere pumpesystemets komponenter, deriblant drivmotor, injeksjons- og produksjonspumper, separatorer og så videre, for å lette rørlegging mellom komponentene i forskjellige konfigurasjoner.

Ifølge et første aspekt ved oppfinnelsen, er det således frembrakt en separator for bruk i et pumpesystem som omfatter en pumpe, og en drivmotor drivmessig koplet til pumpen, hvor pumpesystemet kan plasseres i et brønnhull for å pumpe produksjonsfluider fra brønnhullet og for å avhende ikke-produksjonsfluider, kjennetegnet ved at den omfatter:

et hus, hvor huset kan plasseres mellom pumpen og motoren,

minst en separatorseksjon inne i huset, hvor separatorseksjonen omfatter en hydroyklonseparator utformet til å motta brønnvæsker og å separere brønnvæsker til produksjonsvæske og ikke-produksjonsvæske, og

en kraftdrivoverføring som krysser huset, hvor kraftdrivoverføringen drivmessig kopler pumpen til motoren, hvor drivoverføringen omfatter en aksel som strekker seg

gjennom i det minste en del av huset, hvor akselen er operativ til å overføre dreiemoment fra motoren til pumpen.

Ifølge et annet aspekt ved oppfinnelsen, er det frembrakt et brønnfluidseparatorsystem for å separere produksjonsfluidet fra ikke-produksjonsfluidet i et brønnhull, kjennetegnet ved at det omfatter:

en pumpe for å pumpe produksjonsfluidene,

en fluidledning koplet til pumpen for å overføre en produksjonsvæske fra pumpen til jordens overflate,

en motor som er drivmessig koplet til pumpen for å drive pumpen,

en separator plassert mellom pumpen og motoren, hvor separatorene omfatter et hus og minst en hydroyklonseparator plassert i huset for å motta brønnvæsker og separere brønnvæskene til en produksjonsvæske og ikke-produksjonsvæske, og

en kraftdrivoverføring for å overføre dreiemoment fra motoren til pumpen, hvor drivoverføringen i det minste delvis er plassert inne i separatorene og omfatter en aksel som strekker seg gjennom i det minste en del av separatorhuset.

Ifølge et videre aspekt ved oppfinnelsen, er det frembrakt et fluidseparatorsystem for å separere brønnfluid til produksjonsfluidet og ikke-produksjonsfluidet, omfattende:

en neddykkbar motor,

en separator for å motta brønnfluidet og for å separere brønnfluidet til produksjons- og ikke-produksjonsfluidet,

en første pumpe som er operativt koplet til motoren for å sirkulere brønnfluid gjennom separatorene, og

en annen pumpe som er operativt koplet til motoren for å pumpe produksjonsfluid fra separatorene til jordens overflate, kjennetegnet ved at

separatorene er plassert mellom motoren og i det minste den første eller den andre pumpe, og omfatter et hus, minst en hydroyklonseparator plassert inne i huset, og en drivoverføring som krysser separatorhuset for overføring av mekanisk kraft fra motoren, hvor drivoverføringen er plassert med tverrgående mellomrom i avstand fra hydroyklon-separatorene.

Oppfinnelsen frembringer også en fremgangsmåte for å separere brønnfluid til produksjons- og ikke-produksjonsfluidet, omfattende følgende trinn:

(a) å montere et pumpesystem, hvor pumpesystemet omfatter en modulær separatorenehet, første og andre pumper, og en drivmotor operativt koplet til de første og andre pumper, hvor den modulære separatorenehet er plassert mellom drivmotoren og enten den første eller den andre pumpe;

(b) å plassere pumpesystemet i brønnfluidet;

(c) å tilføre kraft til motoren for å drive de første og andre pumper, hvor den første pumpe sirkulerer brønnfluid gjennom den modulære separatorenehet, den andre pumpe

mottar produksjonsfluid fra separatoren og overfører produksjonsfluid til jordens overflate, kjennetegnet ved:

(d) å overføre mekanisk kraft fra drivmotoren gjennom den modulære separator-enhet ved hjelp av en gjennomgående drivaksel for å drive minst en av den første og andre 5 pumpe, hvor den gjennomgående drivaksel er plassert med tverrgående mellomrom i avstand fra en eller flere separerende komponenter plassert inne i den modulære separatorenheten.

Den foreliggende oppfinnelse frembringer en ny tilnærming til borehullseparasjon av brønnhullfluider, designert for å reagere på disse behov. Teknikken ifølge oppfinnelsen 10 benytter en gjennomkjøringsseparator som kan plasseres mellom drivende og drevne komponenter i pumpesystemet, så som mellom en neddykkbar elektrisk motor og en neddykkbar pumpe. Separatoren er spesielt velegnet for bruk i systemer som omfatter en neddykkbar drivmotor og et par pumper. I en foretrukket utførelse er det en første pumpe, drevet av motoren, som sirkulerer brønnfluider gjennom separatoren. Produksjonsfluider som kommer 15 ut av separatoren blir overført til en produksjonspumpe. Produksjonspumpen overfører produksjonsfluider til et samlingspunkt på jordoverflaten. Uttømmingsfluider fra separatoren kan reinjiseres i en designert avhendingssone eller horisont nær brønnhullet. Fordi separatoren kan være plassert mellom drivmotoren og en eller begge de drevne pumper, er et bredt område av pumpesystemkonfigurasjoner mulig. Konfigurasjonene tilbyr brønnoperatøren 20 betydelig frihet til å anordnet brønner for hvilke rør av hittil kjente systemer ville vært ekstremt vanskelig eller umulig. Separatoren kan være av en aktiv eller passiv type, så som en hydroyklonseparator. Dessuten kan separatoren benyttes i både gjennomskyving og gjenopptrekkingskonfigurasjoner.

De ovenstående og andre fordeler og trekk ved oppfinnelsen vil bli åpenbare etter 25 lesning av den følgende detaljerte beskrivelse og med henvisning til tegningene, hvor:

fig. 1 er et vertikalt oppriss av et pumpesystem plassert i et brønnhull ifølge tidligere teknikk for å separere brønnhullfluider, pumping av produksjonsfluider til et sted over jordoverflaten, og avhending av ikke-produksjonsfluider;

fig. 2 er et vertikalt oppriss av et pumpesystem ifølge visse aspekter ved den forelig- 30 gende oppfinnelse, utformet for å separere brønnhullfluider til produksjons- og ikke-produksjonsfluider, og for å overføre til produksjonsfluider gjennom komponenter av pumpesystemet, mens ikke-produksjonsfluider blir overført til den underjordiske injeksjonssone;

fig. 3 er et vertikalt oppriss av en del av et pumpesystem av den type som er illustrert på fig. 2, og viser en foretrukket metode for å kople to separate drivmotorer i 35 pumpesystemet istedenfor en enkelt drivmotor;

fig. 4 er et diagrammatisk vertikalsnitt av en gjennomkjøringsseparator for bruk i et pumpesystem av den type som er illustrert på fig. 2, omfattende en gjennomgående aksel og en hydroyklonseparator som tømmes gjennom en endeflate på separatorenheten;

fig. 5 er et snitt av en separator som illustrert på fig. 4 langs linjen 5-5, og illustrerer posisjonen for de interne elementer av separatorenheten;

fig. 6 er et diagrammatisk vertikalt snitt av en alternativ utforming av gjennomkjøringsseparatoren på fig. 4, hvor separatorens tømme gjennom en sidevegg av enheten;

5 fig. 7 er et diagrammatisk vertikalt snitt av en alternativ utforming av en gjennomkjøringsseparator, omfattende en rekke hydrocyclonseparatorer og en aksel plassert koaksialt inne i enhetens hus;

fig. 8 er et snitt gjennom separatorens illustrert på fig. 7 langs linjen 8-8, og illustrerer plasseringen av interne komponenter av separatorens i forhold til hverandre;

10 fig. 9 er et snitt gjennom en øvre ende av en separator av den type som er illustrert i figurene ovenfor, og viser en foretrukket måte for å kanalisere fluid gjennom de interne passasjer i enden på separatorens og inn i en utvidbar skjerm for å kommunisere produksjonsfluider til andre komponenter av pumpesystemet;

15 fig. 10 er et snitt gjennom en nedre ende av en separator av den type som er illustrert i de foregående figurer;

fig. 11 er et snitt gjennom en del av pumpesystemet på fig. 2, og illustrerer en foretrukket måte for å feste en utvidbar skjerm til et nedre inntak av en produksjonspumpe;

fig. 12 er et detaljriss i snitt av en del av en utvidbar skjerm, og illustrerer en foretrukket metode for å forbinde rørformede seksjoner av skjermen;

20 fig. 13 er et snitt gjennom en koplingsmodul av den type som er illustrert på fig. 2 og 3, og viser den måte på hvilken interne passasjer og elektriske kabelforbindelser er gjort inne i koplingsmodulen, så vel som den måte på hvilken utvidbare skjermseksjoner er koplet til det pumpesystem i hvilket koplingsmodulen er plassert;

25 fig. 14 er et snitt gjennom koplingsmodulen på fig. 13 langs linjen 14-14, og illustrerer en foretrukket anordning av interne passasjeveier inne i koplingsmodulen;

fig. 15 er et vertikalt oppriss av en alternativ utforming av et pumpesystem som benytter en gjennomkjøringsfluidseparator ifølge den foreliggende teknikk;

fig. 16 er et vertikalt oppriss av en annen alternativ utforming av en pumpesystem omfattende en gjennomkjøringsseparator; og

30 fig. 17 er et vertikalt riss av en videre alternativ konfigurering av et pumpesystem som omfatter en gjennomkjøringsseparator.

Det henvises nå først til fig. 1, som illustrerer et system for å separere brønnhullfluider ifølge visse hittil kjente teknikker. Spesielt omfatter pumpesystemet en produksjonspumpe, en motor, en injeksjonspumpe og en fluidseparator. En motorbeskytter er plassert mellom produksjonspumpen og motoren. Motoren er utformet for å drive både produksjonspumpen og injeksjonspumpen via interne kraftoverføringsaksler. Separatorens er plassert nedenfor injeksjonspumpen for å motta strøm fra injeksjonspumpen. I drift, entrer fluidene brønnhullet nær pumpesystemet og blir trukket inn i injeksjonspumpen. Fluid blir så tvunget gjennom separatorens, hvor produksjonsfluider blir separert fra ikke-produk-

sjonsfluider, typisk vann. Produksjonsfluider blir så overført via overføringsrør til produksjonspumpen, mens ikke-produksjonsfluider blir injisert i uttømmingssonen isolert av et sett pakninger. Injeksjonsfluider fra produksjonspumpen blir pumpet til jordoverflaten hvor den blir samlet og videre prosessert.

5 Fig. 2 illustrerer en pumpesystem ifølge visse aspekter ved den foreliggende oppfinnelse. Pumpesystemet som illustrert på fig. 2 er betegnet generelt med referansenummeret 10, og omfatter en pumpeenhet 12 plassert i en brønn 14. Brønnen 14 er definert ved et brønnhull 16 som går gjennom et antall underjordiske soner eller horisonter, omfattende en produksjonssone 18 og en uttømmingssone 20. I alminnelighet, omfatter produksjonssonen  
10 18 geologiske formasjoner som inneholder fluider, så som olje, kondensat, gass og vann. Uttømmingssonen 20 omfatter jordformasjoner som er egnet for uttømming eller injeksjon av ikke-produksjonsfluider, så som vann. Det skal bemerkes, at mens i utførelsen illustrert på fig. 2, systemet 10 blir brukt i en brønn hvor produksjonssonen 18 ligger nærmere jordens overflate enn uttømmingssonen 20, kan systemet 10 like godt benyttes i formasjoner hvor  
15 det motsatte er tilfellet. I alminnelighet, kan pumpesystemet 10 brukes i vertikale, skråstilte eller horisontale brønnhull som har en eller flere produksjonssoner og en eller flere uttømmingssoner i forskjellige fysiske konfigurasjoner.

