



(12) PATENT

(19) NO

(11) 339106

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

E21B 43/16 (2006.01)

E21B 43/12 (2006.01)

E21B 34/08 (2006.01)

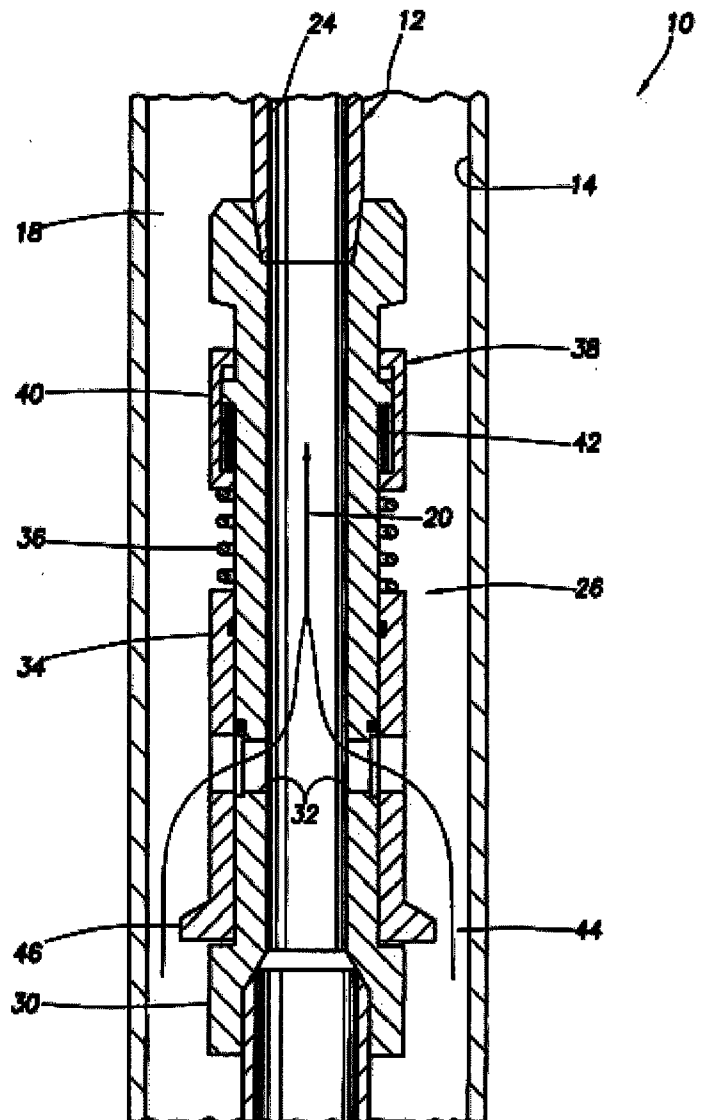
E21B 34/00 (2006.01)

Patentstyret

| | | | | | |
|------|------------|--|------|---------------------------|---------------------------------|
| (21) | Søknadsnr | 20074451 | (86) | Int.inng.dag og søknadsnr | 2005.02.08 PCT/US2005/003928 |
| (22) | Inng.dag | 2007.08.31 | (85) | Videreføringsdag | 2007.08.31 |
| (24) | Løpedag | 2005.02.08 | (30) | Prioritet | 2005.02.08, WO, PCT/US05/003928 |
| (41) | Alm.tilgj | 2007.08.31 | | | |
| (45) | Meddelt | 2016.11.14 | | | |
| (73) | Innehaver | Welldynamics Inc, 445 Woodline Drive, US-TX77386 SPRING, USA | | | |
| (72) | Oppfinner | Timothy R Tips, 4002 Juniper Lane, US-TX77389 SPRING, USA | | | |
| (74) | Fullmektig | Zacco Norway AS, Postboks 2003 Vika, 0125 OSLO, Norge | | | |

| | | |
|------|-----------------------|---|
| (54) | Benevnelse | Strømningsregulator for bruk i en undergrunnsbrønn |
| (56) | Anførte publikasjoner | US 6786285 B2 US 4858644 A |
| (57) | Sammendrag | |

Det er tilveiebrakt en strømningsregulator for bruk i en undergrunnsbrønn. Et brønnstrømningsreguleringssystem (10) inkluderer en strømningsregulator (26) for regulering av en strømningsrate for et fluid (20) i et brønnhull (14), hvilken strømningsrate forblir i det vesentlige konstant mens et differansetrykk over strømningsregulatoren (26) varierer. Strømningsregulatoren (26) er justerbar mens den er anordnet i brønnhullet (14) for å endre strømningsraten. Et annet brønnstrømningsreguleringssystem (10) inkluderer en strømningsregulator (26) for bibeholdelse av en ønsket fluidstrømningsrate mellom et ringrom og en indre passasje av en rørstreng. Strømningsregulatoren (26) inkluderer en lukkeinnretning (34), en forspenningsinnretning (36) som påfører en forspenningskraft på lukkeinnretningen (34), og en strømningsbegrensning (44) som samvirker for å påføre en begrensingskraft på lukkeinnretningen (34). Forspenningskraften og/eller begrensingskraften er justerbar ned i hullet for å endre strømningsraten.



Den foreliggende oppfinnelse vedrører generelt benyttet utstyr og service/vedlikehold utført i forbindelse med en undergrunnsbrønn og, i en heri beskrevet utførelsesform, tilveiebringes mer spesifikt enn strømningsregulator for bruk i en brønn.

5 Det er fordelaktig å være i stand til å regulere en fluidstrømningsrate ut av, eller inn i, en formasjon eller sone krysset av et brønnhull. Nedihulls strupere er blitt utviklet tidligere for å muliggjøre regulering av produksjons- og/eller injeksjonsstrømningsrater. Imidlertid trengs det forbedringer for å ta hensyn til visse situasjoner som påpresses i nedihullsmiljøet.

10

For eksempel er en typisk nedihullsstruper (choke) konfigurert i overflaten for å tillate en viss strømningsrate når en viss trykkdifferanse for et visst tetthetsfluid blir påført over struperen. Struperen blir da installert i brønnen. Hvis tilstandene endres (slik som økt vannproduksjon, redusert reservoartrykke etc.), og det er ønskelig å endre
15 struperinnstillingene, må struperen bli trukket ut av brønnen, rekonfigurert og så installert i brønnen på en kostbar og tidkrevende måte.

Hvis tilstandene igjen endres må prosessen bli gjentatt igjen. Spesielt hvis trykkdifferansen over struperen endres, endres også strømningsraten gjennom
20 struperen.

En annen type nedihulls struper kan bli justert fra overflaten ved bruk av hydrauliske styringsledninger. Uheldigvis kan struperen fremdeles ikke respondere på de ulike nedihullstilstander (slik som endrende trykkdifferanser) for å bibeholde en i det
25 vesentlige konstant strømningsrate.

Derfor kan det sees at forbedringer trengs i nedihulls strømningsreguleringssystemer. Det er et formål med den foreliggende oppfinnelse å tilveiebringe slike forbedringer.

