



(12) **PATENT**

(11) **344700**

(13) **B1**

NORGE

(19) NO

(51) Int Cl.

E21B 43/32 (2006.01)

E21B 43/12 (2006.01)

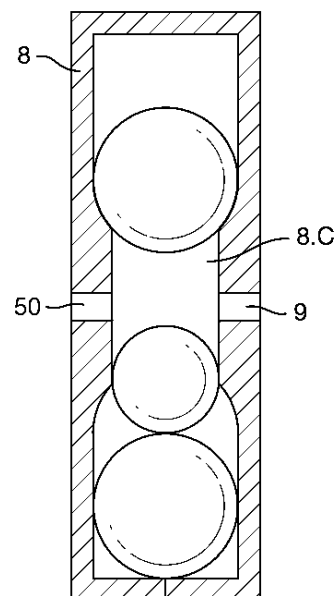
E21B 34/06 (2006.01)

F16K 31/18 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20171685	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2017.10.20	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2017.10.20	(30)	Prioritet	2017.09.21, NO, 20171515
(41)	Alm.tilgj	2019.03.22			
(45)	Meddelt	2020.03.09			
(73)	Innehaver	VBT AS, Brurastien 48, 5265 YTRE ARNA, Norge			
(72)	Oppfinner	Viggo Brandsdal, Brurastien 48, 5265 YTRE ARNA, Norge			
(74)	Fullmektig	ZACCO NORWAY AS, Postboks 2003 Vika, 0125 OSLO, Norge			
(54)	Benevnelse	AUTONOM INNSTRØMNINGSANORDNING FOR BRUK I EN UNDERJORDISK BRØNN			
(56)	Anførte publikasjoner	WO 2014/081306 A1, WO 2015/199545 A1, US 2008/041580 A1, WO 2015/009314 A1, US 2007/246407 A1			
(57)	Sammendrag				

Innstrømningsanordning for bruk i en underjordisk brønn hvor formålet er å hindre en eller flere fraksjoner av det produserte medium fra å kunne slippe inn produksjonsrøret, der innstrømningsanordningen omfatter minst et buet kammer med minst et flyte/synke-element inne i kammeret, der kammeret har en åpning aksielt rettet mot innstrømningsretningen til kammeret som hindrer at brønnmediet må strømme forbi flyte/synke elementet inne i kammeret, og et utløp som når ønsket medium produseres er åpent for strømming direkte fra den aksielle åpningen ut gjennom utløpet, uten å bli blokkert av flyte/synke-elementet.



AUTONOM INNSTRØMNINGSANORDNING FOR BRUK I EN UNDERJORDISK BRØNN

BAKGRUNN

5

Foreliggende oppfinnelse vedrører utstyr som benyttes og operasjoner utført i forbindelse med en underjordisk brønn og i utførelsesformer som er beskrevet nedenfor, nærmere bestemt et apparat for automatisk styring av tilstrømning fra en underjordisk formasjon til en rørformet streng som er lokalisert i brønnen.

10

Når andelen formasjonsvann og/eller gass som produseres fra en brønn blir for stor, må produksjonen i mange tilfeller stoppes. Gjennombrudd av vann eller gass kan variere langs brønnen fra en sone til en annen, og er blant annet avhengig av reservoarpermeabiliteten, trykkommunikasjonen i reservoaret, «coning» og andre inhomogeniteter i reservoaret. Innstengning av en sone som hovedsakelig produserer vann kan imidlertid føre til økt produksjon fra andre soner i brønnen som hovedsakelig produserer olje.

15

I de senere år har denne kunnskapen ført til utvikling av systemer som omfatter overflatekontrollerte ventiler og justerbare dyser. Noen av ulempene forbundet med slike systemer er teknisk kompleksitet og nødvendigheten av komplisert nedihullsutstyr, noe som har vist seg i å resultere i blant annet dårlig pålitelighet. En annen ulempe er at slike systemer vanligvis innsnevrer strømningsområdet for rør som er plassert i brønnen.

20

Visse brønninstallasjoner drar nytte av å ha en strømningsbegrensningsanordning i en brønnskjern. For eksempel har slike strømningsbegrensningsanordninger vært nyttige for å hindre vannkoning, balansering av produksjon fra lange horisontale intervaller etc. Disse strømningsbegrensningsinnretningene omtales noen ganger som "innstrømningsstyringsenheter" (Inflow Control Device – ICD)

25

I noen foreslåtte tilstrømningsstyringsanordninger er innretningene innrettet til å motvirke friksjonseffekter forårsaket av væskestrømmen gjennom røret.

Imidlertid har disse enhetene ikke muligheten til å regulere trykkfallet over systemet basert på vannkutt i væsken. Før de strømmer inn i røret, må de produserte fluider strømme gjennom en faststrømningsbegrensning, slik som et kapillarrør eller en dyse, typisk anordnet rundt røret i form av en spiralformet tråd. Fluidet strømmer gjennom avsmalnende spor formet av tråden. Ulempen med dette er at systemet er avhengig av fluidets viskositet og at viskositeten i fluidet kan endre seg under produksjon fra brønnen. Slike systemer må også spesial lages til hver enkelt brønn, da spiralens form er avhengig av viskositeten til brønnfluidet som ønskes produsert og den er forskjellig i forskjellige brønner/reservoarer.

Det finnes også et system med en slik viskositetsbasert spiral som er maskinert direkte i huset til innstrømningventilen. Dette systemet har samme begrensninger som nevnt ovenfor. En annen ulempe med viskositetsstyrte innstrømningsventiler er at de aldri vil stenge fullstendig ved eksempelvis store vannkutt. De fungerer da mer som en restriksjon i systemet.

En annen foreslått tilstrømningsstyringsanordning brukes når gass skal produseres fra en brønn uten samtidig produksjon av vann. Enheten er utstyrt med sfæriske oppdriftselementer, som hver har en tetthet mindre enn vann. Ved innstrømning av vann fra formasjonen vil elementene flyte opp og lukke en eller flere åpninger for å forhindre vann i å strømme inn i røret.

En annen foreslått innstrømningsstyringsanordning innbefatter et strømningskammer som er festet til røret og forsynt med flytende legemer som hver har en tetthet som er omtrent det samme som formasjonsvannet. Kammeret er utformet med et innløp og omgivende dyser som gir en fluidforbindelse mellom røret og formasjonen. Når tilstrømningen innbefatter en tilstrekkelig andel vann, flyter legemene opp til en posisjon som lukker eller dekker dysene, og derved begrenser innstrømningen til røret.

Systemene som i dag er basert på flytende legemer har svakheter da kulene kan flyte fritt i kammeret, noe som f.eks. kan føre til en stans i produksjonen i en brønn som produserer en gitt mengde vann, hvorpå alt vannet som står i røret

opp til overflaten sakte synker til bunns og ned til reservoarsonen i og med at vann er tyngre enn både den produserte gassen og oljen. Under normal produksjon vil kulene tette åpningene som påtenkt ettersom vannnivået stiger, og de vil bli holdt på plass i åpningene av trykkfallet inn til produksjonsrøret som skaper et sug inn mot åpningen som tettes av kulen. Ved produksjonsstans forsvinner trykkfallet samtidig som at alt vannet i produksjonsrøret synker tilbake til reservoarsonen som typisk ligger lavest nede, hvorpå alle kulene slipper taket i hullene som de dekker og flyter opp til toppen i kammeret. Dette vil etterlate alle nedenforliggende hull åpne, siden kulen flyter i vann, og de vil nå ikke kunne synke ned igjen. Ved gjenoppstart av brønnen vil man nå kunne få to scenarioer: enten klarer man ikke å start opp brønnen igjen fordi det hydrostatiske trykke som utgjøres av vannet er større enn pore trykket i brønnen og man klarer ikke å løfte vannet ut av brønnen, eller brønnen vil produsere uønskede mengder vann ettersom alle hullene i innstrømningsventilen er åpne. Ettersom hele brønnen er fylt med vann vil det ta svært lang tid før man får produsert ut vannet. I tillegg til dette risikerer man at kulene suges fast i hullene som er åpne når vannnivået synker. Til slutt vil man når alt suspendert vann er produsert ut ende med en kule som er sugd fast i hvert av de åpne hullene som vil begrense produksjonen kun til noen få eksponerte hull som skaper trykkfallet som suger fast de kulene til sine hull.