Brønnhullet 16 er foret med et foringsrør 22 i hvilket systemet 10 er utplassert. Foringsrøret 22 er, i millimeter, gjennomskåret av produksjonsperforeringer 24 nær produksjonssonen 18, og ved uttømmingsperforeringer 26, nær uttømmingssonen 20. I drift vil  
20 brønnhullfluider, deriblant produksjonsfluider og ikke-produksjonsfluider i blanding, entre brønnhullet 16 gjennom produksjonsperforeringer 24. Systemet 10 opererer til å separere brønnhullfluider til produksjonsfluider og ikke-produksjonsfluider, og reinjisere ikke-produksjonsfluider inn i uttømmingssonen 20, og å overføre produksjonsfluider gjennom fluidstrømningsbaner definert i systemet 10 ved et samlingspunkt over jordoverflaten.  
25

Det henvises nå mer spesielt til en foretrukket pumpeenhet 12 som illustrert på fig. 2, hvor enheten 12 fortrinnsvis omfatter en rekke modulære komponenter sammenmontert i en neddykkbar enhet. I utførelsen illustrert på fig. 2, omfatter pumpeenheten 12 en første pumpe 28, en drivmotor 30, en annen pumpe 32 og en fluidseparator 34. Som også illustrert  
30 på fig. 2, omfatter pumpeenheten 12 en koplingsmodul 36 og et par motorbeskyttere 38 og 40. Et fluidrør 42 er koplet til pumpen 28 for å overføre produksjonsfluider fra pumpen 28 til et sted over jordoverflaten, som indikert ved henvisningstallet 44. Et annet overføringsrør 46 er koplet til pumpen 32 for å overføre ikke-produksjonsfluider til et sted nær uttømmingssonen 20. Røret 46 gjennomskjærer en isolasjonspakning 48 som effektivt isolerer fluider og trykk nær uttømmingssonen 20 fra fluider som entrer gjennom produksjonsperforeringer 24.  
35 Pumpen 28, som i den illustrerte utførelse funksjonerer som en produksjonspumpe, og pumpen 32, som funksjonerer som en injeksjonspumpe, kan være av hvilken som helst passende type, så som sentrifugalpumper tilgjengelig kommersielt fra Reda av Bartlesville, Oklahoma. Pumpen 28 har innløps- eller inntaksåpninger 50 gjennom hvilke pumpen 28

trekker fluider som skal overføres til jordoverflaten. Produksjonsrøret 42 er koplet til utløpet av pumpen 28, og kan omfatte hvilken som helst passende type rør, så som spolet rør. Motoren 30 er drivende koplet til pumpen 28 gjennom en motorbeskytter 38. Motoren 30 er fortrinnsvis neddykkbar flerfaset elektrisk motor koplet til en elektrisk kraftforsyning ovenfor brønnen (ikke representert) via en krafttilførsels- og styringskabel 52. Kabelen 52 strekker seg gjennom brønnen 16 fra jordens overflate, og er elektrisk koplet til motoren 30 gjennom koplingsmodulen 36, som beskrevet nærmere nedenfor. Det kan imidlertid bemerkes, at for visse aspekter ved strukturen og teknikken som beskrevet her, kan motoren 30 være av en hvilken som helst passende type av drivanordning, så som en enfaset elektrisk motor, en hydraulisk motor og så videre. I den utførelse som er vist på fig. 2, er motoren 30 konstruert til å drive komponenter i hver ende. Følgelig er motoren 30 koplet til en pumpe 28 gjennom motorbeskytteren 38 ved hjelp av en drivaksel plassert inne i koplingsmodulen 36, som beskrevet nærmere nedenfor, så vel som med en annen pumpe 32 gjennom en rekke drivaksler som går gjennom separatorene 34 og motorbeskytteren 40. Motorbeskytterne 38 og 40 danner isolasjon av motoren 30 mot brønnfluider som entrer pumpen 28 og separatorene 34, på en måte som er vel kjent i teknikken.

I den foretrukne utførelse som illustrert, omfatter separatorene 34 drivtogkomponenter for å overføre dreiemoment mellom drivende og drevne komponenter av pumpeenheten 12, så som fra motoren 30 til pumpen 32. Separatorene 34 kan derfor være fysisk plassert mellom slike komponenter. Separatorene 34 omfatter fortrinnsvis hydrosyklonseparatoranordninger som mottar fluid fra brønnhullet 16 gjennom en rekke inntaksåpninger 54, og uttrykker produksjonsfluider gjennom en rekke uttømningsåpninger 56. Separatorene 34 tømmer også ut ikke-produksjonsfluider direkte til den andre pumpe 32, som tvinger ikke-produksjonsfluider inn i uttømmingssonen 20 via uttømmingsperforeringer 26.

I den foretrukne utførelse som illustrert, er fluidstrømningsbaner definert mellom komponentene av pumpeenheten 12 ved en rekke justerbare skjerm, så vel som ved en passasjevei definert gjennom koplingsmodulen 36. Spesielt, er en første skjerm 58 tettende plassert rundt enheten 12 fra en øvre del av separatorene 34 til en sentral del av koplingsmodulen 36. En annen eller øvre skjerm 60 er tettende plassert rundt enheten 12 fra et sentralt område av koplingsmodulen 36 til en nedre del av produksjonspumpen 28. Skjermene 58 og 60 ligger rundt nærliggende seksjoner av pumpeenheten 12 for å definere ringformede strømningsbaner, henholdsvis 62 og 63. Fluidstrømningsbanen 62 dirigerer en fluidstrøm fra utløpsåpningen 56 av separatorene 34 oppover rundt motoren 30, og inn i en fluidpassasje 64 definert inne i koplingsmodulen 36. Fluid kommer ut av fluidpassasjen 64 av koplingsmodulen 36 og entrer den øvre strømningsbane 63 som dirigerer fluid til innløpsåpningene 50 i produksjonspumpen 93. Som beskrevet nærmere nedenfor, vil denne foretrukne struktur tillate at fluid blir overført mellom komponentene av pumpeenheten 12 på en forseglet måte uten bruk av separate rør. Dessuten vil fluidstrømmen som dirigert av skjermene 58 og 60 hjelpe til med konveksjonskjøling av systemet, spesielt motoren 30. Koplingsmodulen 36



tillater også kabelen 52 å bli elektrisk koplet til motoren 30 uten å gå gjennom skjermvegg. Som også beskrevet nærmere nedenfor, er skjermene 58 og 60 fortrinnsvis utvidbare og sammentrekkbare i forhold til deler av pumpeenheten 12 over hvilken skjermene strekker seg, og tillater derfor utvidelse og sammentrekning av skjermene og pumpeenhetens komponenter samtidig som de opprettholder den ønskede tetning som definerer fluidbanene 62 og 63.

I operasjon, mottar motoren 30 elektrisk kraft gjennom kabelen 52, og driver pumpen 28 gjennom koplingsmodulen 36 og motorbeskytteren 38. Motoren 30 driver også pumpen 32 gjennom motorbeskytteren 40 og separatorene 34. Produksjonsfluider som trekkes fra brønnhullet flyter inn i separatorene 34 som dirigert gjennom en fluidstrømningsbane definert ved den nedre skjerm 58, fluidpassasje 64 av koplingsmodulen 36, og øvre skjerm 60, for å entre inn i inntaksåpningene 50 for pumpen 28. Fluidene blir overført av pumpen 28 gjennom produksjonsrøret 42 til et oppsamlingspunkt (ikke vist) over jordens overflate 44. Ikke-produksjonsfluider som er separert fra brønnhullfluider inne i separatorene 34 blir overført til pumpen 32 hvorfra de blir tømt ut via uttømmingsrøret 46.

Som det blir forstått av fagfolk i teknikken, kan utformingen av pumpesystemet 10 som illustrert på fig. 2 kalles et gjennomtrekningssystem. I slike systemer, er separatorene plassert oppstrøms eller på sugesiden av injeksjonspumpen, så som pumpen 32. Injeksjonspumpen trekker derfor strøm gjennom separatorene og støter ut ikke-produksjonsfluider i en seksjon av brønnhullet som er nær utløpssonen. Separatorene 34 kan også monteres i pumpesystemer utformet som gjennomskyvningssystemer, hvor brønnhullfluider blir trukket direkte inn i en første pumpe og trykket ut fra pumpen inn i separatorene.

Fagfolk i teknikken vil også forstå, at mens en enkelt drivmotor kan benyttes i pumpesystemet 10 som vist på fig. 2, kan systemet alternativt utformes med flere enn en drivmotor som illustrert på fig. 3. Spesielt, illustrerer fig. 3 en seksjon av pumpesystemet representert på fig. 2 mellom en øvre motorbeskytter 38 og en nedre motorbeskytter 40. Andre systemkomponenter, ikke illustrert på fig. 3, kan være i hovedsak de samme som de som er vist på fig. 2.

I den alternative utførelse illustrert på fig. 3, er en første motor 30A anordnet for å drive en første pumpe (se pumpen 28 på fig. 2), mens en annen motor 30B er anordnet for å drive en annen pumpe (se pumpe 32 på fig. 2). Den øvre motor 30A driver gjennom en øvre koplingsmodul 36A og en motorbeskytter 38 på en måte i likhet med den som er beskrevet ovenfor med henvisning til fig. 9. Den nedre motor 30B driver gjennom en motorbeskytter 40 og ytterligere systemkomponenter plassert nedenfor motorbeskytteren 40 som beskrevet ovenfor med henvisning til fig. 2. En nedre skjerm 58B er anordnet rundt nedre komponenter av pumpeenheten, omfattende den nedre motor 30B, for å dirigere fluid oppover rundt motoren 30B til den nedre koplingsmodul 36B. Koplingsmodulen 36B omfatter en fluidpassasje 64B gjennom hvilken fluid som strømmer oppover blir overført til en mellomskjerm 58A.

Mellomskjermen 58A omgir den øvre motor 30A og transporterer fluid fra den nedre koplingsmodul 36B til øvre koplingsmodul 36A. Koplingsmodulen 36A omfatter en fluidpassasje 64A som dirigerer fluid fra skjermen 58A oppover til en øvre skjerm 60. Som beskrevet ovenfor med henvisning til fig. 2, dirigerer den øvre skjerm 60 fluid oppover fra koplingsmodulen 36A mot en produksjonspumpe.

Den forseglede koplning mellom skjermene 58A, 58B og 60 kan være i hovedsak lik de som er rundt skjermene 58 og 60 på fig. 2, som beskrevet nærmere nedenfor. Hver skjerm er også fortrinnsvis konstruert som en utvidbar struktur for å tillate termisk utvidelse og sammentrekning av både skjermene og pumpeenheten 12. Dessuten omfatter hver koplingsmodul 36A og 36B en forsenkning for å motta en respektiv kraftforsyningskabel 52A og 52B for å overføre elektrisk kraft til motorene 30A og 30B. Det skal imidlertid bemerkes, at i den konfigurasjon som er illustrert på fig. 3, trenger ingen mekaniske overføringskomponenter å krysse den nedre koplingsmodul 36B, siden den nedre motor 30B driver direkte gjennom motorbeskytteren 40 i en enkelt retning.

Fig. 4-8 representerer eksempler på interne utforminger av gjennomkjøringsseparatorer for bruk i et neddykkbart fluidpumpesystem ifølge visse aspekter ved den foreliggende teknikk. Som illustrert på fig. 4 og 5, omfatter separatoren 34 et hus 66 som har en sidevegg 68 som ender i en øvre festflens 70, og en nedre festflens 79. Flensene 70 og 72 tillater separatoren 34 å bli festet på en modulær måte i pumpeenheten 12, som oppsummert ovenfor. En støtte eller grensesnittplate 74 er plassert radielt inne i sideveggen 68 nær flensen 70. En liknende understøttelse eller grensesnittplate 76 er plassert inne i sideveggen 68 nær den nedre flens 72. En eller flere separatorer 78, så som en hydrosyklonseparator som vist, er anordnet inne i huset 66.

Separatoren 78 kan være av en generelt kjent utforming, omfattende et innløp 80, et produksjonsutløp 82, og et ikke-produksjonsutløp 84. I den utførelse som er illustrert på fig. 4 og 5, er produksjonsutløpet 82 koplet til en produksjonsport 86 anordnet i grensesnittplaten 74. En innløpsport 88 er utformet i sideveggen 68 for å tillate brønnhullfluider å entre huset 66. I utførelsen på fig. 4 og 5, er ikke-produksjonsutløpet 84 lagt gjennom en ikke-produksjonsport 90 i grensesnittplaten 76. I operasjon, entrer brønnhullfluider huset 66 gjennom innløpsporten 88 og blir kanalisert gjennom hydrosykloninnløpet 80 for å separeres til produksjons- og ikke-produksjonsfluider. Produksjonsfluider blir så overført gjennom utløpet 82, og dermed gjennom produksjonsporten 86. Ikke-produksjonsfluider blir overført gjennom utløpet 84 og kommer ut av huset 66 gjennom ikke-produksjonsporten 90. En fast eller variabel åpning 92 kan være anordnet i utløpet 84 for å gi tilbaketrykk for operasjon av hydrosyklonseparatoren 78. Det skal bemerkes at hvor flere separatorer er anordnet i huset 66, kan disse være koplet i serie eller parallelt. Hvor flere separatorer er anordnet i parallell, er en fast eller variabel åpning 92 fortrinnsvis plassert rundt et felles utløp eller oppsamlings-tank.

I tillegg til hydrosyklonseparatoren 78, omfatter separatoren 34 en eller flere elementer av et kraftdrivtog for å overføre dreiemoment fra drivmotoren til en eller flere pumper. I den utførelse som er illustrert på fig. 4, er en drivaksel 94 plassert gjennom huset 66. Drivakselen 94 er understøttet inne i separatoren 34 av lagre 96 og 98 plassert i grensesnittplatene 74 og 76. Som vil forstås av fagfolk i teknikken, kan endene på akselen 94 ha kiler, spor eller på annen måte være utformet til å møte på en modulær måte, andre komponenter av pumpesystemet etter installasjon av separatoren 34, som beskrevet nærmere nedenfor. For eksempel hvor separatoren 34 skal inkluderes i den utforming som er illustrert på fig. 2, vil således en nedre ende på akselen 94 være utformet til å danne et grensesnitt med et drivtog gjennom pumpen 32, mens en øvre ende av akselen 94 vil være utformet til å danne grensesnitt med et liknende drivtog gjennom motorbeskytteren 42.

Akselen 94 kan være plassert koaksialt inne i huset 66, eller som illustrert på fig. 4, 5 og 6, kan strekke seg generelt parallelt med akselen for huset 66, men forskjøvet fra husets akse. I sistnevnte tilfelle, kan selve huset 66 være koplet til nærliggende komponenter av pumpeenheten 12 via forskjøvne flenser eller liknende grensesnittutstyr (ikke vist).