30 Ved utføring av prinsippene i henhold til den foreliggende oppfinnelse er et strømningsreguleringssystem tilveiebrakt som løser ett eller flere problemer innen området. Et eksempel er beskrevet nedenfor, i hvilket en strømningsregulator tillater en ønsket

strømningsrate over et bredt spekter av trykkdifferanser, og strømningsrate er justerbar nedihulls. Et annet eksempel er beskrevet nedenfor, i hvilket en strømningsregulator automatisk responderer på endrende nedihullstilstander ved å endre en strømningsrate gjennom strømningsregulatoren.

- 5 US 6786285 B2 beskriver en metode for å styre fluidproduksjon i en brønn. Teknikken benytter et strømningsrør idet indreinteriør er i hydraulisk kommunikasjon med jordoverflaten. Et antall strømningskontrollventiler er anordnet langs lengden av strømningsrøret. Strømningskontrollventiler er brukt for å regulere strømmingen langs intervaller av strømningsrøret.
- 10 US 4858644 A omhandler en fluidstrømningsregulator, hvor fluidstrømmen begrenses to ganger, først gjennom en fast åpning i et glidbart stempel, og deretter gjennom en variabel strømningsbegrenser.

- I ett aspekt av oppfinnelsen er et brønnstrømningsreguleringssystem tilveiebrakt som inkluderer en strømningsregulator for regulering av en strømningsrate for et fluid i et
- 15 brønnhull. Strømningsraten forblir i det vesentlige konstant mens en trykkdifferanse over strømningsregulatoren varierer. Strømningsregulatoren er selektivt justerbar mens den er anordnet inne i brønnhullet, hvilken strømningsregulatoren omfatter midler for å tilveiebringe minst én av en selektivt regulerbar forspenningskraft og en justerbar begrensingskraft, idet justering av strømningsregulatoren for dermed bevirker
- 20 strømningsraten til å forbli i det vesentlige konstant ved en annen verdi ulik fra den første verdien.

- Disse og andre trekk, fordeler og formål med den foreliggende oppfinnelse vil fremgå for fagmannen innen området etter en gjennomgang av den detaljerte beskrivelse av
- 25 representative utførelsesformer av oppfinnelsen gitt nedenfor og av de medfølgende tegninger.

Figur 1 er et skjematisk delsnittriss av et brønnstrømningsreguleringssystem i henhold til den foreliggende oppfinnelse;

Figur 2 er et skjematisk snittriss i forstørret målestokk av systemet i figur 1, som viser ytterligere detaljer ved en strømningsregulator i systemet;

Figur 3 er et skjematisksnittriss av systemet i figur 1 som vier en alternativ konstruksjon av strømningsregulatoren;

Figur 4 er et skjematisk snittriss av systemet i figur 1, som viser en annen alternativ konstruksjon av strømningsregulatoren;

Figur 5 er et skjematisk snittriss i forstørret målestokk av en alternativ konfigurasjon av en lukkeinnretning hos strømningsregulatoren;

Figur 6 er et skjematisk snittriss av en annen alternativ konfigurasjon av lukkeinnretningen;

Figur 7 er et skjematisk snittriss av en ytterligere alternativ konfigurasjon av lukkeinnretningen; og

Figur 8 er et skjematisk snittriss av enda en alternativ konstruksjon av strømningsregulatoren som kan benyttes i systemet i figur 1.

I figur 1 er det representativt vist en brønnstrømningsregulering 10 som i henhold til den foreliggende oppfinnelse. I den etterfølgende beskrivelse av systemet 10 og andre anordninger og fremgangsmåter beskrevet heri, blir retningsbetegnelser, slik som "over", "under", "øvre", "nedre" etc., benyttet for enkelhets skyld ved henvisning til de medfølgende tegninger. I tillegg skal det forstås at de ulike utførelsesformer av den foreliggende oppfinnelse beskrevet heri kan benyttes i ulike orienteringer, slik som på skrå, opp ned, horisontalt, vertikalt etc., og i ulike konfigurasjoner uten å fravike fra prinsippene ved den foreliggende oppfinnelse. Utførelsesformene er bare beskrevet som eksempler på nyttige anvendelser av prinsippene i henhold til oppfinnelsen, som ikke på noen som helst måte er begrenset til de spesifikke detaljer ved disse utførelsesformer.

Som vist i figur 1 har en rørstreng 12 blitt installert i et brønnhull 14. En pakning 16 tetter av ringrommet 18 dannet radielt mellom rørstrengen 12 og brønnhullet 14. Fluid (representert med piler 20) blir således tvunget til å strømme fra en formasjon eller sone 22 krysset av brønnhullet 14 og inn i en indre passasje 24 i rørstrengen 12 via en strømningsregulator 26 tilknyttet rørstrengen.

Selv om systemet 10 er beskrevet som å bli benyttet for å produsere fluidet 20 fra sonen 22, skal det klart forstås at det ikke er nødvendig for fluidet å bli produsert for å holde seg til prinsippene ved oppfinnelsen. Fluidet 20 kunne i stedet bli injisert, eller fluidet 20 kunne bli overført fra en sone til en annen via brønnhullet 14 etc. Den spesielle strømningsretning eller bestemmelsesstedet for fluidet 20 kan således endres uten å fravike fra prinsippene ved oppfinnelsen.

I ett viktig trekk ved systemet 10 bibeholder strømningsregulatoren 26 en viss strømningsrate av fluidet 20 fra ringrommet 18 inn i passasjen 24 over et bredt spekter av trykkdifferanser. I et annet viktig trekk ved systemet 10 kan strømningsregulatoren 26 bli justert nedi hullet for å endre strømningsraten for fluidet 20, for eksempel ved å benytte trykket påført via en eller flere ledninger 28 som strekker seg til et fjernt sted (slik som jordoverflaten eller annen plassering i brønnen). I nok et viktig trekk ved systemet 10 kan strømningsregulatoren 26 i visse konfigurasjoner bli justert automatisk og intelligent som respons på endrende nedihullstilstander.

Ved nå i tillegg å henvise til figur 2 er et forstørret snittriss av systemet 10 representativt vist. I figur 2 er det vist en mulig konfigurasjon av strømningsregulatoren 26. Bemerk at strømningsregulatoren 26 inkluderer et generelt rørformet hus 30 med åpninger 32 dannet gjennom sin sidevegg for å tillate fluidet 20 å strømme mellom ringrommet 18 og passasjen 24.

En lukkeinnretning 34 blir benyttet for selektivt å stenge av eller åpne opp åpningene 32 for dermed å regulere strømningsraten for fluidet 20 gjennom åpningene. Som vist i figur 2 er åpningene 32 fullstendig åpne, men oppover forskyvning av lukkeinnretningen 34 vil progressivt stenge av åpningene og dermed redusere strømningsraten for

fluidet 20 gjennom åpningene. Selv om lukkeinnretningen 34 er vist i figur 2 som å være anordnet utenfor huset 30, kan den være annerledes posisjonert (slik som inne i huset, innenfor husets sidevegg etc.) innenfor prinsippene for oppfinnelsen.