Det finnes også systemer som er basert på viskositet og trykkfall der vesken/gassen strømmer inn forbi en skive som kan bevege seg en gitt distanse i en utboring. Skiven har en større diameter enn hullet nedstrøms, vesken/gassen strømmer mot skiven utenfor dens ytre diameter, for så og strømme mellom skiven og bunnen på utboringen inn mot en åpning i senter av utboringen skiven er montert i. Veske med lav friksjon og viskositet (f.eks. olje) strømmer lett forbi skiven. Gass vil skape et trykkfall mellom skiven og bunnen av utboringen og skiven suges opp mot bunnen slik at den stenger. Skiven vil aldri kunne tette 100% da funksjonen er avhengig av at det bibeholdes en strømning forbi skiven, den vil derfor ligge og bevege seg konstant.

Flere av de systemene som er basert på flytende legemer er at de er sensitive for hvilken retning de er installerte i brønnen. Vist et slikt system skal kunne

virke må det være innrettet til og fungere uansett hvilken vei det havner nede i brønnen, dvs. hull som oppdriftslegemene skal tette må befinne seg riktig slik at legemene tetter når de flyter opp. Det er svært vanskelig og kontrollere dette når man skal installere fra 2 til flere hundre innstrømningsventiler i en brønn.

- 5 Innstrømningsventilene er montert på forskjellige seksjoner av produksjonsrøret gjerne en på hver seksjon, disse seksjonene skrues sammen og ventilene vil på grunn av gjengene på produksjonsrøret havne i forskjellige posisjoner når gjengene strammes opp med korrekt moment.
- 10 Det er mulig å indeksere gjengene slik at de havner på korrekt plass. Indeksering av gjengene er imidlertid en svært dyr prosess og det må gjøres med alle gjengene i røret for å ha kontroll på hvor ventilene til slutt havner i brønnen. Blir det begått feil her og alle ventilen havner opp ned vil man i verste fall ikke kunne produsere noe fra brønnen.
- 15 WO2014/081306 A1 viser en innstrømningsanordning med ett flyte/synke-element i hvert kammer. En hovedutførelse viser 3 kamre som er anordnet i serie. WO2014/081306 A1 må ha riktig orientering for å fungere som tiltenkt.
- 20 WO2015/199545 A1 beskriver en autonom ICD omfattende et kammer og et flyteelement plassert inne i kammeret samt to stopperlegemer på hver side av flytelegemet. Stopperlegemene er plassert i konisk utsparinger i ventilhuset.
- US2008/041580 A1 beskriver en autonom ICD omfattende et flertall
- 25 flyteelementer i et buet kammer med et flertall innløp og utløp.
- WO2015/009314 A1 beskriver en autonom ICD med et flyteelement i et kammer med et innløp og et utløp, hvor kammeret videre har en støtteflate.

US2007/246407 A1 beskriver en autonom ICD omfattende et flyteelement i et kammer med et innløp og et utløp. Innløpet er innrettet direkte fra innsiden av en sandskjerm som omkranser produksjonsrøret.

5

Av det foregående er det åpenbart at forbedringer er nødvendig innen automatisk regulering av innstrømning i brønner.

10 SAMMENDRAG

Ved utførelse av prinsippene ifølge foreliggende oppfinnelse er det tilveiebrakt en anordning som løser minst ett problem innen teknikken. Et eksempel er beskrevet nedenfor, hvor strømmen av vann, eller alternerende vann eller gass, sammen med produsert olje er begrenset. Et annet eksempel er tilveiebrakt ved hvilke funksjoner som er innbefattet for å hindre utløp i anordningen å bli plugget og lignende.

Ifølge en beskrevet utførelsesform er det tilveiebrakt en anordning for å begrense strømmen av uønskede fluider fra en underjordisk formasjon til en rørformet streng som er lokalisert i en hydrokarbonproduserende brønn. Anordningen innbefatter et strømningshus festet til rørstrengen og som er tilpasset til å kommunisere med utsiden (formasjonenssiden) av den rørformede strengen og med innsiden av den rørformede produksjons strengen via strømningshuset. Strømningshuset har et eller flere innløp/utløp for fluidet og er forsynt med strømningsblokkerende elementer som, når fluidet ikke hovedsakelig inneholder olje, er tilpasset til å flyte fra en stilling i huset som tillater produksjon gjennom anordningen til en stilling som lukker, dekker eller på annen måte begrenser strømmen gjennom anordningen.

30

Fortrinnsvis er strømningsblokkerende elementer i form av kuler, men andre utforminger kan også tenkes. Hvis det uønskede fluidet er gass, så har elementene fortrinnsvis en tetthet som er mindre enn olje, slik at det blir mer og

mer avstengt etterhvert som strømmingen inn i rørstrengen får en økt andel gass.

- 5 Hvis det uønskede fluidet er vann, så kan flyteelementene fortrinnsvis en tetthet som omtrent tilsvarer vann. Alternativt kan flyteelementene ha en tetthet som er mindre enn den for vannet, eller større enn den for olje eller gass (hvilken av disse som ønskes produsert og har størst tetthet). Som et annet alternativ kan noen av flyteelementene ha en tetthet som er omtrent lik den for vannet, og noen av flyteelementene kan ha en tetthet som er mindre enn vannet.
- 10 Flyteelementene kan være posisjonert slik i anordningen at det ikke har betydning hvilken vei anordningen havner i brønnen, idet den er utstyrt med ett eller flere sett med flyteelementer. Flyteelementene er montert i et kammer som begrenser deres bevegelse. Settene med flyteelementer består fortrinnsvis av 3
- 15 flyteelement hvor de forskjellige flyteelementene kan ha forskjellig tetthet. I en utførelse har det midterste flyteelementet en tetthet som gjør at det flyter i vann, idet dette elementet befinner seg mellom de to andre flyteelementene som synker i vann.
- 20 Oppgaven til de to flyteelementene som ikke flyter i vann er å skape et dynamisk flyttbart tak og en flyttbar bunn i kammeret til flyteelementene, slik at det flytende midtre elementets bevegelse blir begrenset mellom disse to elementene. De to flyteelementene som synker i vann har en begrenset vandring inn mot senter av den totale vandringen i kammeret. Denne
- 25 begrensningen er justert slik at det midtplasserte flyteelementet kan flyte opp i kammeret til det stopper i et av de synkende flyteelementene. Hvis utløpet plasseres i senter av den totale vandringen til de 3 elementene i kammeret, vil man ved en situasjon der det produseres olje se at det ene flyteelementet som synker i vann ligger i bunnen av kammeret, det midterste elementet som synker
- 30 i olje vil ligge oppå dette og det øverste som synker i vann vil ligge an mot vandrings begrensning in mot senter av kammeret. I en slik situasjon vil åpningen ut fra dette kammeret være åpen og olje kan fritt strømme gjennom anordningen. Pga konstruksjonens symmetriske form, vil konstruksjonen fungere uavhengig av orientering. Unntaket er rett opp og rett ned. Derfor er det

ønskelig å plassere mer enn et 1 kammer rundt det sirkulære snittet av produksjonsrøret, slik at man unngår at kammeret havner i toppen av røret da det da kun vil stenge når det produseres 100% vann.

- 5 Samtidig er det ugunstig å plassere kammeret nederst i røret da man da vil få en permanent stengt funksjon. Det kan derfor være en fordel at det spres kammer jevnt rundt rørets radius slik at man får en gradvis avstengning. Ved en situasjon der det strømmer vann inn i et kammer, vil de to flyteelementene som synker i vann forbli i ro og det midterste elementet flyte opp til det treffer taket i kammeret som utgjøres av et av de to andre flyteelementene. Når det treffer taket så blir det sugd in mot utløpshullet i dette kammeret og tette dette. Fortsetter vannet og stige vil prosessen gjenta seg ettersom vannet stiger og stenger flere og flere av kamrene.
- 10
- 15 Ved gassavstengning vil man måtte endre tetthet på flyteelementene slik at alle flyter i olje om det er den foretrukne produksjonsvæsken. Da vil enheten stenge fra topp til bunn pga alle flyteelementene flyter i oljen. Når gassen kommer inn vil de synke og enheten vil stenge når det midterste flyteelement passerer utløpshullet fra det respektive kammeret.
- 20
- For å redusere strømmingen fra forskjellige soner i formasjonen som potensielt produserer en for stor andel gass eller vann, kan mer enn én innstrømningsanordning være montert med relativt korte intervaller langs røret. Det kan også monteres kombinasjoner av vannblokkerende innstrømnings-
- 25 anordninger og gassblokkerende innstrømningsanordninger. Videre kan vann hindres i å trenge tilbake inn i reservoaret ved en produksjonsstans ved å montere en vannstoppende anordning med en reversert konfigurasjon, slik at den stopper vann fra og trenge inn i reservoarsonen. Når vannet synker tilbake i produksjonsrøret under en produksjonsstans, vil den stenge for at vann kan
- 30 flyte tilbake gjennom innstrømningsventilen. Samtidig vil olje fra reservoarsonen ved gjenoppstart fritt kunne strømme forbi innstrømningsanordning som nå er fylt med olje og ikke vann. Enheten med reversert strømningsretning vil ikke kunne holde tilbake oljen som strømmer ut fra innstrømningsanordningen, da

flyteelementene ikke er i stand til å holde tilbake oljen som følge av at de blir dyttet bort fra hullene de i utgangspunktet blokkerer.