Fig. 6 illustrerer en alternativ utforming av separatoren 34. I utførelsen på fig. 6, har hydrosyklonseparatoren 78 porter gjennom sideveggen 68, og den nedre grensesnittplate 76 er utformet til å motta brønnhullfluider. En av en rekke innløpsporter 100 er utformet i grensesnittplaten 76 for å tillate at separatoren 34 mottar fluider, så som fra en oppstrøms pumpe 32 i en gjennomskjyvingssystemutforming. I utførelsen på fig. 6, blir ikke-produksjonsfluider tømt ut gjennom sideveggen 68. Som nevnt i forbindelse med fig. 4, skjønt en enkelt hydrosyklonseparator 78 er illustrert i separatoren 34 på fig. 6, kan flere hydrosyklonseparatorer anordnes, og sammenkoples enten i serie eller parallell. Et krafttransmisjonsdrivtog, omfattende akselen 94, strekker seg gjennom separatoren 34 og er understøttet av lagere 96 og 98 som er montert på grensesnittplatene 74 og 76.

Det skal bemerkes at, mens i den foreliggende beskrivelse det er henvist til øvre og nedre flenser og øvre og nedre grensesnittplater i separatoren 34, som vil forstås av fagfolk i teknikken, kan separatoren 34 være orientert i et pumpesystem enten i den posisjon som er illustrert på fig. 4 og 6, eller i en omvendt posisjon. Posisjonsvalget vil typisk avhenge av den relative posisjon av pumpene i pumpesystemet og de strømningsbaner som er ønsket av brønnoperatøren.

Som nevnt ovenfor, kan separatoren 34 være utformet til å omfatte et antall hydrosyklonseparatorer 78 plassert inne i en enkelt enhet. Elementene av kraftoverføringsdrivtoget som krysser separatoren 34 kan også være plassert konsentrisk med huset. Fig. 7 og 8 illustrerer en separator av denne type. Spesielt, som vist på fig. 7, omfatter separatoren 34 et hus 102 i hvilket en toppendeplate 104 og en bunnendeplate 106 er plassert. En rekke mellomliggende plater eller manifolder 108 er festet inne i huset 102, for å definere indre kammer 110. Innløpsportene 112 er utformet gjennom sideveggen 68 av huset 102 slik at brønnhullfluider kan trekkes inn i separatoren 34. Hvor slike porter 112 er anordnet for hvert

kammer 110, er trykkutjevningporter 114 fortrinnsvis utformet i mellomliggende plater 108 for å tillate utveksling av tilstrekkelig fluid mellom kamrene for å utjevne trykket inne i separatoren. Hver endeplate og mellomplate er koplet til en eller flere hydroyklonseparatorer 78.

5 Som i de tidligere utførelser, omfatter hver hydroyklonseparator 78 et innløp 80, et produksjonsutløp 82, og et ikke-produksjonsutløp 84. I utførelsen illustrert på fig. 7 og 8, er produksjonsutløpet 82 ledet gjennom en felles produksjonssamletank 116 som ender i en toppendeplate 104. På liknende måte, er ikke-produksjonsutløpet 84 på hydroyklonseparatorene ledet gjennom en felles ikke-produksjonsutløp-samletank 118, som ender i bunnende-  
10 platen 106. Et produksjonsutløp 120 med porter er utformet i platen 104 for å motta strøm fra produksjonssamletanken 116. På liknende måte er et ikke-produksjonsfluidutløp 122 med porter utformet i endeplaten 106. I operasjon, blir brønnhullfluider trukket inn i separatoren 34 via inntaksportene 112 som skal separeres i produksjons- og ikke-produksjonsfluider ved hydroyklonseparatorer 78. Produksjonsfluider blir så overført oppover  
15 gjennom samletanken 116 for å komme ut av separatoren 34 gjennom portene 120. Ikke-produksjonsfluider strømmer fra hydroyklonseparatorene 78 gjennom ikke-produksjonssamletanken 118 for å komme ut av separatoren 34 gjennom porten 122.

Akselen 94 strekker seg gjennom huset 102, og blir understøttet av begge endeplater 104 og 106 og mellomliggende plater 108. Som vist på fig. 7, for separasjoner som har et  
20 spesielt langt hus 102, kan flere sett av lagre være anordnet langs lengden av huset for å understøtte akselen 94 i rotasjon. I den spesifikke utførelse som er illustrert på fig. 7, er lagrene 124 anordnet i endeplatene så vel som i de mellomliggende plater langs separatoren 34. Fordi hydroyklonseparatorene 78 er plassert i en radiell fordeling inne i huset 102 (se fig. 8), er akselen 94 beleilig anordnet langs den sentrale akse 126 av huset 122. Som  
25 oppsummert ovenfor i forbindelse med fig. 4-6, er endene på akselen 94 utformet til å danne et grensesnitt med drivkomponenter av pumpeenheten 12, for å overføre dreiemoment mellom den neddykkbare drivmotor og en pumpe koplet til drivmotoren gjennom separatoren 34.

Mens separatoren som illustrert på fig. 7 er spesielt vel egnet for gjennomtreknings-  
30 separasjonssystemer, vil fagfolk i teknikken forstå at de unike trekk ved separatoren kan tilpasses for bruk i gjennomskyvningssystemer. Følgelig, en innløpsport for brønnhullfluider kan være utstyrt med enten øvre plate 104 eller nedre plate 106. Utløp for å lede ikke-produksjonsfluider fra hydroyklonseparatorene kan da ha porter gjennom sideveggen 68, i likhet med anordningen som er illustrert på fig. 6, som tillater ikke-produksjonsfluider å bli  
35 injisert direkte i en utløpsone nær separatoren.

Det skal også bemerkes at den utførelse av separatoren 34 som er illustrert på fig. 7 og 8 kan være mottakelig for forskjellige utforminger. For eksempel, i en foretrukket konfigurasjon, er en rekke hydroyklonseparatorer plassert på en side av huset 122. Seksten slike hydroyklonseparatorer er lagt inn i en enkelt enhetlig anordning. En kabel for å levere

elektrisk energi til den neddykkbare motor kan være plassert på utsiden av pumpesystemet, på samme side som hydroyklonseparatorene. Fordi i en typisk brønnanvendelse den neddykkbare pumpeenhet har meget mindre klaring inne i brønnhullet enn den som er illustrert diagrammatisk på figurene, vil nærvær av kabelen nær pumpesystemet tvinge separatorportene i huset bort fra brønnforingen, og lette strømming inn i separatoren. Andre alternative utforminger kan tenkes av fagfolk i teknikken, avhengig av brønnhullklaring, orienteringer, produksjon og vrakforhold, og så videre. Dessuten, kan dynamiske separatorenheter benyttes i stedet for hydroyklonseparatorer som beskrevet ovenfor.

Fig. 9 og 10 illustrerer de for tiden foretrukne konfigurasjoner for øvre og nedre ender på separatoren 34 når den er koplet til nærliggende komponenter av pumpesystemet 10. Spesielt, som illustrert på fig. 9, omfatter den øvre ende av separatoren 34 en inntaksseksjon, betegnet generelt med henvisningstallet 128, og en overføringsseksjon 130. I den illustrerte utførelse, tjener inntaksseksjonen 128 til å trekke brønnhullfluider inn i separatoren, mens overføringsseksjonen 130 tjener til å overføre produksjonsfluider oppover inn i pumpeenheten mot produksjonspumpen 28. Spesielt, sideveggen 68 av inntaksseksjonen 128 danner et inntakskammer 132 som er i fluidforbindelse med brønnhullfluider utenfor separatoren 34 via inntaksåpninger 54. Brønnhullfluider entrer inn i inntakskammeret 132 gjennom åpninger 54 som indikert ved pilene 134. En rekke akselseksjoner 136 er koplet til akselen 94 av separatoren 34 for å overføre dreiemoment til akselen 94 fra motoren 30, som illustrert på fig. 2 (eller motoren 30B som illustrert på fig. 3). Akselseksjonene er koplet til hverandre via koplinger 138 på en måte som er generelt kjent i teknikken. Utboringer 140 er utformet gjennom de indre komponenter av både inntaksseksjonen 128 og overføringsseksjonen 130 for å gi rom for akselen 94 og akselseksjoner 136.

Som beskrevet ovenfor i forbindelse med fig. 7 og 8, bærer en produksjons-samletank 116 produksjonsfluider separert fra brønnhullfluider i separatoren 34 til et produksjonsutløp 120. Produksjonssamletanken 116 og produksjonsutløpet 120 er separert fra brønnhullfluider som entrer inn i kammeret 132 ved en tetningsplate 142. Tetningsplaten 142 er forseglet inne i den indre periferi av sideveggen 68 som illustrert på fig. 9. En mekanisk tetningsenhet 144 er festet til den nedre overflate av tetningsplaten 142, og omgir og forsegler mot akselen 94 for å isolere brønnhullfluider inne i inntakskammeret 132 fra produksjonsfluider som passer gjennom produksjonsutløpet 120 og tømingsåpningen 56. Tetningsenheten 144 er fortrinnsvis av en konvensjonell konstruksjon som er tilgjengelig kommersielt fra Flowserve av Tulsa, Oklahoma. Nedenfor tetningsenheten 144 og inne i inntakskammeret 132, er en impeller 146 festet på akselen 94 og roterer med akselen 94. Impelleren 146 tvinger sirkulasjon av brønnhullfluider som entrer inn i inntakskammeret 132 for å fremme konveksjonskjøling av tetningsenheten 144. Fra inntakskammeret 132, blir brønnhullfluider trukket gjennom de individuelle separatorenheter som er inkludert i separatoren 34 som beskrevet ovenfor.

Fig. 10 illustrerer den interne utforming av den nedre ende av separatoren 34 i henhold til den foretrukne utførelse. Som vist på fig. 10, passerer akselen 94 gjennom endeplaten 106 i hvilken utløpssamletanken 118 er anordnet. Utløpssamletanken 118 er forseglet til ikke-produksjonsfluidutløpet 122 for å overføre ikke-produksjonsfluid i nedadgående retning for injisering i en passende undersjøisk uttømmingssone. Den nedre ende av akselen 94 er forseglet fra den øvre ende av den andre pumpe 32 med en tetningsplate 150, i likhet med tetningsplaten 142 som beskrevet ovenfor med henvisning til fig. 9. Tetningsplaten 150 er forseglet til den indre periferi av sideveggen 68 av separatoren 34 for å danne et tetningskammer 152 mellom endeplaten 106 og tetningsplaten 150. En rekke åpninger 154 er utformet gjennom sideveggen 68 for å tillate brønnhullfluider å entre inn i tetningskammeret 152. En tetningsenhet 156 er festet på en øvre overflate av tetningsplaten 150, og tetter mot den roterende aksel 94 for å isolere tetningskammeret 152 fra inntakssiden av pumpen 32. Tetningsenheten 156 er fortrinnsvis i det vesentlige lik tetningsenheten 144 som beskrevet ovenfor. En impeller 158 er festet på akselen 94 og roterer sammen med akselen 94 for å sirkulere brønnhullfluider inne i tetningskammeret 152 for å fremme konveksjonskjøling av tetningsenheten 156.

Som beskrevet generelt ovenfor, er de fluidrettende skjermer inkludert i den foretrukne utførelse av pumpe-systemet 10 utvidbare og sammentrekkbare for å tillate relativ utvidelse og sammentrekning av både skjermene og deler av pumpeenheten 12 over hvilke skjermene strekker seg under operasjon, mens de opprettholder en fluidtett forsegling rundt de ringformede strømningsbaner definert ved skjermene. Mens forskjellige konfigurasjoner kan tenkes av fagfolk i teknikken for å tillate skjermene å tette mot pumpeenheten 12 mens de tillater termisk utvidelse og sammentrekning, i den nå foretrukne utførelse kan en eller begge ender av skjermene være festet til komponenter av pumpeenheten 12 og en glidende pakning anordnet ved passende posisjoner langs lengden av skjermen for å ivareta utvidelse og sammentrekning.

Fig. 9 og 11 illustrerer to foretrukne anordninger for å feste en ende på en skjerm fast på et element av pumpe-systemet 12. Spesielt, som illustrert på fig. 9, omfatter hver skjerm et langstrakt rørformet legeme 160 som strekker seg langs en del av pumpeenheten 12 for å definere en ringformet strømningsbane, så som indikert ved henvisningstallet 62 på fig. 9. Som vist på fig. 9, er skjermen 58 festet på en øvre ende av overføringsseksjonen 130 av separatoren 34. For tettende å feste skjermen til separatoren 34, er et første tetningsområde 162 utformet rundt den nedre ytre periferi av skjermens legeme 160, mens et liknende tetningsområde 164 er utformet rundt den ytre periferi av overføringsseksjonen 130. En koplingsring 166 er festet rundt begge tetningsområdene for å holde legemet 160 og en øvre ende av overføringsseksjonen 130 i nær kontakt. I den illustrerte utførelse, tjener koplingsringen 166 både til å holde skjermlegemet 160 i en ønsket posisjon i forhold til pumpeenhet-komponenten, så vel som å forsegle fluidstrømningsbanen definert ved komponenten og skjermen til hverandre. Følgelig, nær hvert tetningsområde 162 og 164, er det

utformet ringformede spor 168 og 170. Inne i en indre periferi av koplingsringen 166, er det utformet tetningsspor 172, og tetningsdeler, så som O-ringer 174 er plassert i disse spor.