- 5 En forspenningsinnretning 36 (slik som en fjær, en gassladning eller annen type forspenningsinnretning) blir benyttet for fleksibelt å påføre en nedoverrettet forspenningskraft til lukkeinnretningen 34. Forspenningsinnretningen 36 forspenner således lukkeinnretningen 34 mot sin posisjon, i hvilken åpningene 32 er fullstendig åpne.
- 10 En aktuator 38 blir benyttet for å variere forspenningskraften påført lukkeinnretningen 34 av forspenningsinnretningen 36. Aktuatoren 38 inkluderer en hylse 40 resiprokerbart montert på huset 30, og en temperaturresponderende formminnemateriale 42. Materialet 42 er anordnet mellom skuldre dannet på hylsen 40 og huset 30, slik at hylsen blir forskjøvet nedover når materialet er i sin langstrakte tilstand (som vist i figur 2), og hylsen
- 15 kan bli forskjøvet oppover når materialet er i sin sammentrukne tilstand.

Når hylsen 40 er i sin nedover forskjøvne posisjon (som vist i figur 2), blir en økt forspenningskraft påført lukkeinnretningen 34 av forspenningsinnretningen 36 fordi forspenningsinnretningen blir ytterligere komprimert mellom hylsen og lukkeinnretningen. Når hylsen 40 er i sin oppover forskjøvne posisjon blir en redusert forspenningskraft påført lukkeinnretningen 34 av forspenningsinnretningen 36 fordi forspenningsinnretningen blir mindre komprimert mellom hylsen og lukkeinnretningen.

20

Formminnematerialet 42 skifter mellom sine langstrakte og sammentrukne tilstander som respons på temperaturendringer i brønnhullet 14. For eksempel kan materialet 42 skifte form som respons på en endring i temperaturen til fluidet 20 som strømmer gjennom passasjen 24 (f.eks. grunnet økt vann- eller gassproduksjon). Denne formendringen til materialet 42 kan bli benyttet til å endre strømningsraten til fluidet 20 som strømmer inn i åpningene 32 ved å endre forspenningskraften påført lukkeinnretningen

25

30 34 av forspenningsinnretningen 36, som beskrevet mer detaljert nedenfor.

En strømningsbegrensning 44 er dannet i ringrommet 18 grunnet et utover ragende ringformet fremspring 46 på en nedre ende av lukkeinnretningen 34. Strømning av fluidet 20 gjennom begrensningen 44 skaper en trykkdifferanse over fremspringet 46 (f.eks. grunnet Bernoulli-prinsippet eller venturi-effekten), som dermed påfører en oppoverrettet kraft på lukkeinnretningen 34.

Hvis den oppoverrettede kraften påført lukkeinnretningen 34 grunnet strømningsbegrensningen 44 overskrider den nedoverrettede forspenningskraften påført lukkeinnretningen av forspenningsinnretningen 36, vil lukkeinnretningen forskyves oppover og dermed redusere strømningsraten for fluidet 20 gjennom åpningene 32. Denne reduserte strømningsraten vil redusere trykkdifferansen over fremspringet 46, og dermed redusere den oppoverrettede kraften påført lukkeinnretningen 34 grunnet strømningsbegrensningen 44.

Hvis den nedoverrettede kraft påført lukkeinnretningen 34 av forspenningsinnretningen 36 overskrider den oppoverrettede forspenningskraften påført lukkeinnretningen grunnet strømningsbegrensningen 44 vil lukkeinnretningen 34 forskyves nedover, og dermed øke strømningsraten for fluidet 20 gjennom åpningene 32. Denne økte strømningsraten vil øke trykkdifferansen over fremspringet 46 og dermed øke den oppoverrettede kraften påført lukkeinnretningen 34 grunnet strømningsbegrensningen 44.

For et gitt sett av betingelser eksisterer det fordelaktig en likevektstilstand i hvilken forspenningskraften påført lukkeinnretningen 34 av forspenningsinnretningen 36 er lik kraften påført lukkeinnretningen grunnet strømningsbegrensningen 44. I denne likevektstilstanden er lukkeinnretningen 34 fortrinnsvis i en posisjon i hvilken åpningene 32 er delvis åpne (dvs. at lukkeinnretningen er mellom sine fullt åpne og fullt lukkede posisjoner), som dermed tillater en viss strømningsrate for fluidet 20 gjennom åpningene.

Hvis en trykkdifferanse mellom ringrommet 18 og passasjen 24 skulle endres (f.eks. grunnet redusert reservoartrykk over tid etc.), kompenserer strømningsregulatoren 26 ved å bibeholde i det vesentlige den samme strømningsraten for fluidet 20. For eksempel, hvis trykkdifferansen fra ringrommet 18 til passasjen 24 reduseres, vil kraften

påført lukkeinnretningen 34 grunnet strømningsbegrensningen 44 også reduseres, og forspenningskraften påført forspenningsinnretningen 36 vil forskyve lukkeinnretningen nedover til en posisjon i hvilken åpningene 32 blir ytterligere åpnet, som dermed bibeholder den ønskede strømningsraten for fluidet 20 gjennom åpningene.

5

Hvis trykkdifferansen fra ringrommet 18 til passasjen 24 øker vil kraften påført lukkeinnretningen 34 grunnet strømningsbegrensningen 44 også øke og forskyve lukkeinnretningen oppover til en posisjon, i hvilken åpningen 32 er ytterligere lukket, som dermed bibeholder den ønskede strømningsraten for fluidet 20 gjennom åpningene. Strømningsraten for fluidet 20 gjennom åpningene 32 blir således bibeholdt enten trykkdifferansen øker eller minker.

10

Som beskrevet ovenfor kan forspenningskraften påført av forspenningsinnretningen 36 til lukkeinnretningen 34 bli endret av aktuatoren 38. Det vil enkelt forstås av fagmannen innen området at en økning av forspenningskraften vil føre til at lukkeinnretningen 34 blir plassert lenger ned i en likevektstilstand, som dermed tillater en økt strømningsrate for fluidet 20 gjennom åpningene 32, og en reduksjon av forspenningskraften vil føre til at lukkeinnretningen 34 blir plassert lenger opp i likevektstilstanden, som dermed tillater en redusert strømningsrate for fluidet 20 gjennom åpningene.

15

Derfor kan strømningsraten for fluidet 20 gjennom åpningene 32 bli automatisk justert nedi hullet av aktuatoren 38 som respons på endrende nedihullstilstander, slik som en endring av temperaturen til fluidet. Dette kan være nyttig i mange situasjoner, slik som når det skjer en økt produksjon av vann og det er ønskelig å redusere strømningsraten for fluidet 20. En reduksjon av temperaturen til fluidet 20 kan få materialet 42 til å trekke seg sammen, som dermed reduserer den nedoverrettede forspenningskraften påført lukkeinnretningen 34, som fører til at lukkeinnretningen blir plassert lenger opp og reduserer strømningsraten gjennom åpningene 32.

20

Ved nå i tillegg å henvise til figur 3 er en alternativ konfigurasjon av strømningsregulatoren 26 representativt vist. Denne konfigurasjonen er svært lik den som er vist i figur

25

30

2, med unntak av at en annen aktuator 48 blir benyttet for å variere forspenningskraften påført av forspenningsinnretningen 36 til lukkeinnretningen 34.