- 5 Siden disse anordningene opererer uavhengig av hverandre og med umiddelbar respons, oppnås større selektivitet og bedre kontroll.

Ved andre utførsler av innstrømningsanordninger basert på flyteelementer, - typisk kuleelementer- er det et problem at kulene suges fast i utløpshullene og ikke slipper taket i disse dersom den uønskede produksjonen skulle avta.

- 10 Eksempelvis kan dette skje ved flo- og fjære-tilstander i reservoaret, der for eksempel vannspeilet i reservoaret endrer seg. Ved slike situasjoner vil innstrømningsanordningene basert på tetthetsforskjeller og flyteelementer forbli stengt da trykkfallet suget fra produksjonen holder flyteelementene på plass over hullene.

15

Ved den beskrevne utførelsen kan tettheten til takkulen tilpasses slik at den akkurat synker i vann, dersom endestopper som fungerer som vandringsbegrensninger for de to ytterste flyteelementene legges slik at det midtre flyteelementet må løfte litt i takelementet for å blokkere utløpshullet. Da vil det inntreffe en situasjon der det med vann i systemet må tilføres et løft fra 20 det midtre elementet for å stenge utløpet. Nå så oljen kommer tilbake, vil takelementet som synker i olje tilføre et økt press på det midtre elementet slik at suget fra trykkfallet overvinnes. Dermed slipper det midtre elementet utløpshullet fra kammeret lettere også under produksjon.

25

Innstrømningsanordningen kan også med fordel utstyres med ett eller flere utløpshull som går utenom settene med innstrømningsbegrensere/ flyteelementer for å sikre at ikke en jevn liten strøm med olje eller gass til slutt fyller opp innstrømningsanordningen med uønsket produksjon og derved 30 stenger for produksjon av den ønskede væsken som følge av en liten produksjon av et uønsket produksjonsfraksjon fra brønnen, så som gass eller vann. Ett eller flere slike utløpshull kan inertes til for eksempel men ikke begrenset til og slippe gjennom en gitt mengde av en uønsket produksjonsfraksjon. Det kan for eksempel være akseptabelt å produsere 20%

- vann fra en sone, men ikke mer. Da vil vannet til enhver tid slippe gjennom inntil 20% vann, mens ved produksjon av større mengder vann så vil innstrømningsanordningen tilslutt fylles og stenge av den respektive sonen slik at det kun er vann fra omløpshullet som blir produsert. Omløpshullet kan også
- 5 utstyres med en strømningsbegrensning som slår ut ved 100% produksjon av vann. Således stenges omløpet, eksempelvis ved hjelp av en trykkstyrt innretning som reagerer på strømningshastighet eller en viskositetsstyrt innretning.
- 10 Således er en innstrømningsanordning tilveiebrakt for bruk i en brønn hvor fluid produseres som inkluderer både olje og gass. Innstrømningsanordningen omfatter flere strømningsblokkerende elementer, hvor det er mulig ved hjelp av variasjon i tettheten til flyteelementene å stenge av gass eller vann nærmest
- 15 brønnen. Flyteelementene er plassert i ett eller flere kammer slik at elementene i økende grad begrenser en strøm av vann eller gass ut av kammeret gjennom et eller flere utløp.
- Også tilveiebrakt er en anordning for å begrense produksjon av minst et
- 20 uønsket fluid fra en brønn, idet det uønskede fluidet har en tetthet som er forskjellig fra en tetthet av et ønsket fluidum. Anordningen innbefatter minst en strømningsbegrenser og minst en forbigående strømningsbegrenser som har til oppgave å hindre at kamrene sakte fylles med en uønsket produksjonsfraksjon som fører til permanent 100% stengning.
- 25 Anordningen omfatter videre flere sett med flyteelementer. Flyteelementene opererer for å begrense mengden av uønsket væske i økende grad gjennom

strømningsbegrenseren som respons på en økt andel av de uønskede produksjonsfraksjoner.

- Disse og andre trekk, fordeler og formål med foreliggende oppfinnelse vil bli
- 5 åpenbare for en fagmann på området etter nøye vurdering av den detaljerte beskrivelse av representative utførelsesformer av oppfinnelsen i den følgende beskrivelsen av oppfinnelsen.

10

KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

- 15 Fig. 1 er et skjematisk delvis tverrsnittsriss av et brønnsystem som viser prinsippene for foreliggende oppfinnelse;

Fig. 2 er et skjematisk tverrsnitt av et apparat som viser prinsippene ifølge oppfinnelsen der ventilen er åpen, som kan anvendes i brønnsystemet i fig.1

20

Fig. 3 er et skjematisk tverrsnitt av et apparat som viser prinsippene ifølge oppfinnelsen der ventilen er stengt, som kan anvendes i brønnsystemet i fig.1

- Fig.4 er et skjematisk tverrsnitt av en alternativ konfigurasjon av apparatet, hvor
- 25 kuler med redusert tetthet for avstengning av gass der ventil er vist åpen.

Fig.5 er et skjematisk tverrsnitt av en alternativ konfigurasjon av apparatet, hvor kuler med redusert tetthet for avstengning av gass der ventil er vist stengt.

- 30 Fig. 6 viser Innstrømningsanordningen 20 montert i lag med en skjerm 1 på en rørformet streng 5

Fig. 7 er et skjematisk perspektiv av Innstrømmingsanordningen 20 som viser flyteelementene 6 og 7 montert i huset sitt 8 der en del av huset 8 og skjerm 1 er fjernet.

- 5 Fig. 8 er et skjematisk tverrsnitt av Innstrømmingsanordningen 20 som viser prinsippene ifølge oppfinnelsen sett fra skjerm 1 enden der ventilen er åpen.

Fig. 9 er et skjematisk tverrsnitt av Innstrømmingsanordningen 20 som viser prinsippene ifølge oppfinnelsen sett fra skjerm 1 enden der ventilen er åpen.

- 10 Del 8.1 fra huset er delvis fjernet for bedre å vise flyteelement 7 og 8. produksjons hull 9 samt bypass hull 10 viser også.

Fig. 10 er et skjematisk delvis gjennomskåret perspektiv av Innstrømmingsanordningen 20 som viser utløps ende fra

- 15 innstrømmingsanordningen 20 inn i produksjons kammer 21. der veggen i produksjons kammer 21 er delvis fjernet.

Fig. 11 er et skjematisk delvis gjennomskåret perspektiv av

- 20 Innstrømmingsanordningen 20 som viser utløp fra produksjons kammer 21 in i rørstreng 5 gjennom hull 22 i rørstreng 5.

Fig. 12 er et skjematisk delvis gjennomskåret perspektiv av

- 25 Innstrømmingsanordningen 20 med kombinasjon av to Innstrømmingsanordninger 20 der den ene former tilbake strømnings anordning 23 for å hindre tilbake strømming av vann inn til reservoar.

Fig 13 viser et snitt av en utførelse med kun 1 flyteelement.

DETALJERT BESKRIVELSE

30

Det skal forstås at de forskjellige utførelsesformer av foreliggende oppfinnelse som er beskrevet heri, kan benyttes i forskjellige orienteringer, slik som skrånende, invertert, horisontal, vertikal, etc., og i forskjellige konfigurasjoner, uten å avvike fra prinsippene ifølge foreliggende oppfinnelse. Utførelsene er

bare beskrevet som eksempler på nyttige anvendelser av prinsippene ifølge oppfinnelsen, som ikke er begrenset til noen spesifikke detaljer av disse utførelsene.