Under sammenmontering, plasseres koplingsringen 160 over området 164 for å komprimere tetningsdelen 174 litt for å danne en fluidtett forsegling mellom området 164 og den indre periferi av koplingsringen 166. Skjermlegemet 160 settes så inn i den posisjon som er illustrert på fig. 9, og danner en fluidtett forsegling mellom området 162 og den øvre tetningsdel 174. En rekke festeanordninger 176 festes i åpninger rundt den øvre og nedre periferi av koplingsringen 166, og entrer inn i spor 168 og 170 for å holde elementene i den forseglede posisjon som illustrert. I en foretrukket utførelse, er en rekke på fjorten settskruer 176 festet i tilsvarende åpninger rundt øvre og nedre ender av koplingsringen 166.

Som illustrert på fig. 11, ifølge en annen foretrukket utførelse er en flenstype konstruksjon brukt til å feste en skjermende på en komponent av pumpeenheten 12. Fig. 11 illustrerer en øvre ende av skjermen 60 som strekker seg rundt motorbeskytteren 38 og dirigerer fluid til den øvre pumpe 28 via pumpeinntaksåpninger 50. Skjermen 60 er festet til en nedre seksjon av pumpen 28 med en flenskoplingskonstruksjon som følger. Perifert flensspor 178 er utformet rundt den nedre ende av pumpen 28 nær inntaksåpningene 50. En flens 180 er montert i sporene 178, og en ringformet flenskopling 182 er festet på flensen 180 ved hjelp av festeanordninger 184. Flenskoplingen 182 er forseglet rundt pumpen 28 ved hjelp av en tetningsdel 186 plassert inne i det ringformede spor 188 som er utformet i den perifere overflate av pumpen 28.

En koplingsring 166 er festet rundt en nedre ende av en flenskopling 182 for å holde en øvre ende av skjermen 60 på plass og for å tette den ringformede fluidbane 63 inne i skjermen 60 i fluidforbindelse med innløpsåpninger 50. Koplingsringen 166 er fortrinnsvis i det vesentlige lik den som er beskrevet ovenfor i forbindelse med fig. 9. Følgelig, for å tillate koplingsringen 166 å bli mekanisk festet på flenskoplingen 182 og på en øvre ende av skjermen 60, omfatter koplingen 182 et tetningsområde 162 og et ringformet spor 168, mens den øvre ende av skjermen 60 omfatter et liknende tetningsområde 164 og et ringformet spor 170. Et par tetningsspor 172 er utformet i den indre overflate av koplingsringen 166, og en pakning 174 er plassert i hvert spor. Koplingsringen 166 er plassert rundt tetningsområdet 162, og skjermen 60 er tilpasset i koplingsringen 166 for å komprimere pakningen 174 og dermed forsegle koplingsringen 166 rundt både flenskoplingen 182 og skjermen 60. Festeanordninger 176, så som en rekke settskruer, er festet i åpninger rundt periferien av koplingsringen 166, og entrer inn i spor 168 og 170 for mekanisk å holde skjermen 60 på plass nedenfor flenskoplingen 182.

Det skal bemerkes, at i tillegg til den koplingsring og flensstruktur som er beskrevet ovenfor, kan fagfolk i teknikken tenke seg alternative anordninger for tettende festing av endene på de utvidbare skjerner til komponenter av pumpeenheten 12. Spesielt, kan gjengede ender av skjermlegemet og tilpassende koplingsringelementer bli anordnet for mekanisk festing av skjermene på plass, mens man opprettholder den ønskede fluidtette

forsegling. Man har funnet at de foretrukne utførelser som beskrevet ovenfor, imidlertid letter feltinstallasjon av skjermene, mens de opprettholder den ønskede nominelle lengde av skjermseksjonene for termisk utvidelse og sammentrekning som beskrevet nedenfor.

Hvor pumpeystemet 10 omfatter spesielt lange skjermseksjoner, som illustrert i tilfellet med skjermen 58 på fig. 2, kan skjermens legeme omfatte et antall rørformede seksjoner forbundet ende mot ende som illustrert på fig. 12. I den nå foretrukne utførelse, er skjermens lengder på over 20 fot delt i rørformede seksjoner av denne type for å lette fremstilling, transport og installasjon. Som illustrert på fig. 12, kan rørformede seksjoner 190 og 192 av skjermen sammenføres til hverandre ved hjelp av koplingsringsystemet av den type som er beskrevet ovenfor. Følgelig, vil hver skjermseksjon 190 og 192 presentere et ytre perifert tetningsområde 162 og 164. En koplingsring 166 av den type som er beskrevet ovenfor med henvisning til fig. 9 og 11, er tilpasset rundt skjermseksjonen og omfatter tetninger 174 som er tilpasset i indre perifere ringformede spor 172. Ringformede spor 168 og 170 er utformet nær tetningsområdene 162 og 164, og mottar festeanordninger, så som settskruer 176, for å feste skjermseksjonene til hverandre.

Som nevnt ovenfor, er hver skjerm utvidbar og sammentrekkbar ved termisk utvidelse av både skjermene og pumpeenheten, for å opprettholde en fluidtett forsegling rundt strømningsbanene definert ved skjermene og pumpeenheten. Fig. 13 illustrerer to foretrukne anordninger for å tillate slik termisk ekspansjon og sammentrekning. Som vist på fig. 13, kan en skjerm, så som den øvre skjerm 60, etablere en fluidtett forsegling rundt en komponent av pumpeenheten 12, så som en koplingsmodul 36 som vist på fig. 13. I alminnelighet, som beskrevet i mer detalj nedenfor, omfatter koplingsmodulen 36 et legeme 194 som er gjennomskåret av en utboring 196 som tillater en drivaksel 198 å bli roterbart plassert inne i og å lede dreiemoment gjennom modulen 36 fra motoren 30 til pumpen 28 (se fig. 2). En nedre ende 200 av skjermen 60 er tilpasset rundt legemet 194, og danner en glidende tetning med den ytre periferi av legemet. Følgelig, er et indre ringformet tetningsområde 202 utformet rundt den nedre ende 200 av skjermen 60, mens et liknende tetningsområde 204 er utformet rundt den ytre periferi av legemet 194. Et forseglingsspor 206 er utformet inne i tetningsområdet 204 og en ringformet fluid-tetningsdel 208 er plassert i det.

Når skjermen 60 monteres på legemet 194, blir tetningsdelen 208 komprimert og tettende områder 202 og 204 blir brakt i gjensidig forhold vendt mot hverandre for å forsegle fluidbanen 63 inne i skjermen 60 i fluidforbindelse med fluidpassasjen 64 utformet i koplingsmodulen 36. En skjerm 60 og de elementer som finnes inne i skjermen 60 utvides og sammentrekkes på grunn av temperaturvariasjoner i brønnhullet, termisk utvidelse og sammentrekning ivaretatt ved relativ bevegelse av tetningsområdene 202 og 204 i forhold til hverandre. Spesielt, som vist på fig. 13, er skjermen 60 montert for å plassere den nedre ende 200 av denne i nominell posisjon 210. Skjermen og pumpeenhetekomponentene kan imidlertid utvides og sammentrekkes under montering, transport og bruk, mellom forutbestemte lengder hvor den nedre ende 200 er plassert innenfor en maksimal øvre



posisjon 212 og maksimal nedre posisjon 214. Som vil bli forstått av fagfolk i teknikken, er lengdene og posisjonene av tetningsområdene 202 og 204 konstruert til å opprettholde en tettende kontakt av skjermen 60 rundt legemet 194 gjennom de forventede termiske ekspansjons- og sammentrekningssykluser for utstyret. I alminnelighet vil lengdene og plasseringene av områdene 202 og 204 avhenge av de relative lengder av skjermen og av pumpeenhetens komponenter som finnes inne i skjermen, de termiske ekspansjonskoeffisienter for hver, og det forventede temperaturområde som elementene vil bli utsatt for.

Fig. 13 illustrerer også en annen foretrukket utførelse for å tillate relativ termisk utvidelse og sammentrekning av en skjerm og pumpeenhetkomponenter. Spesielt, som illustrert i det nedre område av fig. 13, er skjermen 58 festet på et nedre område av koplingsmodulen 36 ved hjelp av en flenskoplingsstruktur i likhet med den som er beskrevet ovenfor i forbindelse med fig. 11. Spesielt, er en flens 180 festet med et flensspor 178 utformet i legemet 194 av koplingsmodulen 36. En flenskopling 216 er festet til flensen 180 ved hjelp av festeanordninger 184. En fluidtett forsegling er etablert mellom legemet 194 og flenskoplingen 216 ved tetningen 186 som er tilpasset i et spor 188 utformet i legemet 194.

Flenskoplingen 216 omfatter en nedre ende for å motta en øvre ende av skjermen 58. Et indre perifert tetningsområde 218 er utformet i koplingen 216, mens et motadvendt tetningsområde 220 er utformet rundt den ytre periferi av skjermen 58. Et tetningsspor 222 er utformet rundt den ytre periferi av skjermen 58, og en tetningsdel 224 er tilpasset inne i sporet. Når skjermen 58 er montert i koplingen 216, blir områdene 218 og 220 brakt inn i forhold vendt mot hverandre, og tetningsdelen 224 blir komprimert. En fluidtett forsegling blir således etablert mellom tetningsområdene 218 og 220, som blir opprettholdt gjennom utvidelse og sammentrekning av skjermen og av de komponenter som er dekket av skjermen, under sykling. Følgelig, etter installasjon, vil skjermen 58 strekke seg inn i koplingen 216 i en nominell posisjon som indikert ved henvisningstall 226. Under utvidelses- og sammentrekningssykluser av utstyret, vil skjermen 58 og koplingen 216 bevege seg i forhold til hverandre mellom en maksimal øvre posisjon 228 og maksimal nedre posisjon 230. Som beskrevet ovenfor i forbindelse med tetningsområdene 202 og 204, vil lengden og mengden av kontakt mellom tetningsområdene 218 og 220 avhenge av de relative lengder av skjermene og pumpeenhetkomponentene som dekkes av skjermene, så vel som av deres termiske ekspansjonskoeffisienter og de forventede temperaturvariasjoner som utstyret vil bli utsatt for under bruk.

Som nevnt ovenfor, i den foretrukne utførelse som er illustrert, tillater koplingsmodulen 36 at en fluidstrømningsbane blir etablert inne i pumpesystemet 10, mens den letter elektrisk forbindelse av kablen 52 til motoren 30 (eller kablene 52A og 52B til motorene 30A og 30B). Fig. 13 illustrerer en nå foretrukket utførelse av koplingsmodulen 36.

Koplingsmodulen 36 omfatter således et legeme 194 gjennom hvilket en utboring 196 er utformet for å tillate at en kraftoverføringsaksel 198 blir forbundet mellom modulære komponenter på hver side av koplingsmodulen 36. Som installert i den spesielle anordning illustrert på fig. 13, strekker koplingsmodulen 36 seg mellom motoren 30 og motorbeskytteren 38, hvor sistnevnte komponent i sin tur er koplet til produksjonspumpen 28. Det må imidlertid forstås at koplingsmodulen 36 kan være festet mellom en motor 30 og andre komponenter av pumpesystemet 10 som ønsket, avhengig av den spesielle systemkonfigurasjon. Som også beskrevet ovenfor, omfatter koplingsmodulen 36 fortrinnsvis trekk for å kople fluidledere, så som skjermene 58 og 60 i fluidforbindelse med en indre passasje 64 som går gjennom koplingsmodulen 36. I utførelsen på fig. 13, omfatter slike trekk en glidende tetningsanordning utformet ved tetningsområdet 204 og pakningen 208, og en fast flensanordning omfattende et spor 178, flens 180, og pakning 186. Dessuten kan de fluidrettende trekk bli anordnet i en enkelt enhetlig struktur som illustrert på fig. 13, eller kanskje utformet i separate modulære komponenter som sammenmonteres for å danne en enhetlig struktur.

Som illustrert på fig. 13, omfatter fluidpassasjen 64 fortrinnsvis et langstrakt sentralt område 232 og et par utadvinklede deler 234 og 236 utformet inne i de øvre og nedre grensesnittender 238 og 240, av koplingsmodulen 36. Denne foretrukne form av fluidpassasje 64 tillater at de ytre dimensjoner av koplingsmodulen 36 blir holdt innenfor en kompakt innslusning som er nødvendig for å passe inne i brønnhullet 16, mens den dirigerer fluid til interne fluidbaner som definert ved nærliggende skjærmer. Dessuten, mens en enkelt fluidpassasje 64 kan være anordnet i koplingsmodulen 36, er et antall slike passasjer fortrinnsvis radielt atskilt inne i legemet 194 som illustrert på fig. 14. Hver passasje er atskilt med en intern delevveg 242 utformet inne i legemet 194.