Aktuatoren 48 er hydraulisk operert og inkluderer et stempel 50 resiprokerbart montert på huset 30. Nedover forskyvning av stempelet 50 øker forspenningskraften ved ytterligere å komprimere forspenningsinnretningen 36. Oppover forskyvning av stempelet 50 reduserer forspenningskraften ved å redusere kompresjonen av forspenningsinnretningen 36. Forskyvning av stempelet 50 fører således til endringer av strømningsraten til fluidet 20 gjennom åpningene 32 på en liknende måte som den som er beskrevet ovenfor for forskyvning av hylsen 40.

Ledningene 28 kan bli benyttet for å påføre trykk til stempelet 50 fra et fjernt sted, eller fra et sted nær strømningsregulatoren 26 som beskrevet nedenfor. Bemerk at en enkelt ledning 28 kan bli benyttet i stedet for flere ledninger. En volumtilmålingsinnretning 52 kan være koplet til den ene eller begge ledningene 28 for å tillate forhåndsbestemte fluidvolumer å bli tilmålt inn i eller ut av aktuatoren 48, for eksempel for å produsere kjente inkrementelle forskyvninger av stempelet 50 og dermed produsere kjente inkrementelle endringer av strømningsraten til fluidet 20.

Innretningen 52 kan være en hvilken som helst type volumtilmålingsinnretning. For eksempel kan hvilke som helst av innretningene beskrevet i US patent nr. 6.585.051 bli benyttet, f.eks. for å tømme et forhåndsbestemt fluidvolum inn i aktuatoren 48. Som et annet eksempel kan innretningen beskrevet i US søknad nr. 10/643.488, innlevert 19. august 2003, bli benyttet, f.eks. for å tillate tømning av et forhåndsbestemt fluidvolum fra aktuatoren 48. Hele ovennevnte US-patent og –søknad er innkorporert heri som referanse.

Konfigurasjonen av strømningsregulatoren 26 vist i figur 3 demonstrerer at ulike typer aktuatorer kan bli benyttet i strømningsregulatoren. For eksempel kan elektriske (slik som sollenoider etc.), mekaniske, hydrauliske, termiske, optiske, magnetiske og andre typer aktuatorer benyttes. En mekanisk aktuator av typen kjent for fagmannen innen området som en skralle- eller J-spormekanisme kan benyttes for mekanisk å inkremen-

tere forflytningene av hylsene 40, 50 på en liknende måte som den måten innretningen 52 tillater forskyvning av hylsen 50 å bli hydraulisk inkrementert på. Videre kan disse aktuatorene bli benyttet for andre formål, eller i tillegg til, å variere forspenningskraften utøvd av forspenningsinnretningen 36.

5

Ved nå i tillegg å henvise til figur 4, er en annen alternativ konfigurasjon av strømningsregulatoren 26 representativt vist. Denne konfigurasjonen av strømningsregulatoren 26 likner den som er vist i figur 3, med unntak av at ledningene 28 er koplet til en nedihulls trykkilde 54.

10

Trykkilden 54 er forbundet i rørstrengen 12 og er koplet direkte eller indirekte til strømningsregulatoren 26. Trykkilden 54 kan være kombinert med strømningsregulatoren 26 i et enkelt brønnverktøy, eller de kan være separat tilveiebrakt, som vist i figur 4.

15

Trykkilden 54 inkluderer fortrinnsvis en nedihulls pumpe 56 og strømningsstyreinnretninger 58 (f.eks. ventiler, manifolder, volumtilmålingsinnretninger etc.) forbundet mellom pumpen og ledningene 28. Fortrinnsvis opererer pumpen 56 som respons på strømning av fluidet 20 gjennom passasjen 24, selv om andre typer pumper kan benyttes, om ønskelig (slik som en elektrisk pumpe etc.).

20

Strømningsstyreinnretningene 58 blir fortrinnsvis operert som respons på sine signaler mottatt fra en styringsmodul 60 forbundet i rørstrengen 12. Styringsmodulen 60 kan bli kombinert med enten, eller begge av trykkilden 54 og strømningsregulatoren 26, eller den kan være separat tilveiebrakt som vist i figur 4. Bemerk at strømningsstyreinnretningene 58 kan bli styrt fra et fjernt sted, med eller uten bruk av styringsmodulen 60.

25

Styringsmodulen 60 inkluderer fortrinnsvis en prosessor 62 og en eller flere sensorer 64. Sensoren 64 føler en nedihullsparemeter (slik som temperatur, trykk, strømningsrate, motstand, tetthet, vann "cut", gass "cut" og/eller andre parametere) og tilveiebringer en utgang til prosessoren 62. Prosessoren 62 er programmert til å operere strømningsstyreinnretningene 58 og/eller pumpen 56 for å aktuere aktuatoren 48 slik at en ønsket strømningsrate for fluidet 20 blir oppnådd basert på nedihullsparemeteren(e).

30

For eksempel, hvis sensoren 64 detekterer et økt vannkutt kan prosessoren 62 bli programmert til å få trykkilden 54 til å aktuere aktuatoren 48, slik at strømningsraten til fluidet 20 blir økt. Prosessoren 62 kan bli reprogrammert nedi hullet ved bruk av en

5 induktiv kopling 66 av typen som er velkjent for fagmannen innen området, eller telemetrimetoder (slik som elektromagnetiske, akustiske, trykkpuls, lednings- eller trådløs telemetri etc.) kan bli benyttet for å reprogrammere prosessoren.

Prosessoren 62 og andre komponenter i systemet 10 (slik som sensoren 64, pumpen 56, strømningsstyreinnretninger 58 etc.) kan bli tilveiebrakt med elektrisk strøm ved bruk

10 av et nedihulls batteri 68. Batteriet 68 kan være utskiftbart eller oppladbart nedi hullet. Alternative elektriske strømkilder inkluderer nedihullsgenerator, brenselceller, elektriske ledninger som strekker seg til et fjernt sted etc. Konfigurasjonen av systemet 10 vist i figur 4 demonstrerer at strømningsraten til fluidet 20 kan bli endret intelligent

15 nedi hullet basert på parametere hos nedihullsmiljøet. Prosessoren 62 kan bli programmert for å benytte kompliserte forhold mellom multiple nedihullsparemetere ved styringsoperasjon av strømningsregulatoren 26. Prosessoren 62 kan inkludere neurale nettverk eller andre typer læringsalgoritmer for å optimalisere strømningsraten til fluidet 20.

20 Ved nå i tillegg å henvise til figur 5 er en alternativ konfigurasjon av lukkeinnretningen 34 representativt vist separat fra resten av strømningsregulatoren 26. I denne konfigurasjonen av lukkeinnretningen 34 blir et justerbart fremspring 70 benyttet i stedet for det faste fremspringet 46, beskrevet ovenfor.

25 Som vist i figur 5 er fremspringet 70 generelt kileformet, og er resiprokerbart montert på en skrå overflate 72 på lukkeinnretningen 34. Fremspringet 70 kunne i stedet være en hvilken som helst type forlengbar innretning, slik som en C-ring, segmentert eller spiralformet innretning, ekspanderende konus etc. En aktuator 74 (slik som en elektrisk,

30 hydraulisk, mekanisk, optisk, termisk, magnetisk eller annen type aktuator) blir benyttet for å forskyve fremspringet 70 i forhold til overflaten 72, for dermed radielt å forlenge og trekke tilbake fremspringet.