- 5 I den følgende beskrivelse av de representative foretrukne utførelsene av oppfinnelsen blir retningsbestemmelser, slik som "over", "under", "øvre", "nedre" osv. For å gjøre det lettere å referere til de medfølgende tegninger.

Utførelsene som er beskrevet nedenfor, omfatter en anordning som automatisk
10 styrer strømmen fra en underjordisk formasjon til en rørformet streng som er lokalisert i en hydrokarbonproduserende brønn. Selv om tegningene illustrerer en rørformet streng orientert i en horisontal retning, skal det forstås at oppfinnelsen gjelder for rørformede strenger orienterte i vertikal retning, så vel som hvilken som helst annen retning.

15

En foretrukken utførelse representativt illustrert i fig. 1 er et brønnsystem 40 som utviser prinsipper for foreliggende oppfinnelse. En rørformet streng 5 (som en produksjonsrørstreng) er installert i en borehull 41 i en brønn. Den
rørformede streng 5 innbefatter flere brønnskjermer 1 plassert langs et generelt
20 horisontalt parti av borehullet 41.

En eller flere av brønnskjermene 1 kan plasseres i en isolert del av brønnboringen 41, for eksempel mellom pakningene 42 satt i brønnhullet. I tillegg eller alternativt kan mange av brønnskjermene 1 plasseres i en lang,
25 kontinuerlig del av brønnhullet 41 uten at pakningene isolerer borehullet mellom skjermene.

Gruspakker kan dersom ønskelig installeres omkring noen eller alle brønnskjermene 1. En rekke ekstra brønnutstyr (slik som ventiler, sensorer,
30 pumper, styrings- og manøvreringsanordninger, etc.) kan også tilveiebringes i brønnsystemet 40.

Det skal klart forstås at brønnsystemet 40 bare er representative for et brønnsystem der prinsippene ifølge oppfinnelsen kan utnyttes fordelaktig.

Imidlertid er oppfinnelsen ikke begrenset til detaljene i brønnsystemet 40 beskrevet heri. For eksempel kan skjermene 1 isteden plasseres i en forankret og perforert del av et borehull, idet skjermene kan plasseres i en generelt vertikal del av et borehull, kan skjermene brukes i en injeksjonsbrønn snarere enn i en produksjonsbrønn, etc.

Som beskrevet mer fullstendig nedenfor, er skjermene 1 en del av en innstrømningsstyringsanordning 20. Imidlertid bør det klart forstås at det ikke er nødvendig for innstrømningsstyringsanordning 20 å inkludere et skjerm 1, siden en innstrømningsstyringsanordning om ønskelig kan benyttes alene uten en skjerm.

Hver innstrømningsanordning 20 er justert ved å velge riktig tetthet på flyteelementene 6 og 7, for å variabelt begrense strømmen fra en tilstøtende sone inn i den rørformede strengen 5. Når sonen som tilsvarende tilhører en bestemt innstrømningsanordning 20 frembringer en større andel av et uønsket fluidum (som vann, eller noen ganger gass), vil innstrømningsanordning 20 i økende grad begrense strømmen fra denne sonen. Dermed vil de andre sonene som produserer en større andel av ønsket fluid (som olje), bidra mer til produksjonen via den rørformede streng 5. Siden det vil være et større trykkfall fra formasjonen til den rørformede streng 5, på grunn av at en sone er stengt av. Hvilket igjen resulterer i en større produksjon av ønsket fluid.

Fig.2 viser en utførelse av huset 8. Huset er fylt med en lett olje med lavere tetthet enn vann. De tre flyteelementene ligger i bunnen av kammeret 8c som er dannet i huset 8. Flyteelement 6.1 og 6.2 har en tetthet som gjør at det synker i vann mens element 7 flyter i vann og synker i lett olje. Eksempelvis kan element 7 ha en tetthet på 0,93 slik at det synker i olje. Element 6.2 stopper mot bunnen i kammer 8c og flyteelement 7 ligger oppå flyteelement 6.2, idet begge synker i oljen som er til stede i kammeret som eksempelvis kan ha en tetthet på 0.8. Videre stopper flyteelement 6.1 mot en stopper 6.a i kammeret 8c. Dette etterlater innstrømningsanordningen 20 åpen for gjennomstrømning da hull 9b i kammeret er 8c åpent. Avstanden mellom bunn og topp i kammer 8c er tilpasset slik at flyteelement 6.2 akkurat har plass til element 7 oppå seg når hull

9 er åpent, det vil si at begge elementene synker dersom en lett ønskelig produksjonsveske er tilstede i huset 8b og kammer 8c.

5 Dersom huset 8 vist i fig. 2 vendes eller snues opp-ned, vil alle flyteelementene 6.1, 6.2 og 7 forflytte seg til motsatt ende i kammer 8c og ventilen vil fortsatt være åpen. Dersom huset 8b med kammer 8c gjøres buet, vil man kunne dreie huset 8 360 grader rundt og det vil kunne fungere etter intensjonen i alle posisjoner med unntak av rett ned, som alltid vil være stengt. Derved er huset 8 med kammer 8c ikke avhengig av installasjonsretning/orienteringen i brønn, og
10 man slipper alle former for indeksering under og/eller etter installasjon i brønnen.

Fig.3 viser en situasjonen der brønnen produserer en uønsket veske, eksempelvis vann. Element 7 flyter opp og stenger for utløp 9b. Element 6.1
15 hindrer flyteelement 7 i og forflytte seg for høyt eller passere utløp 9b, da den danner et flyttbart tak i kammeret 8c. Dette taket vil være alternerende mellom element 6.1 eller 6.2 alt etter posisjonen til kammer 8c i brønnen. I en posisjon vil element 6.1 danne tak og i en annen vil element 6.2 danne taket.

20 Vekten på flyteelement 6.1 og 6.2 kan også justeres slik at når ønsket veske er tilstede, så utøver de et press ned på element 7. For å oppnå dette kan stoppelementer 6a og 6b justeres litt inn mot senter av kammer 8c. For å oppnå full stengning av utløp 9, må element 7 løfte enten element 6.1 eller 6.2 litt opp fra sin stopper. Ved korrekt vektjustering av element 6.1 og 6.2, vil det kunne
25 oppnås når den uønskede vesken stiger opp til det respektive element. Da vil løftekraften fra vesken kombinert med løft fra element 7 kunne løfte taket som utgjøres alternerende av element 6.1 og 6.2 avhengig av posisjon opp fra sin stoppelement 6a eller 6b, slik at element 7 suges fast i utløps hulet 9b.

30 I innstrømningsstyringsanordningen 20 vil det alltid nedstrøms for huset 8 og kamrene 8c alltid være et sug på grunn av trykkfallet skapt av de produserende

sonene. Dette suget vil suge elementene 7 fast i hullene 9 når det er en uønsket veske til stede.

- 5 Ved normal produksjon vil derfor ikke element 7 kunne løsne fra hullene 9 og produksjon fra avstengte områder vil derfor ikke kunne starte opp igjen selv om ønsket veske skulle komme inn i den respektive sonen.

- 10 Har man et oppsett som beskrevet ovenfor der element 6.1 eller 6.2 utøver et press nedover mot element 7, f.eks. når det er lett veske tilstede, så vil dette dytte element 7 av hull 9. Dette vil skje når det samlede nedovervirkende presset fra element 6.1 eller 6.2, kombinert med nedovervirkende press fra element 7, som også synker i ønsket veske, er større en suget fra produksjonen. Slik vil produksjonen fra stengte soner kunne gjenopptas automatisk om ønsket veske skulle returnere til sonen.

15

Fig.4 viser en konfigurasjon der alle elementene 6.1, 6.2 og 7 flyter i ønsket produksjonsfluid. Om det f.eks. det kommer gass inn, vil alle elementene synke. Ettersom gass er lett, vil 6.1 synke først og utøve et press ned mot elementet 7.

- 20 Når gassen er på et nivå som får elementet 7 til å synke vil 6.1 og 7 gradvis synke ned til utløp 9 og blokkere dette. Full blokkering skjer når også element 6.2 ser nok gass til at det synker ned og tillater dette.

- 25 Når så den ønskede tunge vesken returnerer, vil igjen elementene flyte opp. Løft fra 6.2 og 7 vil overvinne suget ifra produksjonen som holder element 7, og hullet 9 vil åpne for strømning.