I tillegg til fluidpassasje 64, omfatter koplingsmodulen 36 en forsenkning 242 for å motta en kabel 52. Som vil bli forstått av fagfolk i teknikken, siden elektrisk kraft og datasignaler typisk blir overført via en flerleder kabel 52, må elektrisk tilkobling utføres mellom den neddykkbare motor 30 og kraftforsyning og datakontroll og overvåkningsutstyr over jordoverflaten. I den utførelse som er illustrert på fig. 13 og 14, tjener forsenkningen 244 til å motta en terminaldel 246 av kabelen 52, til hvilken en terminalplugg 248 er festet. Kabelen 52 og terminalpluggen 248 er fortrinnsvis av en kjent konstruksjon. Dessuten, i den nå foretrukne utførelse, omfatter koplingsmodulen 36 en elektrisk kontakt 250 som danner et grensesnitt med pluggen 248 for å lede elektrisk kraft til motoren 30.

Kontakten 250 er anordnet i en sokkel 252 som er utstyrt med en perifer tetning 254 for å forsegle ledere som strekker seg fra pluggen 248 og kontakten 250. En passasje 256 er utformet i legemet 194 for å gi rom for lederne (ikke illustrert på fig. 13) for å lede elektrisk kraft til motoren 30 fra kontakten 250.

Som vil bli forstått av fagfolk i teknikken, tjener koplingsmodulen 36 således flere funksjoner med pumpeenheten 12. Spesielt, blir modulen 36 lette overføring av fluid mellom systemkomponentene, spesielt mellom fluidbanene definert ved skjermene 58 og 60.

Dessuten vil modulen 36 gjøre det mulig for komponenten på hver side av den å bli drevet via en kraftoverføringsaksel 198. Endelig tjener koplingsmodulen 36 som et motorhode for å fullføre strømbærende baner mellom en kraftforsyningskabel og en neddykkbar motor inkludert i pumpeenheten 12, uten behov for å gå gjennom en fluids skjerm som strekker seg rundt systemkomponentene.

Skjønt gjennomkjøringsseparatoren som beskrevet ovenfor er spesielt vel egnet for bruk i pumpesystemer som omfatter koplingsmoduler og justerbare skjermer, som det vil bli forstått av fagfolk i teknikken, kan slike separatorene bli brukt i andre systemkonfigurasjoner. Fig. 15-17 illustrerer flere alternative systemkonfigurasjoner som nå er påtenkt. I den konfigurasjon som er illustrert på fig. 15, er en motor 30 kopledd til første og andre pumper 28 og 32, gjennom motorbeskyttere 38 og 40. I tillegg er en gjennomkjøringsseparator 34 av den type som er beskrevet ovenfor plassert mellom motorbeskytteren 40 og pumpen 32. Strømning blir imidlertid dirigert fra separatoren 34 til pumpen 28 via en enkelt langstrakt skjerm 260, som kan omfatte flere rørformede seksjoner sammenføydd med hverandre som beskrevet ovenfor. Skjermen 260 er kryssed av kraftkabelen 52, som er kopledd til motoren 30 på konvensjonell måte. En pakning (ikke vist) er anordnet på det sted hvor kabelen 52 entrer skjermen 260 for å skille produksjonsfluidene som strømmer inne i skjermen fra brønnhullfluider som befinner seg nær systemet 10.

I den videre alternative konfigurasjon som er illustrert på fig. 16, blir fluider som strømmer i brønnhullet 16 isolert fra hverandre ved hjelp av pakninger istedenfor skjermer eller rør, for å definere de ønskede strømningsbaner. Et øvre strømningsområde er således definert mellom separatoren 34 og produksjonspumpen 28 ved å sette en øvre pakning 262 rundt produksjonsrøret 42, og en mellompakning 264 rundt separatoren 34. Når pumpene 28 og 32 så blir drevet av motoren 30, blir brønnhullfluider trukket inn i separatoren 34, og produksjonsfluider blir støtt ut i strømningsområdet over mellompakningen 264. Produksjonsfluidene strømmer så oppover inne i brønnhullet 16, forbi motoren 30 og inn i inntaksåpningene 50 for pumpen 28. Ikke-produksjonsfluider blir ført direkte av separatoren 34 inn i pumpen 32, hvorfra de blir tvunget inn i uttømmingssonen 20, igjen isolert av en nedre pakning 48.

Som beskrevet ovenfor, mens separatoren 34 er spesielt vel egnet for gjennomtrekningssystemkonfigurasjoner hvor brønnhullfluider blir trukket inn i separatoren ved suksjon fra en nedstrøms pumpe, så som pumpen 28, kan separatoren 34 også benyttes i gjennomskivningssystemer, som illustrert på fig. 17. I utførelsen på fig. 17, omfatter pumpesystemet 10 en motor 30 kopledd til en nedre pumpe 32, og til en produksjonspumpe 23 gjennom en gjennomkjøringsseparator 34. Som i de tidligere utførelser, er motorbeskytteren 38 plassert nær motoren for å isolere motoren fra fluider som sirkulerer inne i pumpene. På grunn av den illustrerte anvendelse på fig. 17, ligger imidlertid produksjonssonen 18 fysisk nedenfor utløpssonen 20, for å isolere et område 270 av brønnhullet 16 nær utløpssonen 20. Kraftforsyningskabelen 52 blir ført gjennom disse pakninger på en måte som er kjent i

teknikken. Mekanisk kraft blir overført gjennom separatorene 34 for å drive begge pumper 32 og 28. I drift blir brønnhullfluider som entrer gjennom perforeringer 24 trukket inn i pumpen 32 gjennom inntaksåpninger 272, og blir tvunget gjennom separatorene 34. Ikke-produksjonsfluider kommer ut av separatorene 34 og blir tvunget direkte inn i sonen 20, mens produksjonsfluider blir overført til pumpen 28 via interne fluidpassasjer som beskrevet ovenfor. Pumpen 28 overfører så produksjonsfluidene til et sted over jordoverflaten, gjennom produksjonsrøret 42.

Patentkrav

5 1. Separator (34) for bruk i et pumpesystem (10) omfattende en pumpe (32) og en drivmotor (30) drivmessig koplet til pumpen (32), hvor pumpesystemet (10) kan plasseres i et brønnhull (16) for å pumpe produksjonsfluider fra brønnhullet (16) og for å avhende ikke-produksjonsfluider, **karakterisert ved** at den omfatter:

et hus (66), hvor huset kan plasseres mellom pumpen (32) og motoren (30),

10 minst en separatorseksjon inne i huset, hvor separatorseksjonen omfatter en hydrosyklonseparator (78) utformet til å motta brønnvæsker og å separere brønnvæsker til produksjonsvæske og ikke-produksjonsvæske, og

en kraftdrivoverføring (94) som krysser huset (66), hvor kraftdrivoverføringen (94) drivmessig kopler pumpen (32) til motoren (30), hvor drivoverføringen omfatter en aksel (94) som strekker seg gjennom i det minste en del av huset (66), hvor akselen (94) er operativ til å overføre dreiemoment fra motoren (30) til pumpen (32).

2. Separator ifølge krav 1, **karakterisert ved** at den videre omfatter et lager (96, 98) plassert i huset (66) for å støtte akselen i rotasjon inne i huset (66).

3. Separator ifølge krav 1, **karakterisert ved** at huset (66) har en sentral akse og at akselen (94) er plassert parallelt med og forskjøvet fra den sentrale akse.

4. Separator ifølge krav 1, **karakterisert ved** at huset (66) har en sentral akse og at akselen (94) er plassert koaksialt med huset (66).

5. Separator ifølge krav 1, **karakterisert ved** at den videre omfatter et antall lagre (96, 98) plassert inne i huset (66) for å støtte drivoverføringen i rotasjon.

25 6. Separator ifølge krav 1, **karakterisert ved** at separatorseksjonen omfatter et antall hydrosyklonseparatorseksjoner (78).

7. Brønnfluidseparatorsystem (10) for å separere produksjonsfluider fra ikke-produksjonsfluider i et brønnhull (16), **karakterisert ved** at det omfatter:

en pumpe (28) for å pumpe produksjonsfluidene,

30 en fluidledning (42) koplet til pumpen (28) for å overføre en produksjonsvæske fra pumpen (28) til jordens overflate,

en motor (30) som er drivmessig koplet til pumpen (28) for å drive pumpen (28),

en separator (34) plassert mellom pumpen (28) og motoren (30), hvor separatorens (34) omfatter et hus (66) og minst en hydrosyklonseparator (78) plassert i huset (66) for å motta brønnvæsker og separere brønnvæskene til en produksjonsvæske og ikke-produksjonsvæske, og

15 en kraftdrivoverføring for å overføre dreiemoment fra motoren (30) til pumpen (28), hvor drivoverføringen i det minste delvis er plassert inne i separatorens (34) og omfatter en aksel (94) som strekker seg gjennom i det minste en del av separatorhuset (66).

8. Fluidseparatorsystem ifølge krav 7, **karakterisert ved** at separatorhuset (66) har en sentral akse, og hvor akselen (94) er plassert i det vesentlige langs den sentrale akse.

9. Fluidseparatorsystem ifølge krav 7, **karakterisert ved** at det videre omfatter en injeksjonspumpe (32) som er operativt koplet til motoren (30), hvor injeksjonspumpen (32) leverer brønnvæsker til separatorene (34).

10. Fluidseparatorsystem ifølge krav 9, **karakterisert ved** at injeksjonspumpen (32) er operativt koplet til motoren (30) via drivoverføringen.

11. Fluidseparatorsystem for å separere brønnfluid til produksjonsfluider og ikke-produksjonsfluider, omfattende:

10 en neddykkbar motor (30),

en separator (34) for å motta brønnfluidet og for å separere brønnfluidet til produksjons- og ikke-produksjonsfluider,

en første pumpe (32) som er operativt koplet til motoren (30) for å sirkulere brønnfluid gjennom separatorene (34), og

15 en annen pumpe (28) som er operativt koplet til motoren for å pumpe produksjonsfluid fra separatorene (34) til jordens overflate, **karakterisert ved at**

separatorene (34) er plassert mellom motoren (30) og i det minste den første eller den andre pumpe (32, 28), og omfatter et hus (66), minst en hydroyklonseparator (78) plassert inne i huset (66), og en drivoverføring som krysser separatorhuset (66) for overføring av mekanisk kraft fra motoren (30), hvor drivoverføringen er plassert med tverrgående mellomrom i avstand fra hydroyklonseparatoren (78).

12. System ifølge krav 11, **karakterisert ved** at separatorene (34) er plassert mellom den første og den andre pumpe (32, 38).

13. System ifølge krav 11, **karakterisert ved** at den første pumpe (32) er operativt koplet til motoren (30) av drivoverføringen.

14. System ifølge krav 13, **karakterisert ved** at separatorene (34) omfatter minst et lager (96, 98) som er plassert i huset (66) for å støtte drivoverføringen i rotasjon.

15. System ifølge krav 13, **karakterisert ved** at den første pumpe (32) er nært koplet til separatorene (34) og sirkulerer brønnfluid gjennom separatorene (34) i en gjennomtrekningskonfigurasjon.

16. System ifølge krav 13, **karakterisert ved** at huset (66) har en sentral akse og at drivoverføringen omfatter en aksel (94) som er plassert i det vesentlige koaksialt langs den sentrale akse.

17. Fremgangsmåte for å separere brønnfluid til produksjons- og ikke-produksjonsfluider, omfattende følgende trinn:

(a) å montere et pumpesystem (10), hvor pumpesystemet omfatter en modulær separatorenehet (34), første og andre pumper (32, 28), og en drivmotor (30) operativt koplet til de første og andre pumper (32, 28), hvor den modulære separatorenehet (34) er plassert mellom drivmotoren (30) og enten den første eller den andre pumpe (32, 28);

(b) å plassere pumpesystemet (10) i brønnfluidet;

(c) å tilføre kraft til motoren (30) for å drive de første og andre pumper (32, 28), hvor den første pumpe (32) sirkulerer brønnfluid gjennom den modulære separatorenhet, den andre pumpe (28) mottar produksjonsfluid fra separatorenhet (34) og overfører produksjonsfluid til jordens overflate, **karakterisert ved:**

(d) å overføre mekanisk kraft fra drivmotoren (30) gjennom den modulære separatorenhet (34) ved hjelp av en gjennomgående drivaksel (94) for å drive minst en av den første og andre pumpe (32, 28), hvor den gjennomgående drivaksel (94) er plassert med tverrgående mellomrom i avstand fra en eller flere separerende komponenter (78) plassert inne i den modulære separatorenhet (34).