Hvis fremspringet 70 blir forskjøvet nedover av aktuatoren 74 vil det strekke seg utover og ytterligere øke begrensningen mot strømning gjennom ringrommet 18. Dette vil øke trykkdifferansen over fremspringet 70 og dermed øke den oppoverrettede kraften påført lukkeinnretningen 34.

Hvis fremspringet 70 blir forskjøvet oppover av aktuatoren 74 vil det trekkes innover og redusere begrensningen mot strømning gjennom ringrommet 18. Dette vil redusere trykkdifferansen over fremspringet 70 og dermed redusere den oppoverrettede kraften påført lukkeinnretningen 34.

Det vil således enkelt forstås av fagmannen innen området at strømningsbegrensningen 44 kan bli variert for å endre strømningsraten for fluidet 20 gjennom åpningene 32. Bemerk at strømningsraten for fluidet 20 kan bli endret ved å variere strømningsbegrensningen 44 i tillegg til, eller som et alternativ til, å variere forspenningskraften utøvd av forspenningsinnretningen 36 på lukkeinnretningen 34. Aktuatoren 74 kan bli styrt av styringsmodulen 60 beskrevet ovenfor og kan, hvis den er hydraulisk operert, bli tilført trykk av trykkilden 54.

Ved nå i tillegg å henvise til figur 6 er en annen alternativ konfigurasjon av lukkeinnretningen 34 representativt vist. I denne konfigurasjonen blir et fremspring 76 benyttet, som er i form av en ekspanderbar blære eller membran. Trykk kan bli variert i et kammer 78 av lukkeinnretningen 34 for å forlenge eller trekke tilbake fremspringet 76 etter behov for respektivt å øke eller redusere motstanden mot strømning av fluidet 20 gjennom begrensningen 44 og dermed øke eller redusere den oppoverrettede kraften påført lukkeinnretningen. Kammeret 78 kan være koplet til trykkilden 54, hvor trykknivået blir regulert av styringsmodulen 60.

Ved nå i tillegg å henvise til figur 7 er en annen alternativ konfigurasjon av lukkeinnretningen 34 representativt vist. I denne konfigurasjonen er strømningsbegrensningen 44 dannet mellom fremspringet 46 og en ytre hylse 80 av strømningsregulatoren 26.

Det er således ikke nødvendig, i henhold til oppfinnelsen, at strømningsbegrensningen 44 er dannet mellom strømningsregulatoren 26 og brønnhullet 14 i ringrommet 18. Strømningsbegrensningen 44 kan i stedet være anordnet i selve strømningsregulatoren 26.

5

Den ytre hylsen 80 kan forskyves med lukkeinnretningen 34, slik at strømningsbegrensningen 44 forblir konstant når lukkeinnretningen forskyves i forhold til huset 30. Den ytre hylsen 80 kan være integrert utformet med lukkeinnretningen 34. Videre kan den ytre hylsen 80 være forskyvbar i forhold til lukkeinnretningen 34 (for eksempel ved bruk av en aktuator slik som aktuatoren 74 beskrevet ovenfor) for å variere motstanden mot strømning av fluidet 20 gjennom strømningsbegrensningen 44. På denne måten kan strømningsraten for fluidet 20 bli endret ved å variere kraften påført lukkeinnretningen 34, men på grunn av strømmen av fluidet gjennom strømningsbegrensningen 44, som for konfigurasjonene vist i figurene 5 og 6.

15

Ved nå i tillegg å vise til figur 8 er en alternativ konfigurasjon av strømningsregulatoren 26 representativt vist. I denne konfigurasjonen er lukkeinnretningen 34, forspenningsinnretningen 36 og aktuatoren 48 anordnet i en sidevegg av strømningsregulatoren 26. Strømningsbegrensningen 44 begrenser, grunnet lukkeinnretningen 34, strømning gjennom en annen åpning 82 dannet gjennom en sidevegg av huset 30.

20

Som vist i figur 8 er åpningen 82 fullstendig avstengt av lukkeinnretningen 34, men fortrinnsvis vil, i operasjon, lukkeinnretningen bare delvis stenge av åpningen. Strømmen av fluidet 20 gjennom strømningsbegrensningen 44 vil få en nedoverrettet kraft til å bli påført lukkeinnretningen 34, mens forspenningsinnretningen 36 påfører en oppoverrettet forspenningskraft til lukkeinnretningen. En likevektstilstand vil fortrinnsvis bli resultatet når disse krefter blir balansert, som tillater en ønsket strømningsrate for fluidet 20 gjennom åpningen 32.

25

Aktuatoren 48 kan bli benyttet for å variere forspenningskraften utøvd av forspenningsinnretningen 36. Aktuatoren 48 kan bli hydraulisk operert som vist i figur 8, eller den kan være hvilken som helst annen type av aktuator (slik som elektrisk, mekanisk,

30

magnetisk, optisk, termisk etc.). Aktuatoren 48 kan bli tilført trykk fra trykkilden 54, og dens operasjon kan bli styrt av styringsmodulen 60.

P a t e n t k r a v

1. Brønnstrømningsreguleringssystem (10), innbefatter:
 en strømningsregulator (26) for regulering av en strømningsrate for et fluid i et
 5 brønnhull (14), hvilken strømningsrate forblir i det vesentlige konstant ved en første
 verdi mens et differansetrykk over strømningsregulatoren (26) varierer, k a r -
 a k t e r i s e r t v e d at strømningsregulatoren (26) er selektivt
 justerbar mens den er anordnet inne i brønnhullet (14), hvilken strømningsregulatoren
 (26) omfatter midler for å tilveiebringe minst én av en selektivt regulerbar forspennings-
 10 kraft og en justerbar begrensingskraft, idet justering av strømningsregulatoren (26) for
 dermed bevirker strømningsraten til å forbli i det vesentlige konstant ved en annen verdi
 ulik fra den første verdien.

2. System i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d
 15 at strømningsregulatoren (26) blir justert automatisk som respons på en endring i minst
 én nedihullspareter.

3. System i henhold til krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d
 at parameteren er minst enten temperatur, trykk, strømningsrate, motstand (resistivity),
 20 tetthet, vann-"cut" og gass-"cut".

4. System i henhold til krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d å
 innbefatte minst én sensor (64) for føling av parameteren, idet strømningsraten blir
 justert som respons på en utgang fra sensoren (64).
 25

5. System i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d
 at strømningsregulatoren (26) inkluderer en aktuator (38) for variering av en
 forspenningskraft påført en lukkeinnretning (34) hos strømningsregulatoren (26) for
 dermed å justere strømningsraten.
 30

6. System i henhold til krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d
 at aktuatoren (34) er i det minste enten en hydraulisk, elektrisk, optisk, termisk,
 mekanisk eller magnetisk aktuator.

- 35 7. System i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d
 at strømningsregulatoren (26) inkluderer en strømningsbegrensning (44) og en

lukkeinnretning (34), hvilken lukkeinnretning forskyves som respons på en varians av trykkdifferansen over strømningsbegrensningen (44) for dermed å bibeholde spenningsraten i det vesentlige konstant.