- 30 Ved å velge en gjennomsnittlig tetthet, fortrinnsvis fra 600 kg/m^3 til 800 kg/m^3 , ettersom oljens tetthet typisk er noe mindre enn 900 kg/m^3 , vil elementene 7, 6.1, 6.2 være i en flytende eller "frittflytende" tilstand så lenge gassen potensielt innbefattet i væsken ikke senker den totale tettheten av væsken under den valgte deltetthet. På den annen side, hvis tilstrømningen av gass skulle resultere i en total væsketetthet som er omtrent lik elementenes tetthet, vil elementene 7, 6.1, 6.2 ha "nøytral oppdrift" og vil synke ned i kammer 8c og

dekke til utløpshull 9 på grunn av trykkfallet over disse. Utløpshull 9 vil da bli blokkert element 7.

5 Tettheten til elementene 7, 6.1,6,2 velges fortrinnsvis mellom oljetettheten og tettheten til gass. Hvis oljen og gassen skilles i kammeret 8c (dvs. gass med lavere tetthet over oljen med høyere tetthet), vil elementet 7 legge seg i grensesnittet mellom oljen og gassen.

10 Når grensesnittet faller ned i kammeret 8c (det vil si en økende andel gass i kammeret), vil et økende antall av utløpshull 9 bli blokkert av elementene 7. Når grensesnittet stiger opp i kammeret 8c (det vil si en økende andel olje i kammeret), vil et avtagende antall av utløps hull 9 bli blokkert av elementene 7.

15 Således gir innstrømmingsanordning 20 flere fordeler. Når andelen gass øker, øker restriksjonen til strømmen av fluidet gjennom innstrømmingsanordning 20 også. Videre blokkerer elementene 7 de øverste utløpshull 9 som er mer utsatt for gassen i kamrene 8.c. Til slutt vill alle utløpshull 9 i innstrømmingsanordningene 20 være stengt. Derved oppnås et større trykkfall over disse innstrømmingsanordningene 20, noe som øker trykkfallet over andre soner i
20 brønnen og igjen fører til større produksjon fra oljeproduserende soner. Totalt sett tillates en større produksjon av olje fra andre soner å strømme inn i den rørformede streng 5.

25 Det kan være tilfeller hvor en fullstendig nedlukning av produksjonen er uønsket, uansett hvor stor andelen gass er i væsken. Valgfrie bypassutløp 10, som vist i fig 9, kan brukes til å tilveiebringe kommunikasjon mellom det indre av huset 8 og den indre del av produksjonskammeret 8c eller direkte inn i den rørformede strengen 5. Dette vil tillate noe produksjon selv om elementene 7 kan ha avstengt eller strupt strømmen gjennom utløpshullene 9 (slik som i
30 tilfeller med store mengder gass i fluidet).

Fig.5 viser en gassversjon i stengt utførelse med element 6.1 og 7 sunket ned mens element 6.2 bare er delvis nedsunket da nedre del av kammer 8c er fylt med ønsket veske.

Fig.6 viser innstrømningsstyringsanordningen 20 montert i enden av en skjerm 1.

- 5 Fig.7 viser innstrømningsstyringsanordningen 20 montert i enden av en skjerm 1. Innstrømningsstyringsanordningen 20 er vist delvis gjennomskåret. Inne i huset 8 ser vi de buede kamrene 8 samt flyteelementene 6 og 7.

- 10 Fig.8 viser et riss sett inn fra skjermenden. Man ser at strømningsåpninghullene er fullstendig åpne rett inn mot skjermen. Dette skjer fordi alle flyteelement befinner seg i en ønsket produksjonsveske og derved er synker ned.

- 15 Strømningen vil være aksial mellom skjermen 1 og den rørformede strengen 5 gjennom strømningsåpning hull 9. Den aksielle strømningen oppnås ved at kammer 8.c er fullt eksponert mot skjerm-/reservoarsiden gjennom store åpninger i huset 8 her utgjort av spor 8.2 i huset 8 sin bak veg 8.1.

- 20 Dette utgjør ytterligere en fordel, da man ikke trenger å strøme brønnens produksjon inn i et kammer som flyteelementene befinner seg i for så å strøme produksjonen forbi flyteelementene. Ved en situasjon der strømmen fra brønnen må strøme forbi flyteelementene for så å strøme ut gjennom hull 9, vil man kunne risikere å stenge hull 9 på grunn av at strømningshastigheten forbi flyteelementene vil utøve et løft på disse.

- 25 En slik konfigurasjon vil også være fordelaktig i en forenklet versjon som illustrert i fig 13, der man kun har ett flyteelement 7. Da vil man kunne strøme veske gjennom innstrømningsstyringsanordningen 20 forbi element 7, uten å risikere og løfte dette opp til strømnings åpning hull 9. En slik forenklet versjon kan være fordelaktig i enkelte tilfeller der tetthet en på ønsket og uønsket veske er stor.
- 30

Fig.9 viser innstrømningsanordningen 20 sett fra skjermensiden med også bakveggen 8.1 i hus 8 delvis gjennomskåret, slik at man bedre kan se kammer 8c. Man ser også her stoppere 6a og 6b og bypass-hull 10. Bypass-hullene 10

er der for å alltid tillate en viss minimumsproduksjon gjennom innstrømmingsanordning 20. Dette fordi at den ellers sakte vil fylles opp med uønsket produksjon og derved stenge permanent. Slippes det derimot alltid gjennom litt produksjon, garanteres det at en liten produksjon av et uønsket medium ikke stenger av innstrømmingsanordning 20 permanent.

Antallet sett med kammer 8c og flyteelementer 6.1, 6.2 og 7 er kun illustrativt. Antallet kan være fra 2 og oppover. Ett kammer vil selvsagt ikke være nok til å garantere full uavhengighet fra installasjonsretning, men det kan være aktuelt i noen tilfeller der installasjonsretning ikke er kritisk.

Fg.10 viser innstrømmingsanordning 20 delvis gjennomskåret fra utløpsende inn gjennom et produksjons kammer 21. Et slikt produksjonskammer 21 er ikke nødvendig da det i noen tilfeller kan være ønskelig at utløpshull 9 fra kammer 8.c går direkte inn i den rørformede strengen 5. Dette kan eksempelvis være ønskelig hvis man ønsker et økt sug mot hullet 9. For å øke et slikt sug kan man også la hull9 gå gjennom en lang kanal eller et rør før det går inn i den rørformede strengen. Ved og la vesken gå inn i et produksjonskammer 21, reduseres trykkfallet og element 7 vil lettere slippe taket i hull 9 ved retur av ønsket medium.

Fig.11 viser innstrømmingsanordning 20 delvis gjennomskåret. Utløp 22 fra produksjonskammer 21 inn gjennom den rørformede strengen 5 er også vist.

Fig.12 viser innstrømmingsanordning 20 delvis gjennomskåret der det er lagt til en tilbakestrømmingsanordning 23. Denne kan være identisk med innstrømmingsanordning 20, men bare anordnet slik at den hindrer vann i og synke tilbake inn i reservoar ved en stans i produksjonen. En slik tilbakestrømsanordning 23 kan monteres i samband med innstrømningsanordningen 20 ifølge oppfinnelsen.

Det er heller ikke nødvendig for et bestemt element 7 å blokkere gjennomstrømningen gjennom et respektivt utløpshull 9 helt. Ved en slik installasjon vil bypasshull gjennom innstrømningsanordning 20 måtte styres inn

i utløpshull 9 i fra kammer 8c i innstrømningsanordning 20, slik at bypass fluid ikke kan passere tilbake forbi strømningsanordning 23, som ikke har bypass hull 10.

- 5 Bypassfluid fra hull 10 i innstrømningsanordning 20 vil uansett lett skubbe eventuelt blokkerende elementer i tilbakestrømsanordning fri fra sine respektive hull 9, som korresponderer med hull 9 i innstrømningsanordningen 20. Slik vil man kunne beholde bypassfunksjon fra reservoarsiden, samtidig som man blokkerer fluid fra og strømme tilbake til reservoar dersom den er av en uønsket
- 10 type.

- Utførelsen vist i fig. 13 er basert på kun et flyteelement som beveger seg i kammer 8c. Gjøres kammer 8c buet, så vil man få en versjon som er sterkt forenklet, men man mister fordelene med det flytbare taket som gir en positiv
- 15 endestop akkurat i det hull 9 skal stenges. For at versjonen vist i fig. 13 skal fungere, så er man avhengig av at suget fra brønn holder flyteelement på plass samt at det løsner dersom ønsket fluid igjen kommer inn i kammeret 8c.