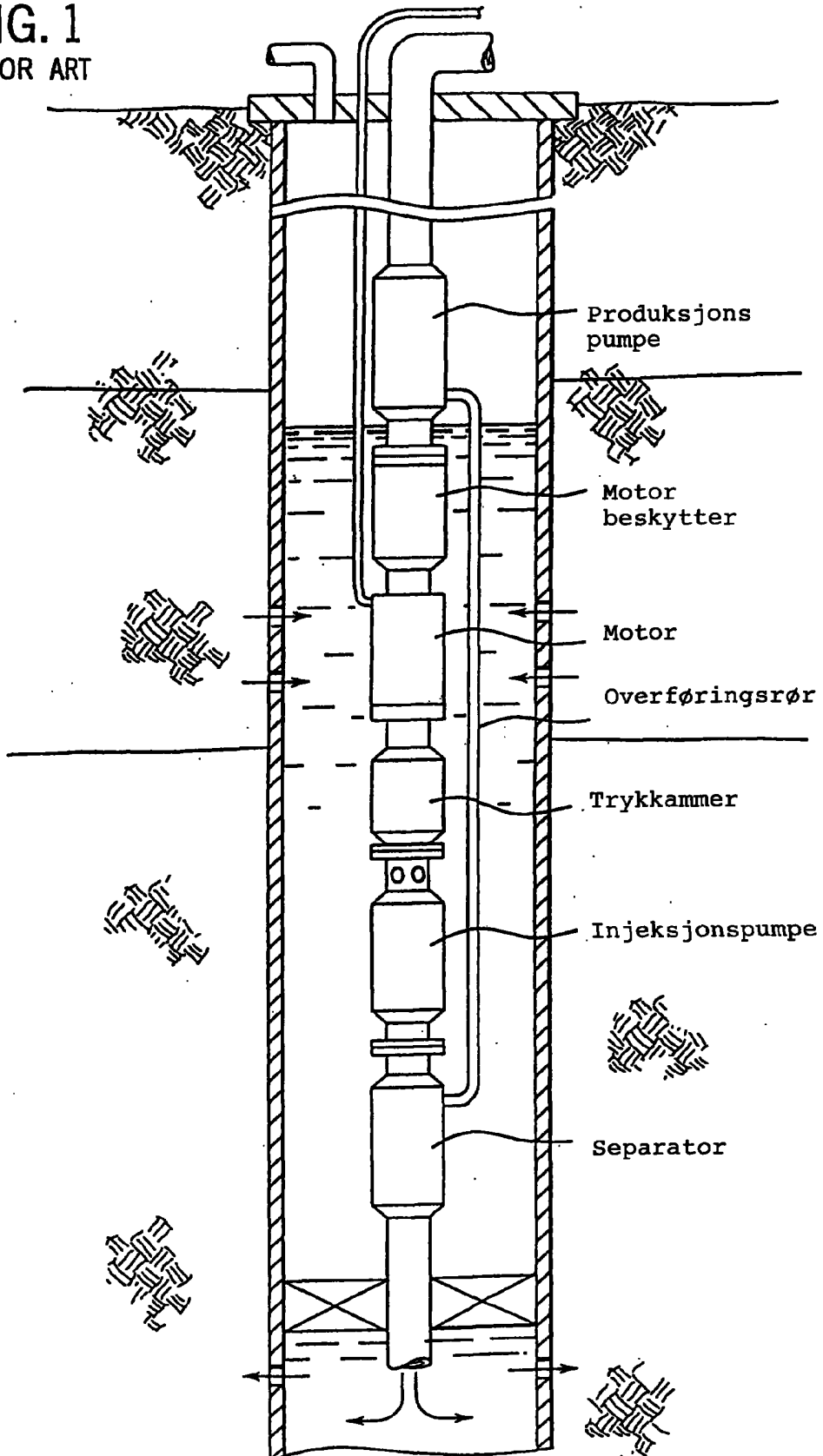
18. Fremgangsmåte ifølge krav 17, **karakterisert ved** at i trinn (a) er de første og andre pumper (32, 28) koplet nær hverandre i pumpesystemet (10), og den modulære separatorenhet (34) er plassert mellom drivmotoren (30) og den første pumpe (32).

19. Fremgangsmåte ifølge krav 17, **karakterisert ved** at den omfatter det trinn å sette i det minste en pakning (48) inn i brønnhullet (16) for å isolere i det minste en del av pumpesystemet (10) inne i brønnhullet (16).

20. Fremgangsmåte ifølge krav 17, **karakterisert ved** at den omfatter det videre trinn å injisere ikke-produksjonsfluid i en underjordisk avhendingssone nær brønnhullet (16).

21. Fremgangsmåte ifølge krav 20, **karakterisert ved** at ikke-produksjonsfluidet blir injisert i avhendingssonen direkte fra den modulære separatorenhet (34).