5 8. System i henhold til krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d at lukkeinnretningen (34) forskyves for å redusere et strømningsareal i strømningsregulatoren (26) som respons på en økning av trykkdifferansen over strømningsbegrensningen (44).

10 9. System i henhold til krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d at strømningsbegrensningen (44) er justerbar nedi hullet for dermed å justere strømningsraten.

15 10. System i henhold til krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d at strømningsbegrensningen (44) er dannet mellom lukkeinnretningen (34) og brønnhullet (14).

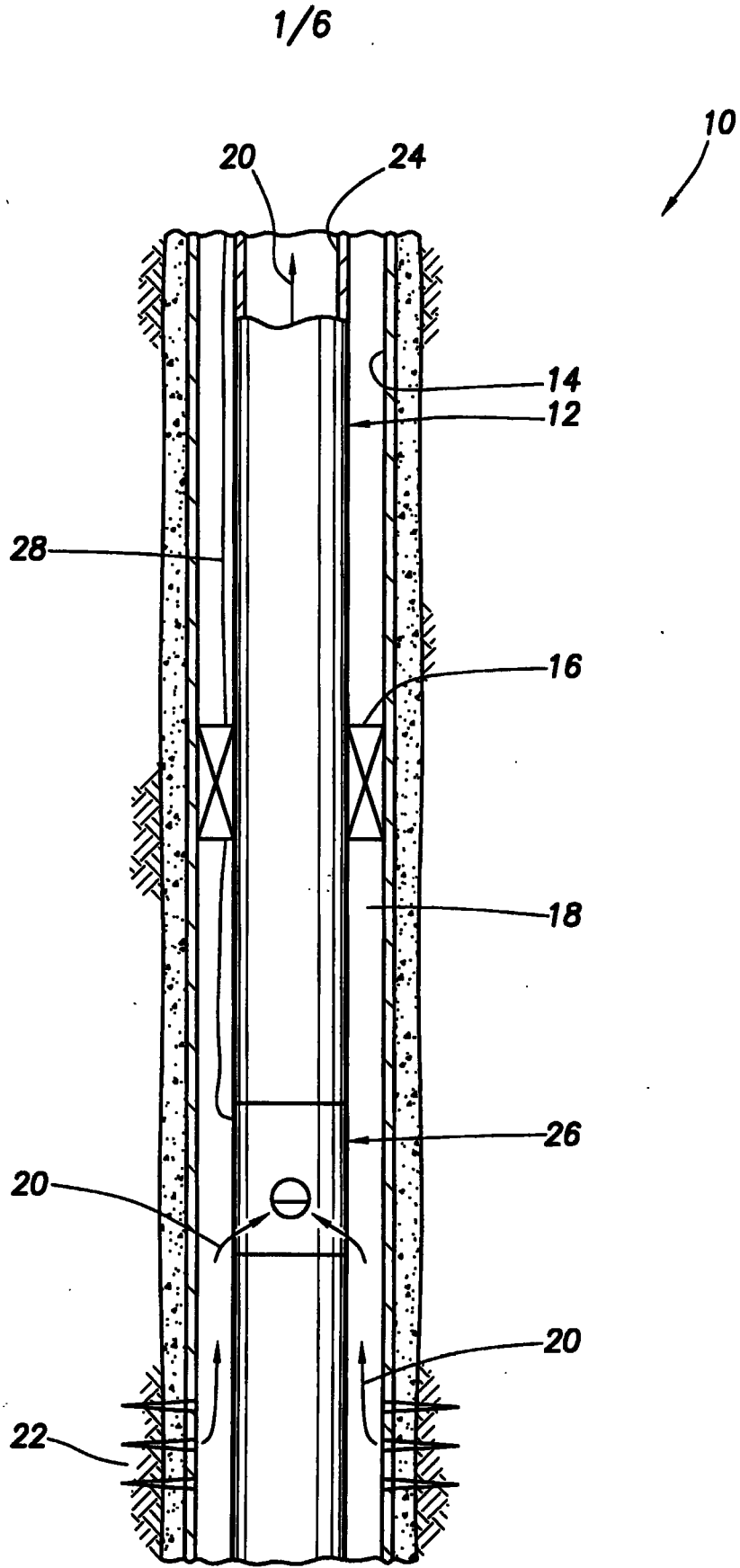


FIG. 1

2/6