- Bypass utløpene 10 kan for eksempel være i form av dyser eller andre typer
- 20 strømningsbegrensere. Utløpene 10 har fortrinnsvis en større begrensning for å strømme derigjennom sammenlignet med utløpene 9, for eksempel slik at hvis fluidet inneholder en stor andel gass, vil bare meget begrenset strøm gjennom bypass utløpene 10 bli tillatt. Utløpene 9 kan også typisk være en form for dyse som kan reguleres.

- 25
- For å forhindre at en overdreven mengde gass eller vann blir produsert fra flere soner, kan fluidet fra forskjellige soner begrenses individuelt ved å anbringe mer enn ett innstrømningsanordning 20 langs den rørformede streng 5. En eller flere innstrømningsanordninger 20 kan brukes til å styre strømmen av væske
- 30 fra hver tilsvarende sone. Som et resultat vil brønnen produsere en økt proporsjon av olje på grunn av det faktum at sonene som produserer overdrevne mengder u-ønskede brønn fraksjoner, blir avstengt eller stadig strupt av innstrømningsanordningene 20.

Det er videre klart at den buede formen på de individuelle kammer 8c med sine element 7, 6.1, 6.2 gjør at innstrømningsanordningen vil være uavhengige av hvilken vei rør strengen havner i brønnen. Opp eller ned mister derfor sin betydning for installasjonen alle avstengnings kammer 8c vil fungere etter intensjonen så lenge utløp hull fra kammer er i senter eller tilnærmet i senter av kammer 8c samt at det gis plass i kammeret 8c til at flyteelementet 7 som skal stenge utløps hull 9 kan befinne seg på begge sider av utløps hull 9 i kammer 8c.

10

Videre løser innstrømningsanordningen i enkelte versjoner problemet med vann som siger tilbake in i formasjonen ved stans i denne.

15

Det kan nå være fullt verdsatt at apparatet 20 i sine forskjellige konfigurasjoner beskrevet ovenfor er i stand til å oppnå en rekke ønskelige fordeler i forskjellige situasjoner. For eksempel, når det er ønskelig å begrense produksjonen av vann fra en gassbrønn (det vil si å produsere gass, men ikke vann), vil konfigurasjonene i fig. 2 anvendes idet elementene 7, 6.1, 6.2 hver har en tetthet som tilnærmet er lik eller mindre enn det for vann. På denne måten vil elementene 7, 6.1, 6.2 enten ha nøytral oppdrift i vannet eller vil flyte på toppen av vannet når vannet kommer inn i huset 8.c, og elementene vil således bæres av vannet til utløps hull 9 og derved å begrense eller forhindre strømming av vannet inn i den rørformede streng 5.

20

25

Som et annet eksempel, når det er ønskelig å begrense produksjonen av gass fra en oljebrønn (det vil si å produsere olje, men ikke gass), vil konfigurasjonen i fig. 4 brukes idet elementene 7, 6.1, 6.2 hver har en tetthet som er mindre enn oljen. På denne måten vil elementene 7, 6.1, 6.2 flyte oven på oljen eller forbli på toppen i kammer 8.c og borte fra utløpshull 9 som vist på fig. 4. Der vil de befinne seg til en tilstrekkelig andel gass blir produsert til at elementene 7, 6.1, 6.2 synker ned i huset 8.c og lukker av (eller i det minste i økende grad begrense) strømming gjennom utløpshull 9. Dette vil begrense eller forhindre strømming av gassen inn i rørstrengen 5.

30

Det skal forstås at det å begrense produksjonen av gass fra en oljebrønn er ganske forskjellig fra det å begrense produksjonen av vann fra en gassbrønn. Ved begrensning av gassproduksjonen fra en oljebrønn er elementene 7, 6.1, 5 6.2 fortrinnsvis ikke nøytralt flytende i væskefasen (oljen), ellers vil medlemmene bli båret med væskestrømmen til utløpshullene 9. Når man begrenser produksjonen av vann fra en gassbrønn, kan elementene 7 være nøytralt flytende i væskefasen (vannet), siden det er ønskelig at medlemmene bæres med væskestrømmen til utløps hull 9 eller for å begrense 10 væskestrømmen inn i rørstrengen 5.

Som et annet eksempel, når det er ønskelig å begrense produksjonen av gass og vann fra en oljebrønn (det vil si å produsere olje, men ikke gass eller vann), vil konfigurasjonene i fig. 2 og 4 kunne kombineres for å oppnå dette.

15 Når fluidet inneholder uønskede væsker (for eksempel vann eller noen ganger gass), øker restriksjonen gjennom apparatet 20. En større andel uønskede væsker i det fremstilte fluid resulterer i en større begrensning for strømming gjennom apparatet 20. Produksjonen fra en sone som frembringer uønskede 20 væsker reduseres således (på grunn av den økte restriksjonen gjennom dets tilsvarende apparat 20), mens produksjon fra andre soner som produserer flere ønskelige fluider, økes.

Alle flyteelementene 7, 6.1, 6.2 har ikke nødvendigvis samme tetthet. Det kan 25 være ønskelig i stedet at elementene 7 kan ha en rekke forskjellige tettheter, og elementene 6.1 og 6.2 har en rekke andre tettheter, slik at elementene har ønsket oppdrift i forskjellige tettheter av væsken.

Selvfølgelig vil en fagmann ved en grundig vurdering av den ovennevnte 30 beskrivelse forstå at mange modifikasjoner, tillegg, substitusjoner, fjerninger og andre endringer kan gjøres til disse spesifikke utførelsene, og slike endringer er innenfor rammen av prinsippene for foreliggende oppfinnelse. Følgelig skal den foregående detaljerte beskrivelse klart forstås som å være gitt som illustrasjon

og bare for eksempel, ånden og omfanget av den foreliggende oppfinnelse er begrenset utelukkende av de vedlagte krav og deres ekvivalenter.

PATENTKRAV

1. Innstrømningsanordning for bruk i en underjordisk brønn hvor formålet er å hindre en eller flere fraksjoner av det produserte medium i å kunne
5 slippe inn produksjonsrøret, der innstrømningsanordningen omfatter minst ett kammer (8c) med minst tre flyte/synke-elementer (6.1, 6.2, 7) inne i kammeret,
karakterisert ved at de minst tre flyte/synke-elementer (6.1, 6.2, 7) omfatter et øvre bevegelig element (6.1), et midtre bevegelig
10 element (7), og et nedre bevegelig element (6.2), der nevnte midtre bevegelige element (7) er anordnet mellom det øvre bevegelige elementet (6.1) og det nedre bevegelige elementet (6.2), der kammeret (8c) har en innløpsåpning (50) rettet mot innstrømningsretningen (20) til kammeret, der kammeret (8c) har en utløpsåpning (9) som fører til
15 produksjonsrøret, der det midtre bevegelige elementet (7) er innrettet til å blokkere strømmingen fra innløpsåpningen (50) til utløpsåpningen (9) når et uønsket medium produseres, der det midtre bevegelige elementet (7) er innrettet til ikke å blokkere strømmingen fra innløpsåpningen (50) til utløpsåpningen (9) når et ønsket medium produseres, der det nedre
20 bevegelige elementet (6.2) er innrettet til å danne et bevegelig gulv for det midtre elementet (7) og det øvre bevegelige elementet (6.1) er innrettet til å danne et bevegelig tak for det midtre bevegelige elementet (7), der huset omfatter en støtteflate/stopper (6.a) anordnet for å danne et endestopp/anslag nedover for det øvre bevegelig element (6.1) samt
25 en støtteflate/stopper (6.b) anordnet for å danne et endestopp/anslag oppover for det nedre bevegelig element (6.2).
2. Innstrømningsanordning ifølge krav 1, der det minst ene kammer (8c) er
30 hovedsakelig rett, buet, konkav, V-formet og/eller avsmalnende på midten.
3. Innstrømningsanordning ifølge krav 1 eller 2, der kammeret (8c) har en lengdeutstrekning, og der de bevegelige flyte/synke-elementer (6.1, 6.2, 7) er bevegelige langs med lengdeutstrekningen.