FIG. 1  
PRIOR ART





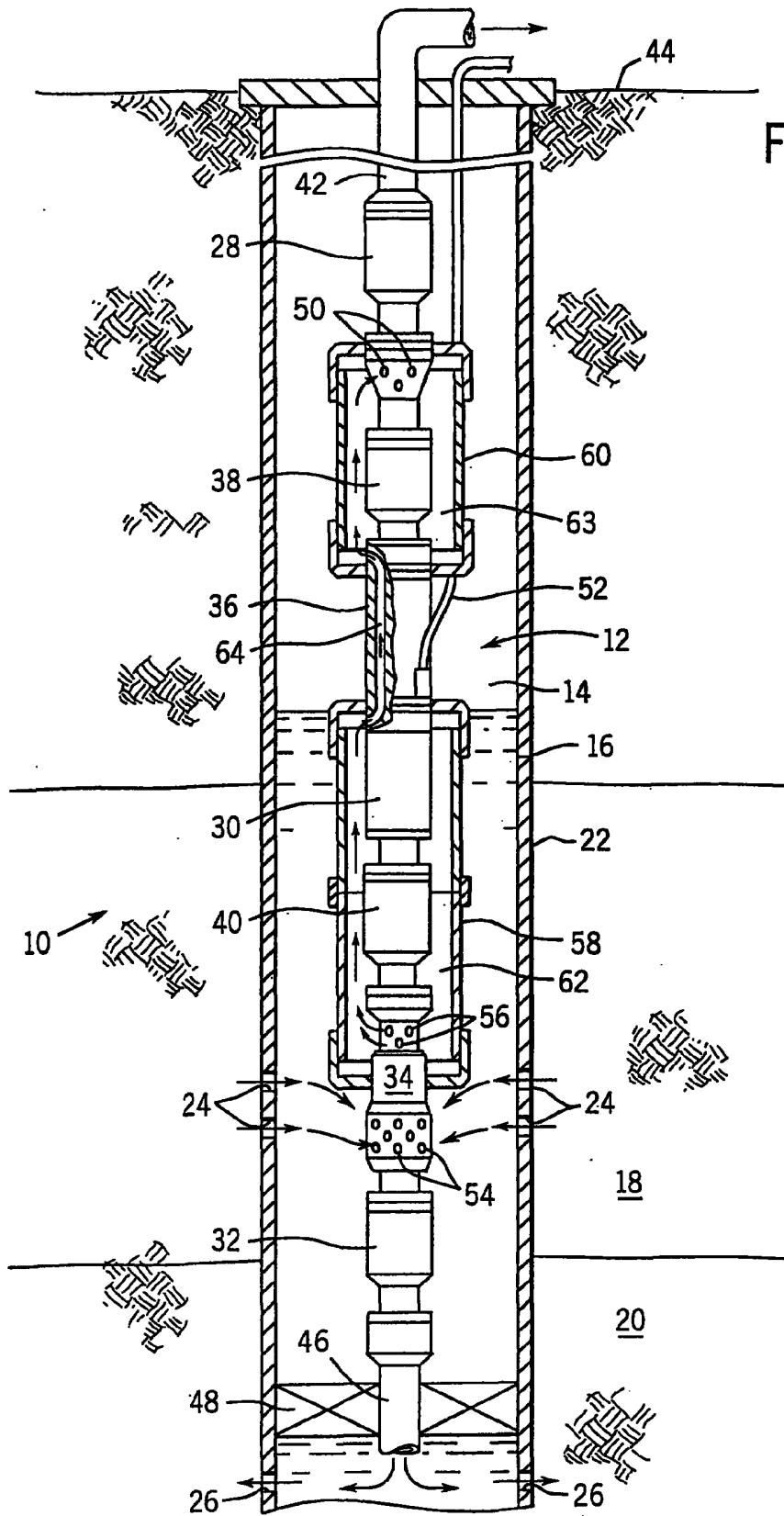


FIG. 2

FIG. 3

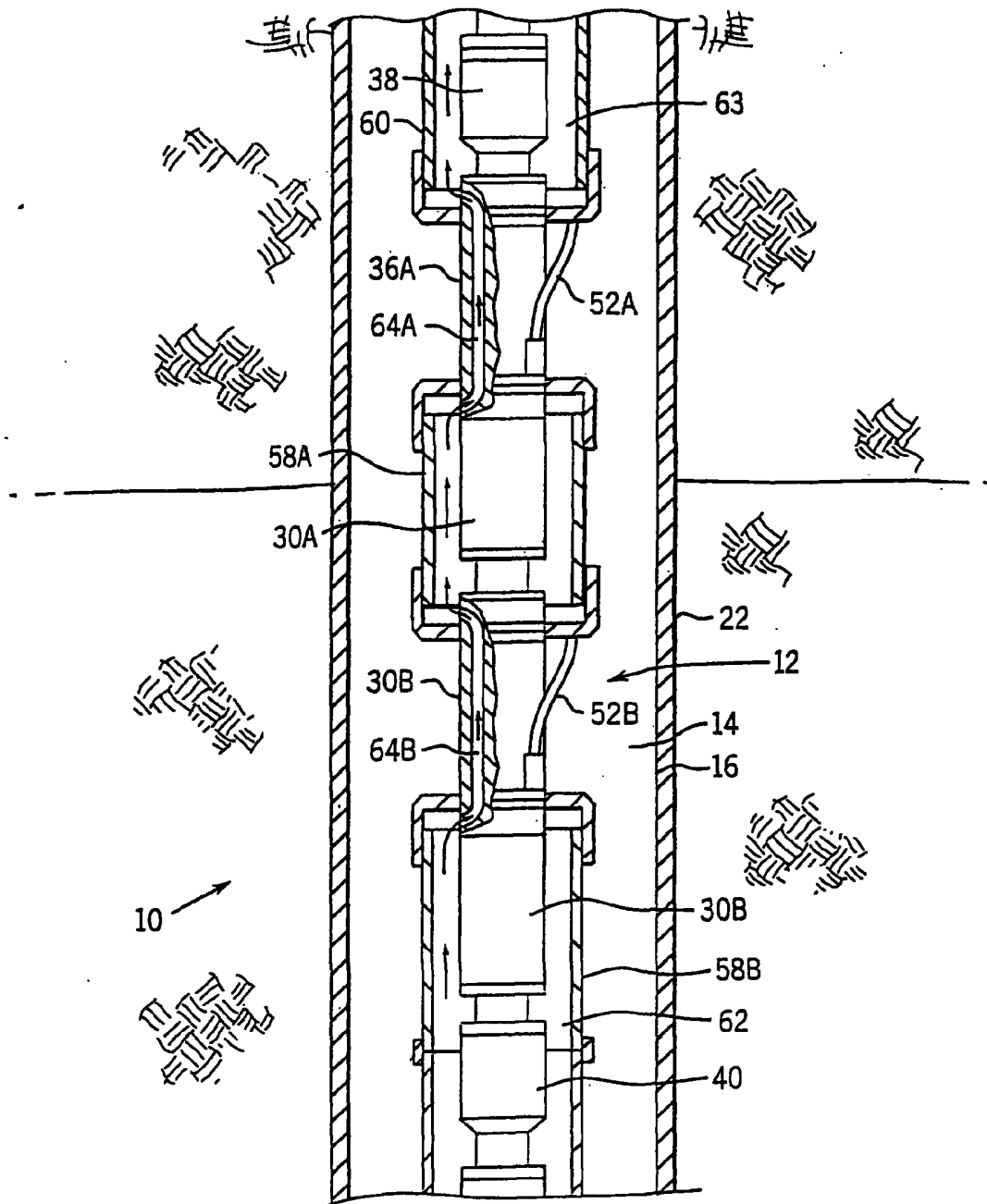


FIG. 4

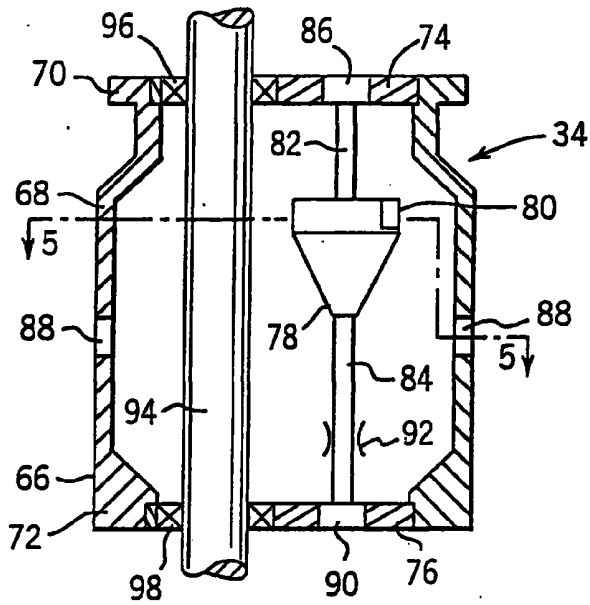


FIG. 5

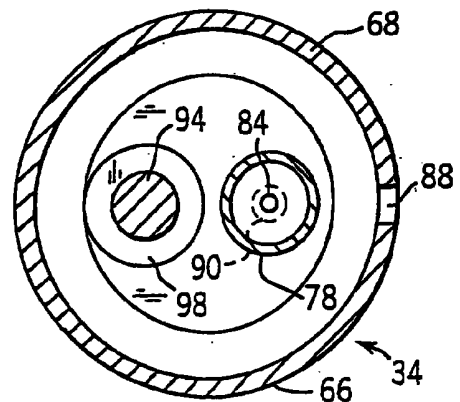


FIG. 6

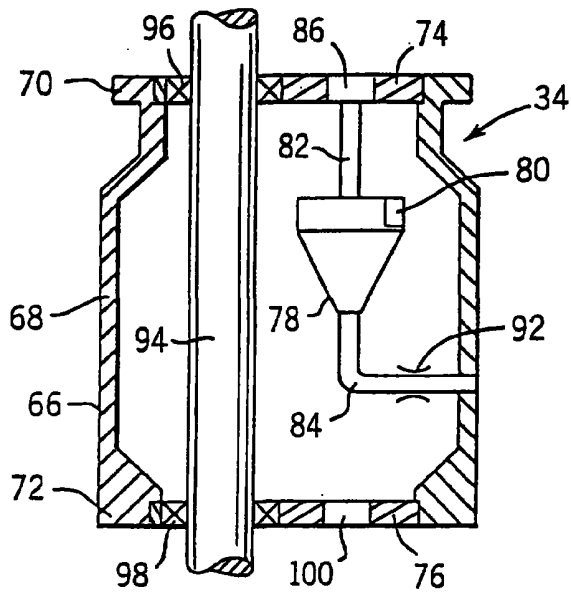


FIG. 7

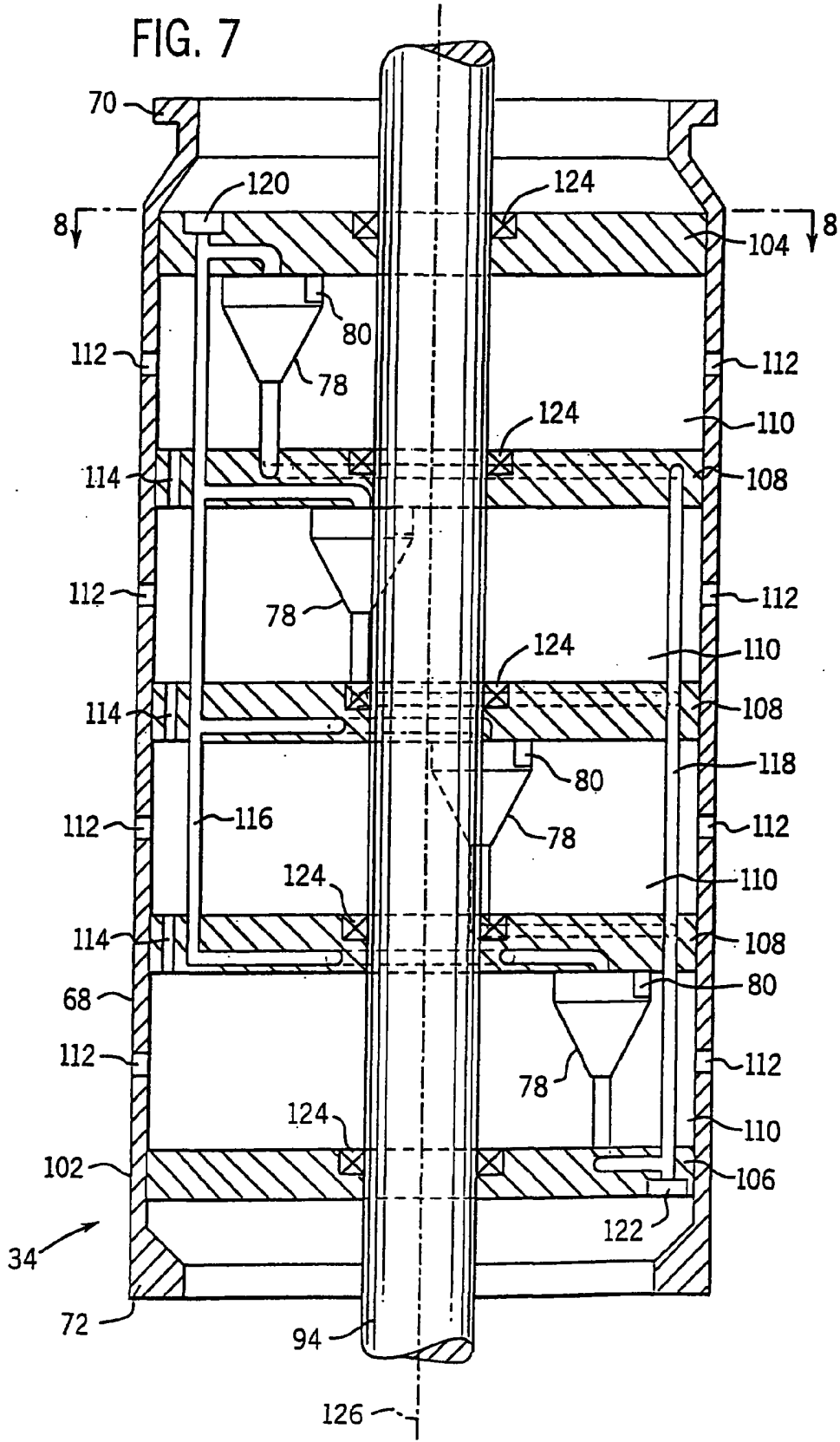


FIG. 8

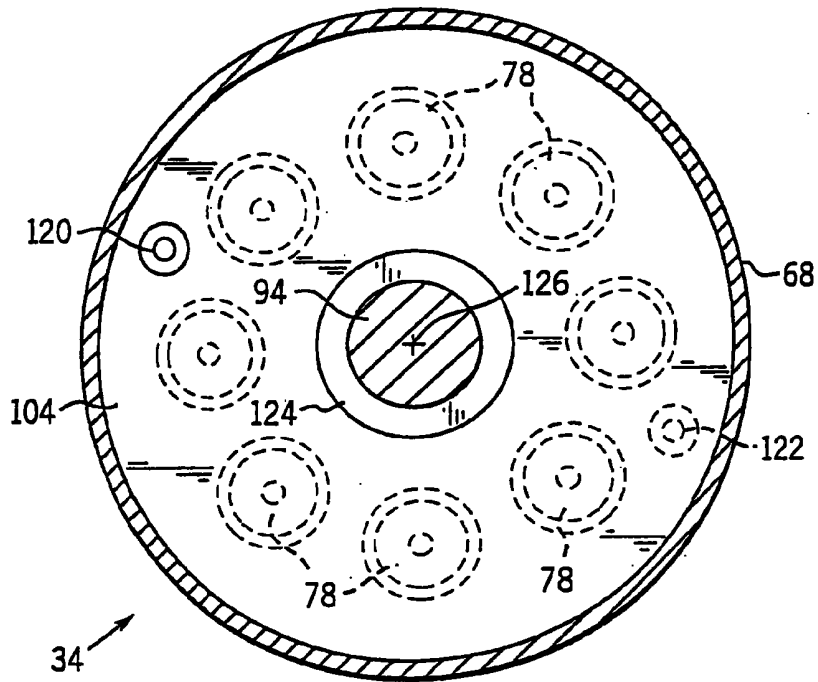