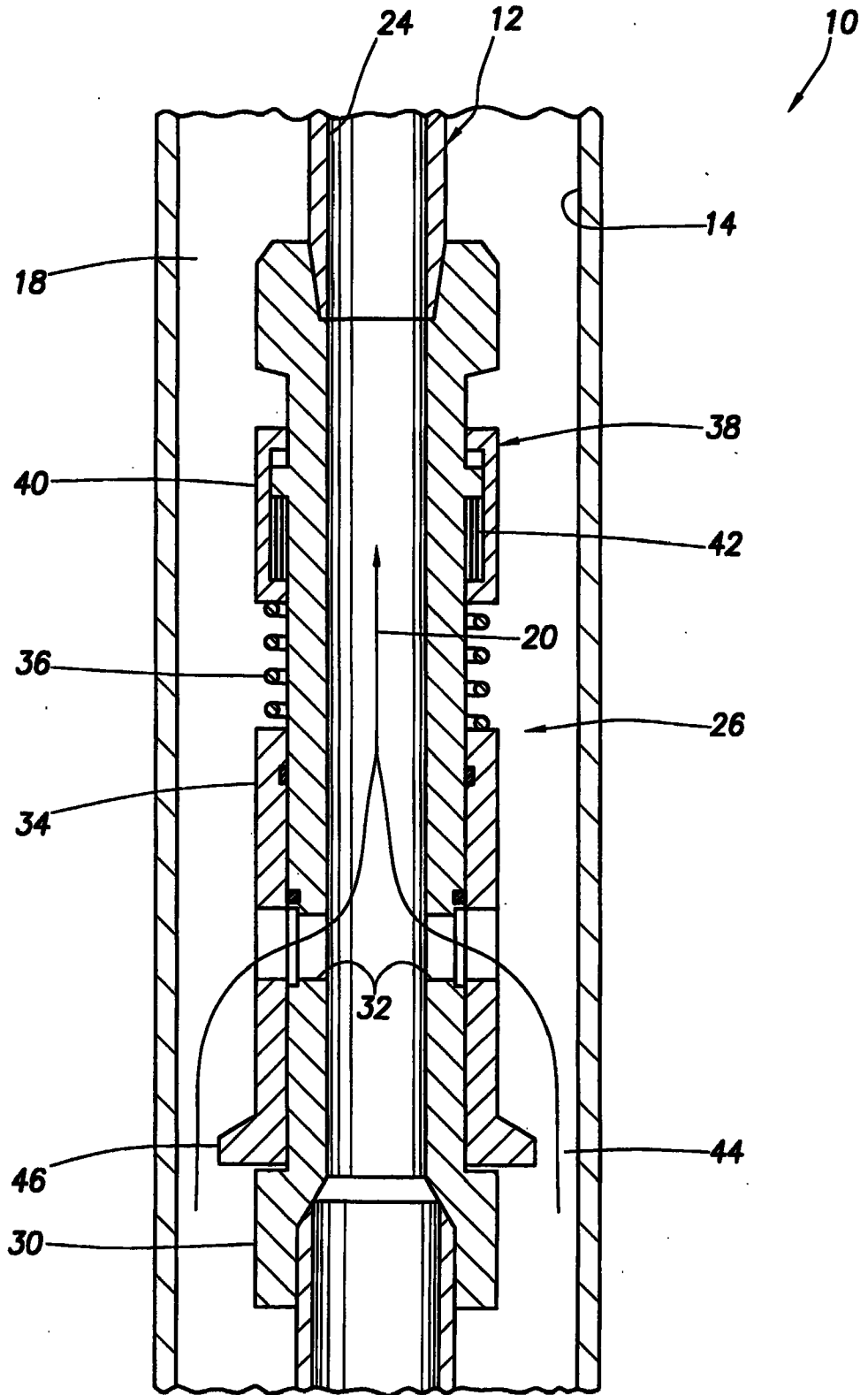


FIG. 2

3/6

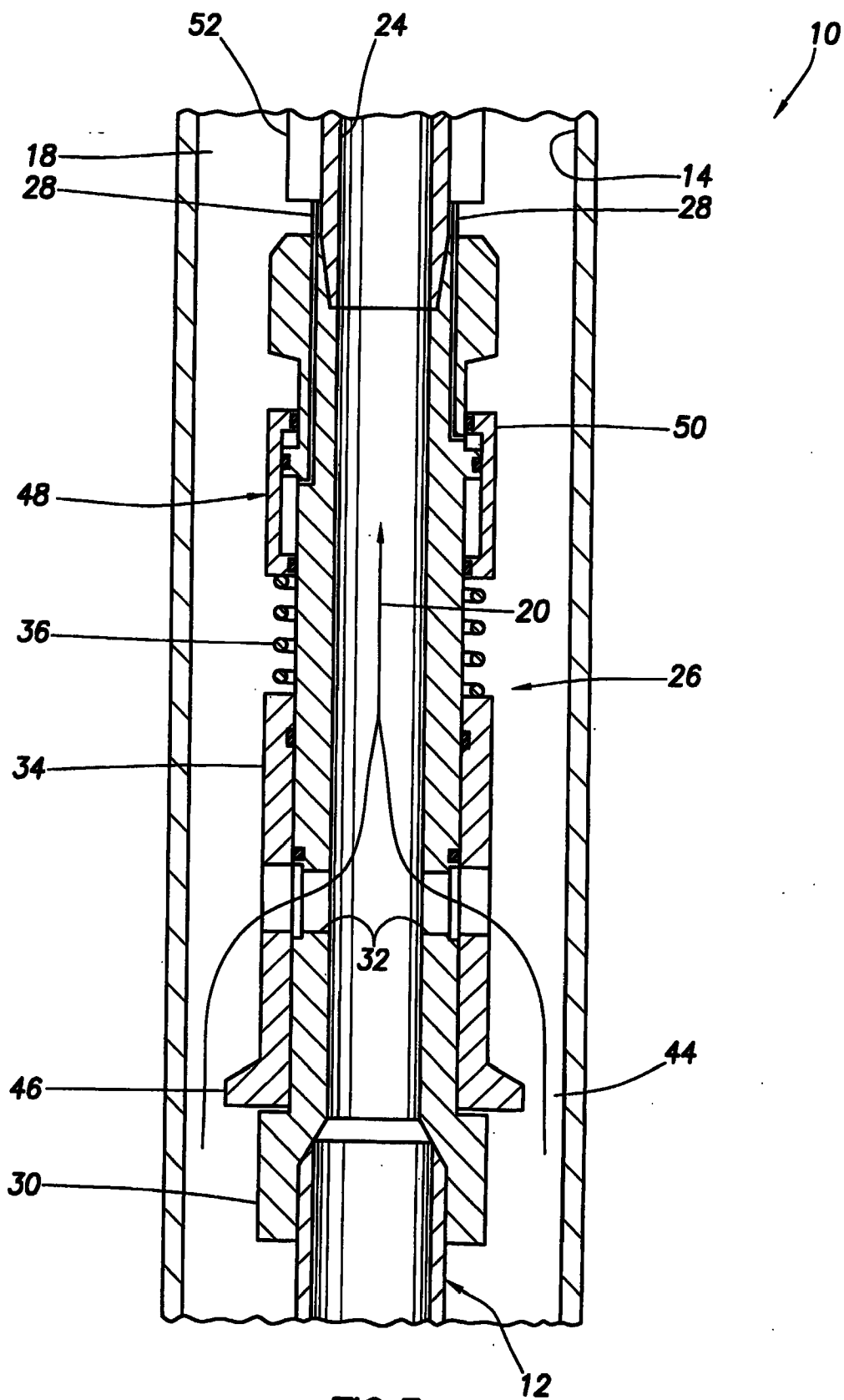


FIG. 3

4/6

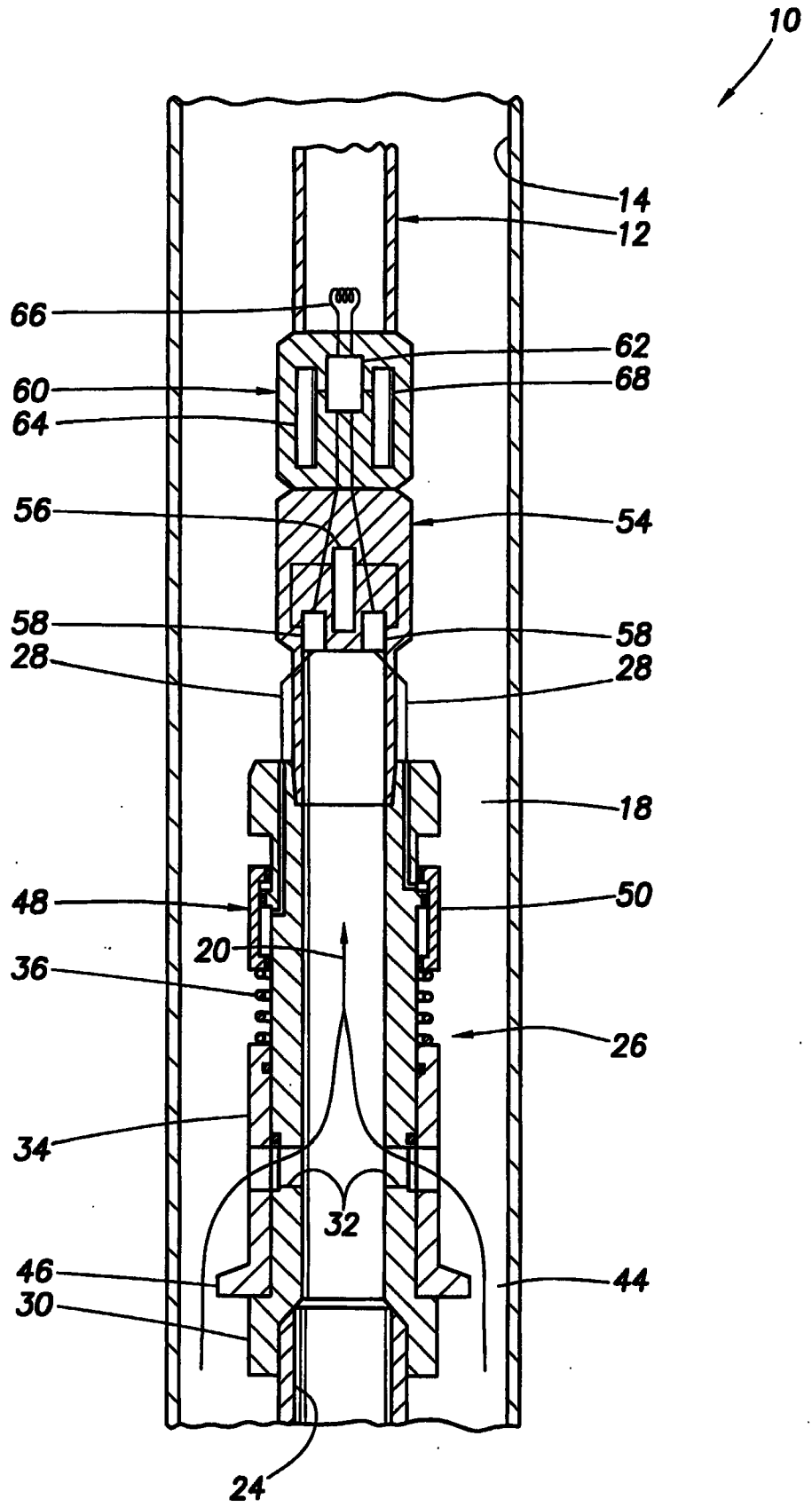


FIG. 4

5/6

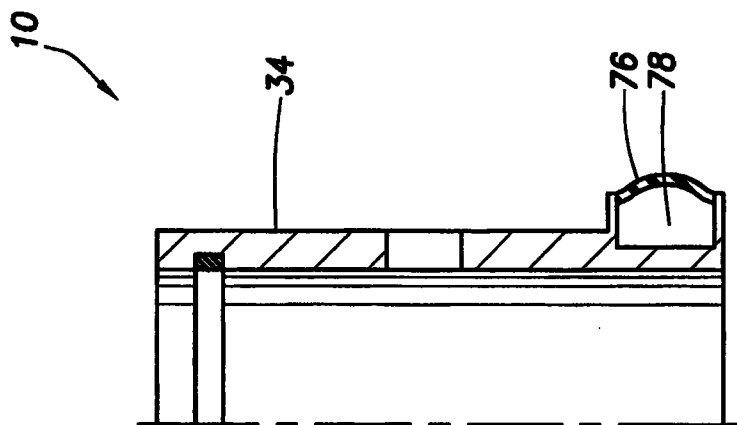


FIG. 6

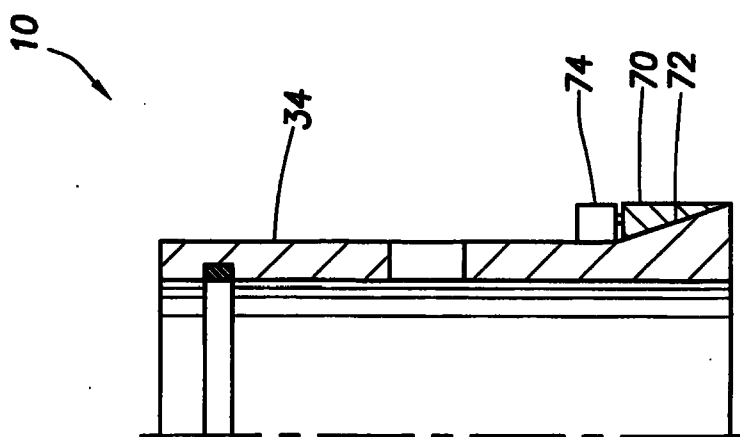


FIG. 5

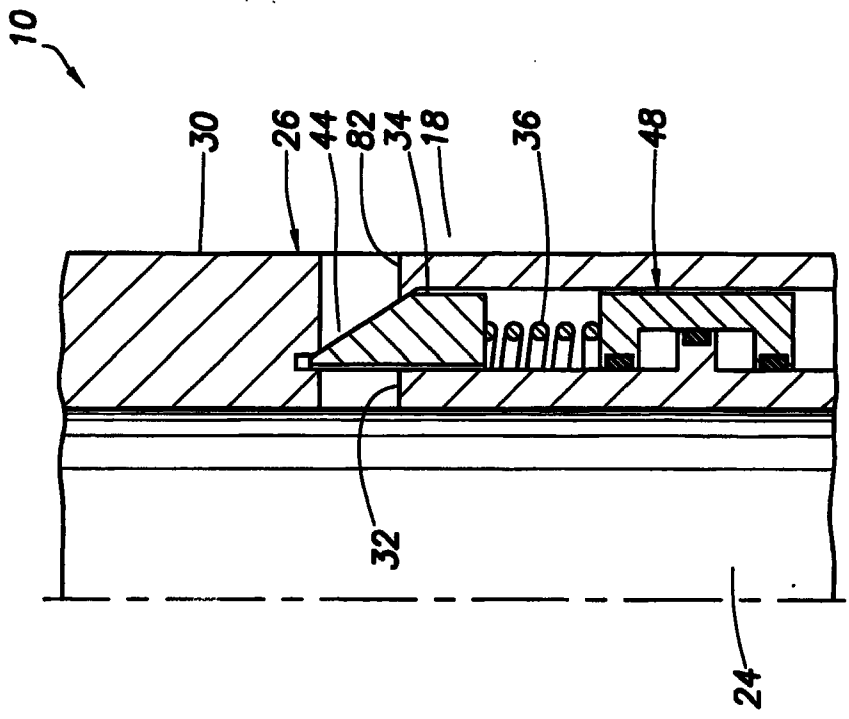


FIG. 8

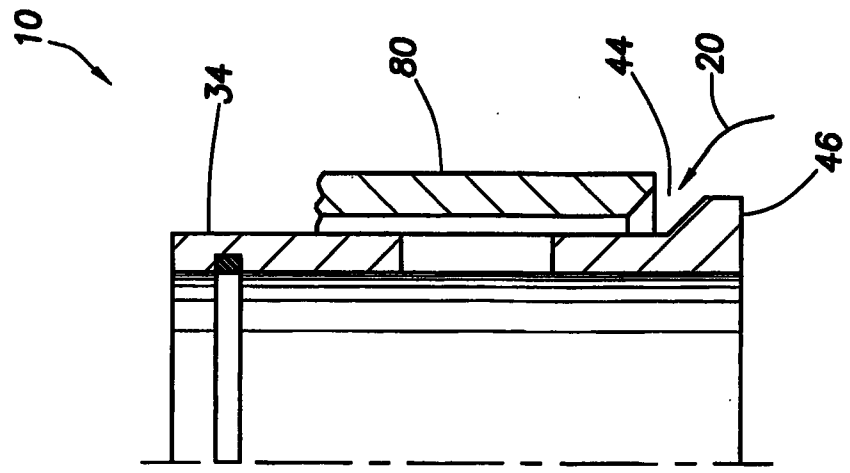


FIG. 7