FIG. 9

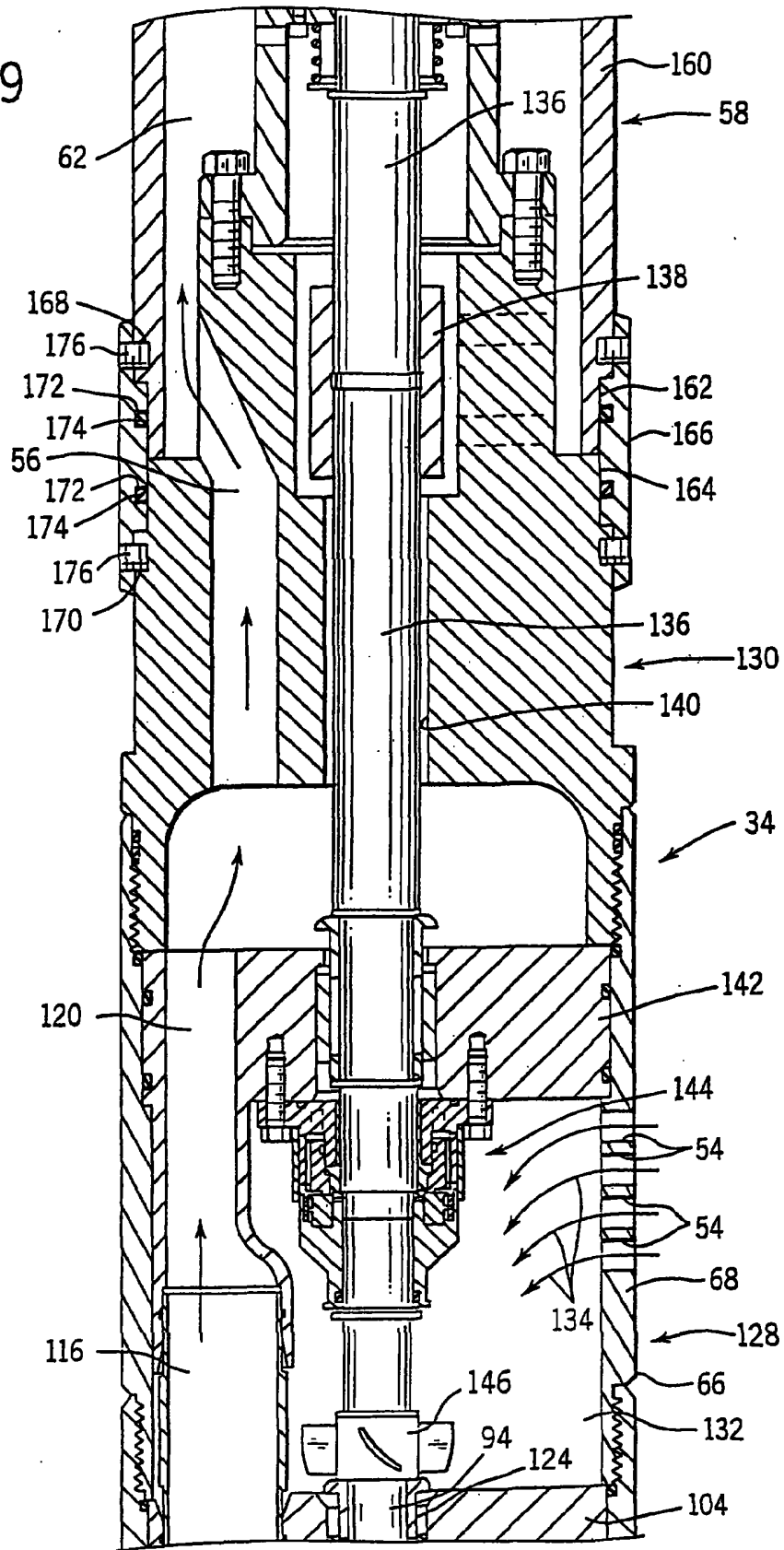


FIG. 10

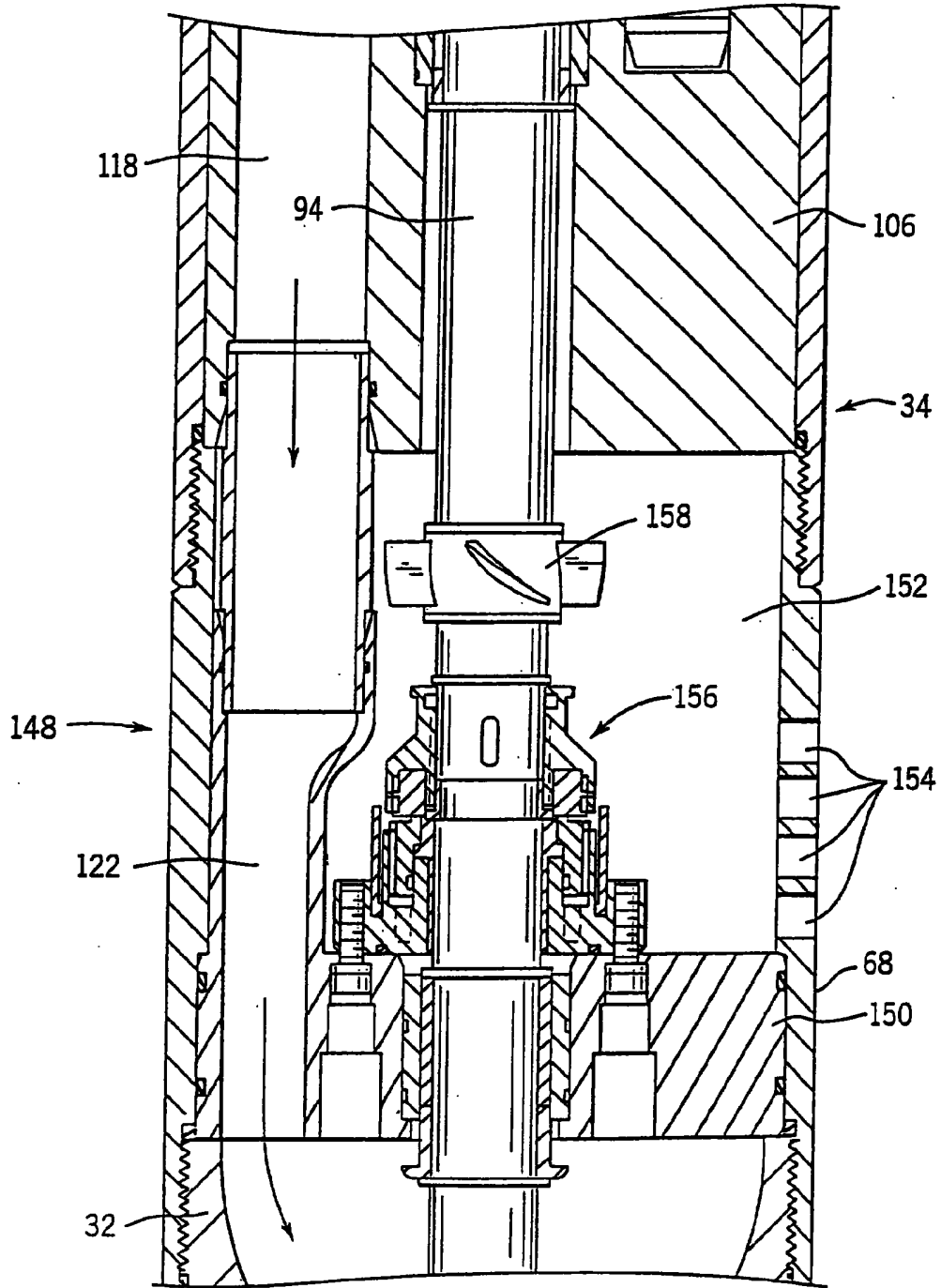


FIG. 11

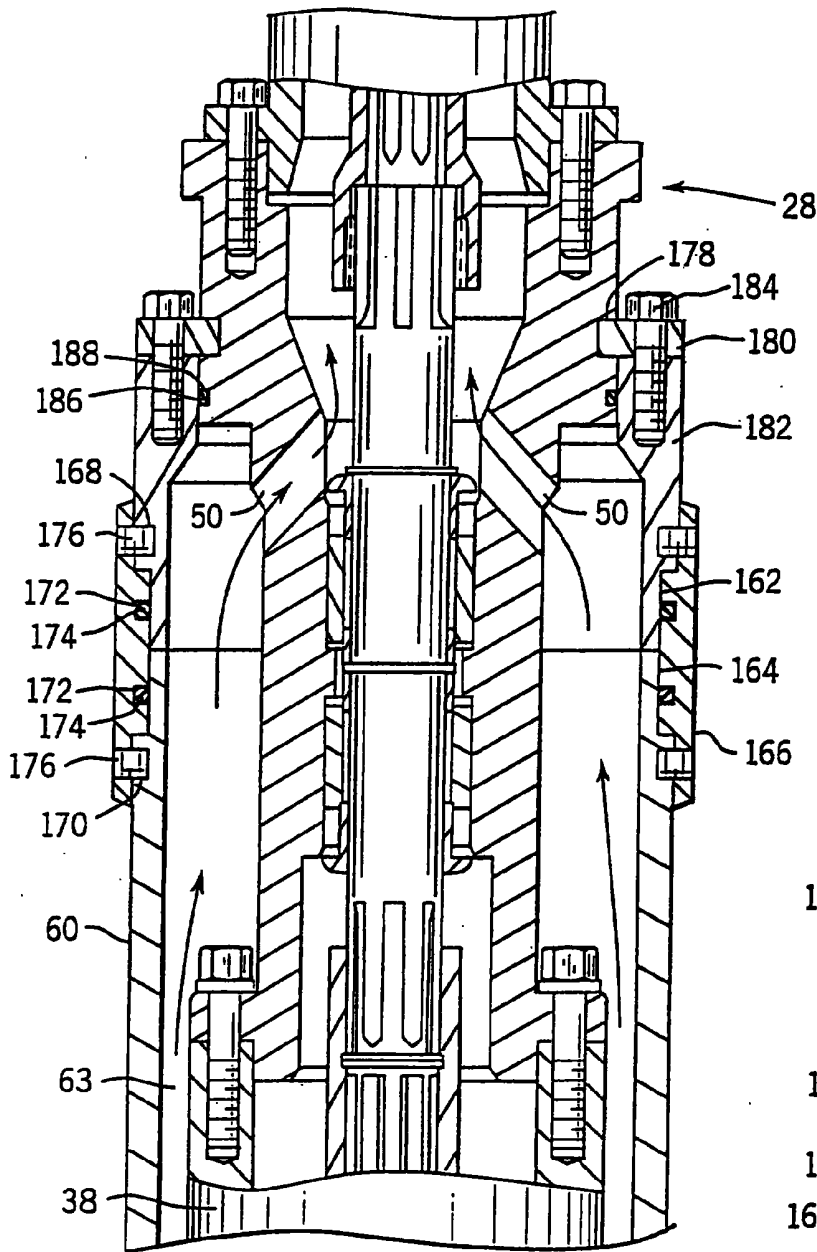


FIG. 12

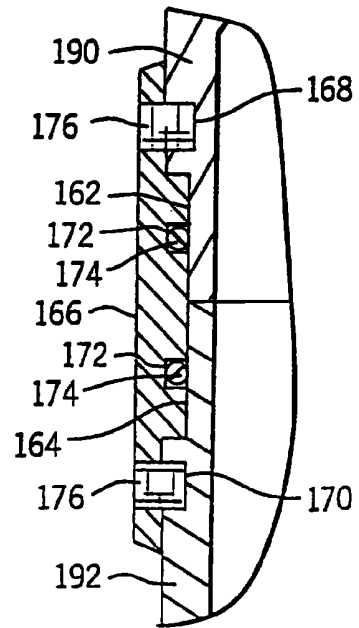




FIG. 13

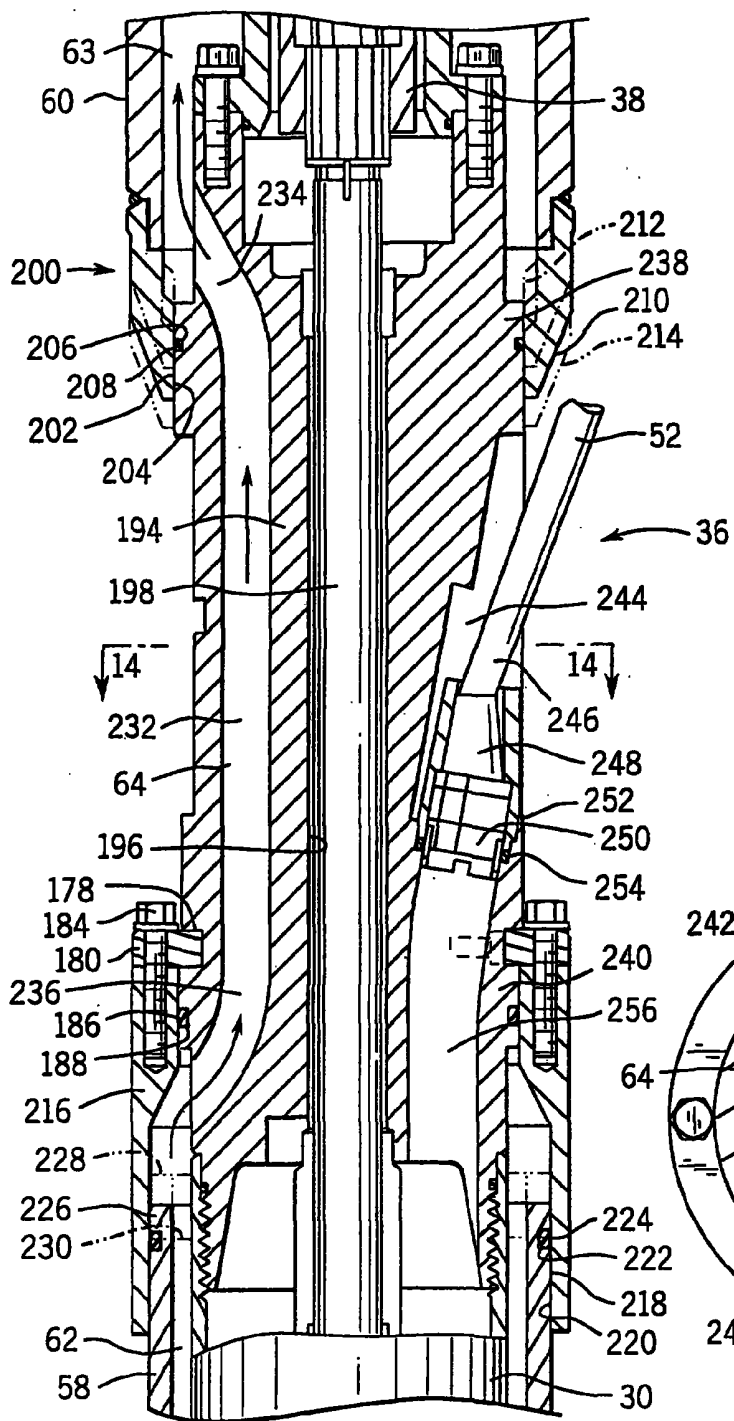


FIG. 14

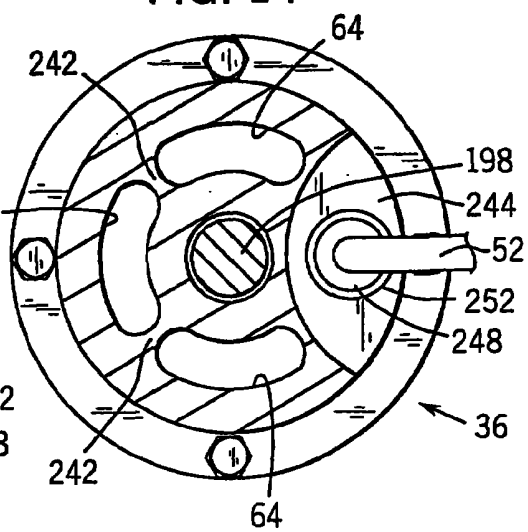




FIG. 16

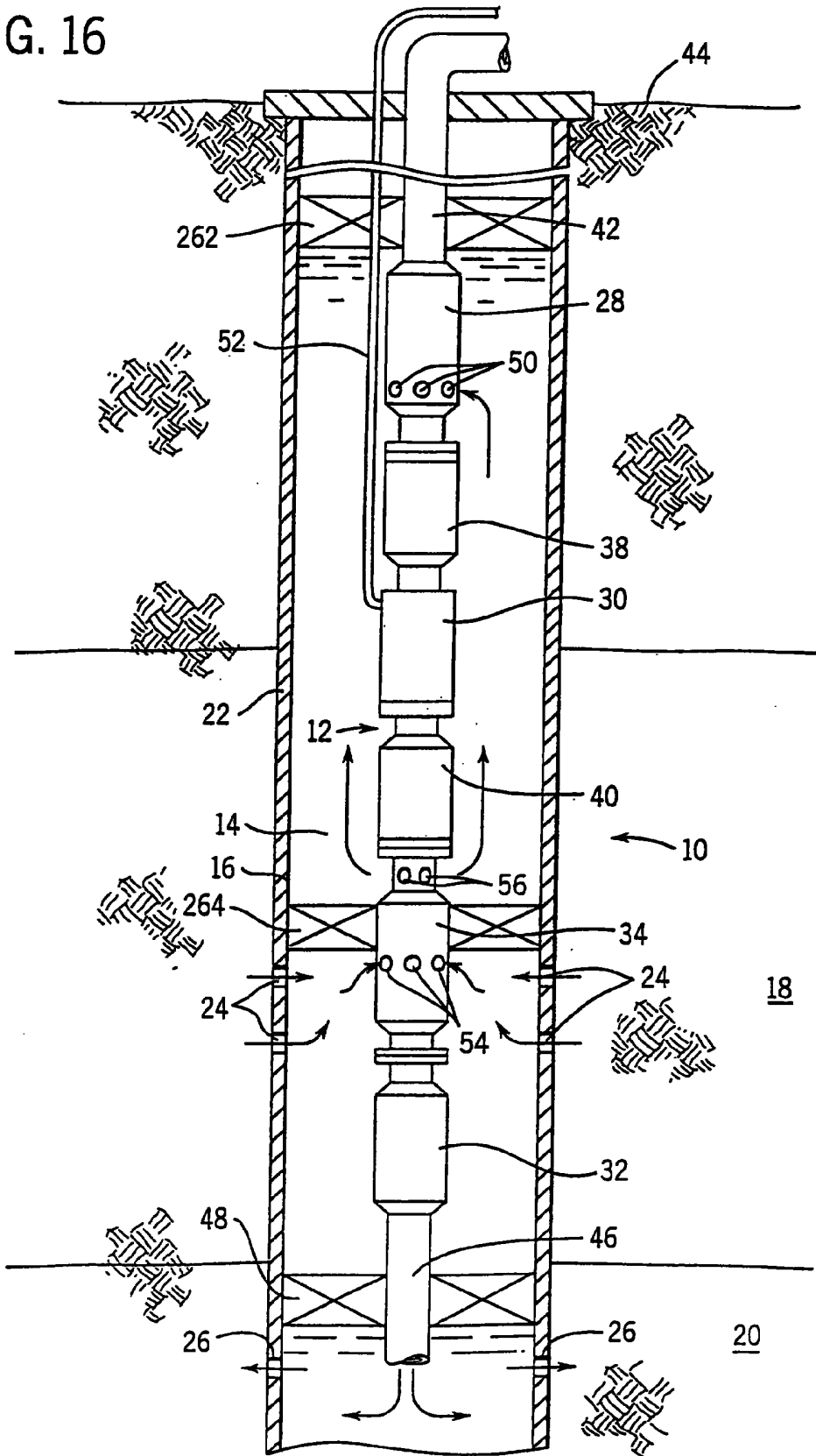


FIG. 17