4. Innstrømningsanordning ifølge krav 3, der de bevegelige flyte/synke-elementer (6.1, 6.2, 7) er bevegelige over kun en del av lengde-utstrekningen.
- 5
5. Innstrømningsanordning i henhold til et av de foregående krav, der det øvre bevegelige elementet (6.1) og nedre bevegelige elementet (6.2) er bevegelige, og der de i en første posisjon danner en støtteflate og i en andre posisjon ikke danner en støtteflate for det midtre elementet (7).
- 10
6. Innstrømningsanordning i henhold til et av de foregående krav, der minst én av det øvre bevegelige element (6.1), midtre bevegelige element (7) og nedre bevegelige element (6.2) har ulik egenvekt/tetthet.
- 15
7. Innstrømningsanordning i henhold til et av de foregående krav, der minst ett av de tre flyte/synke-elementer (6.1, 6.2, 7) har en tetthet høyere enn vann eller 1 kg/dm^3 , og der minst ett av de tre flyte/synke-elementer (6.1, 6.2, 7) har en tetthet som er lavere enn vann eller 1 kg/dm^3 .

Fig. 1

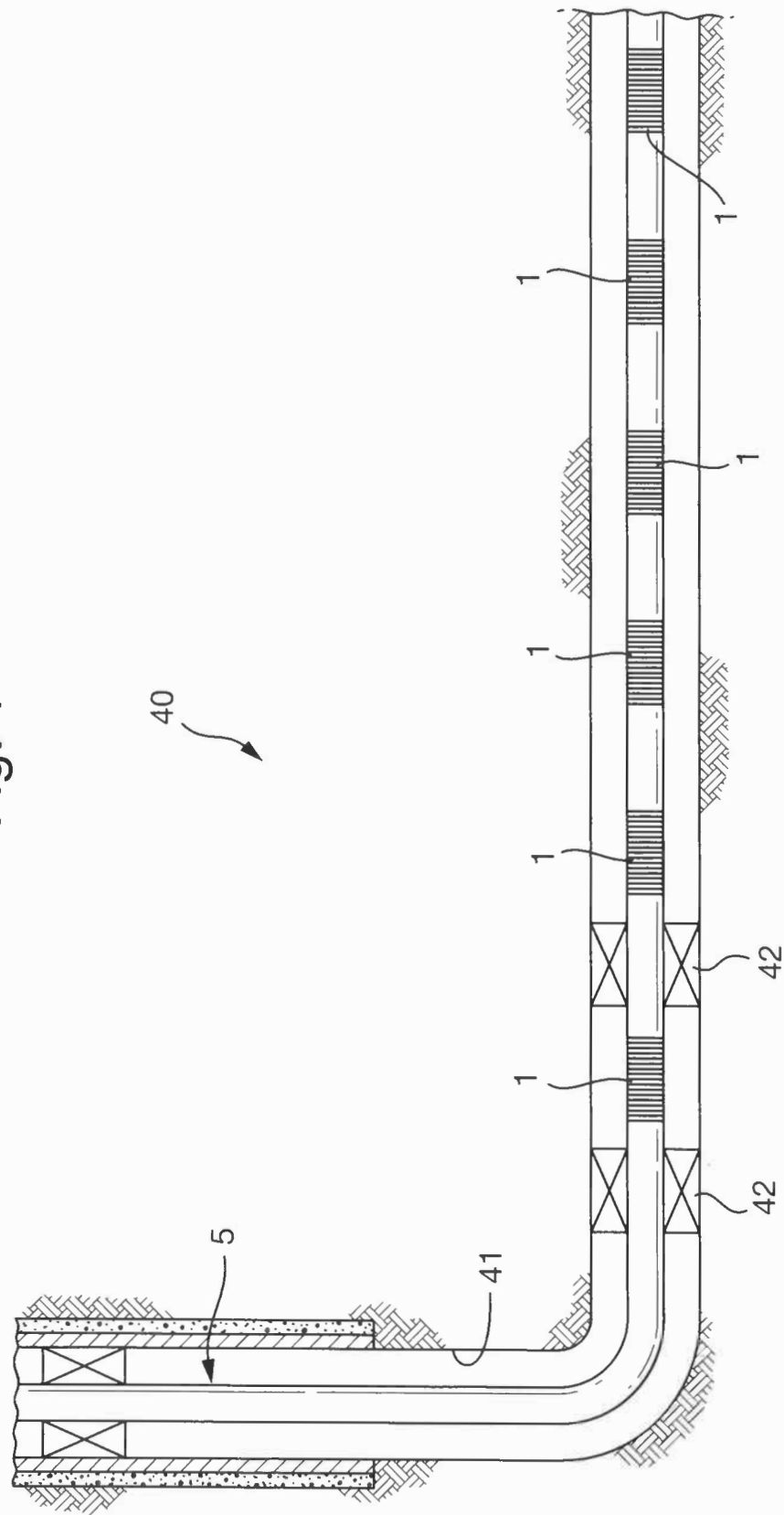


Fig. 2

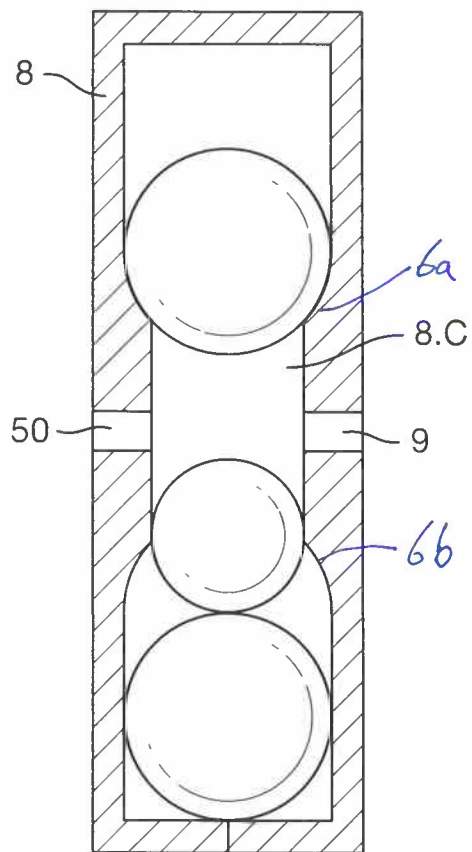


Fig. 3

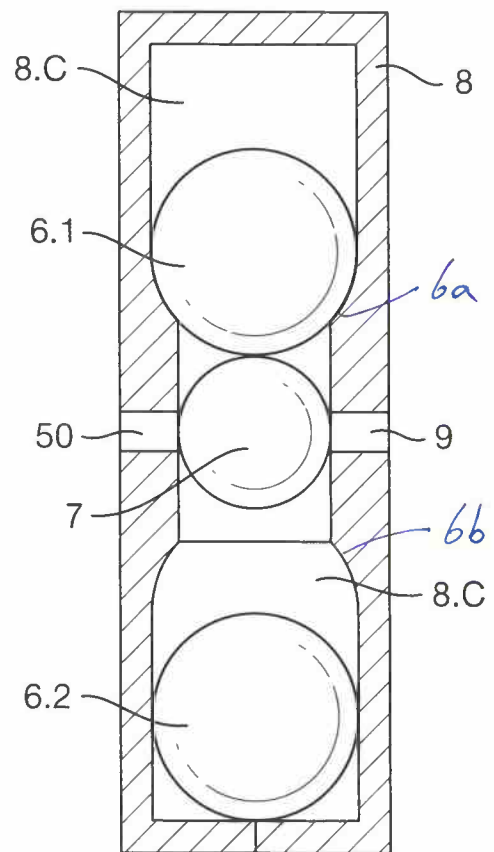


Fig. 4

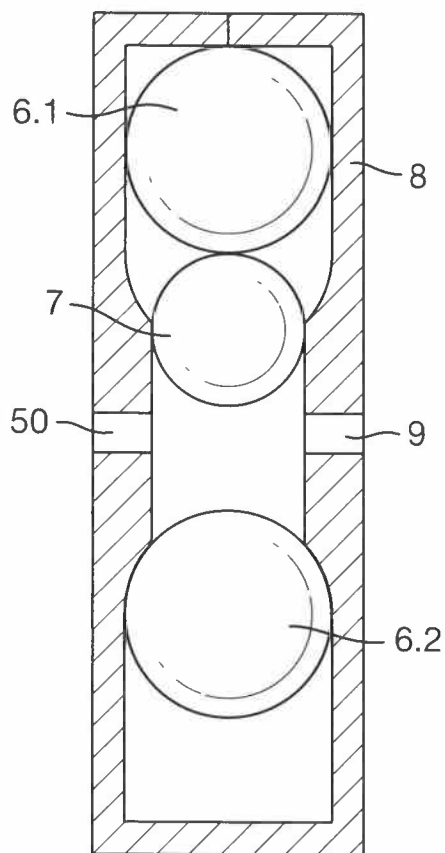


Fig. 5

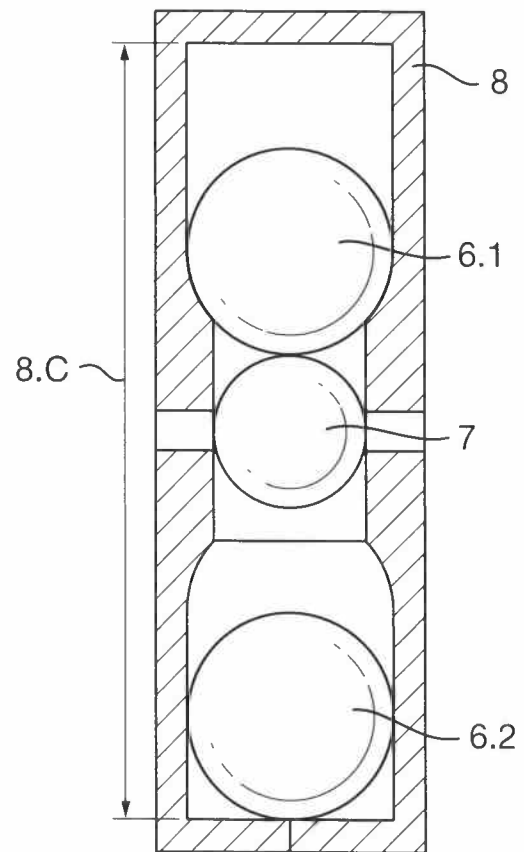


Fig. 6

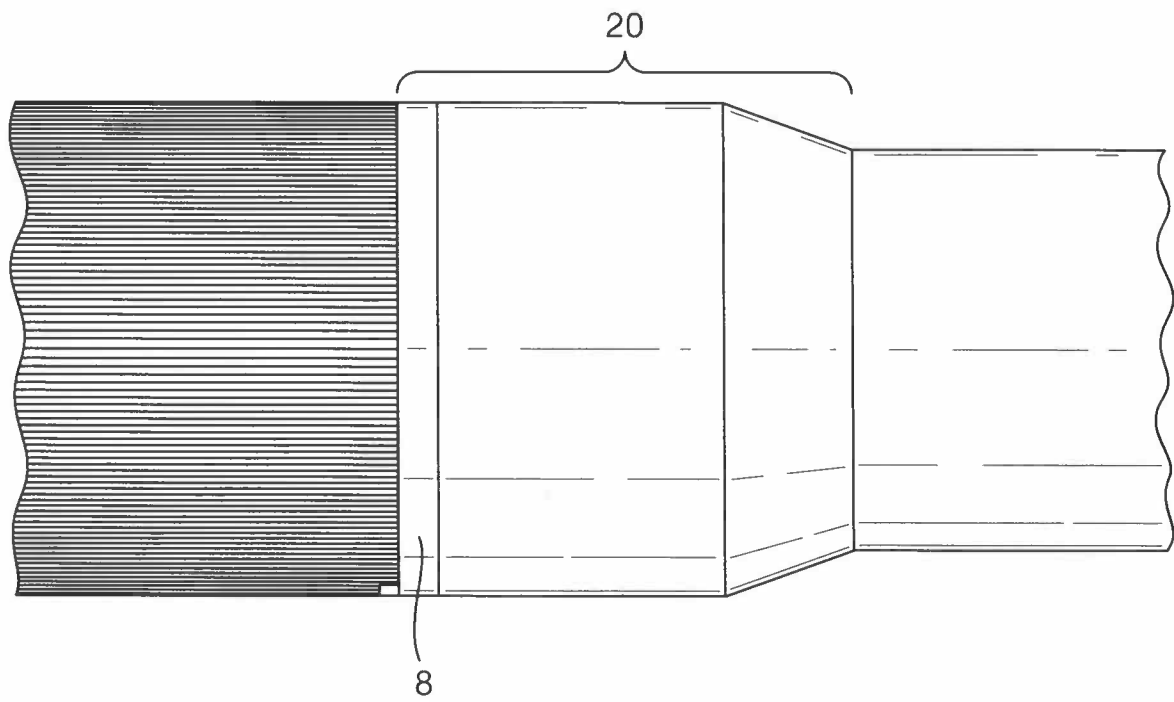


Fig. 7

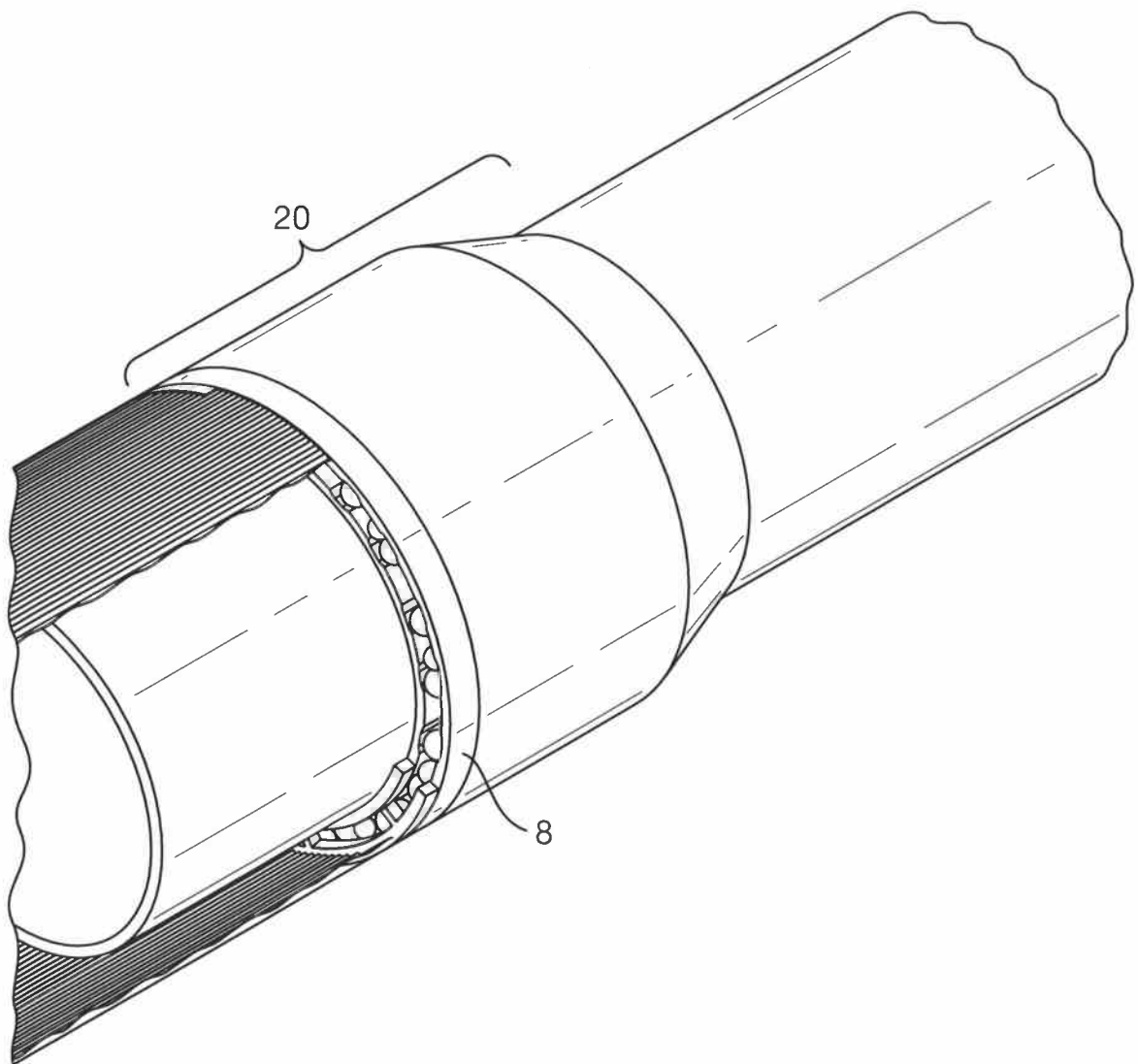


Fig. 8

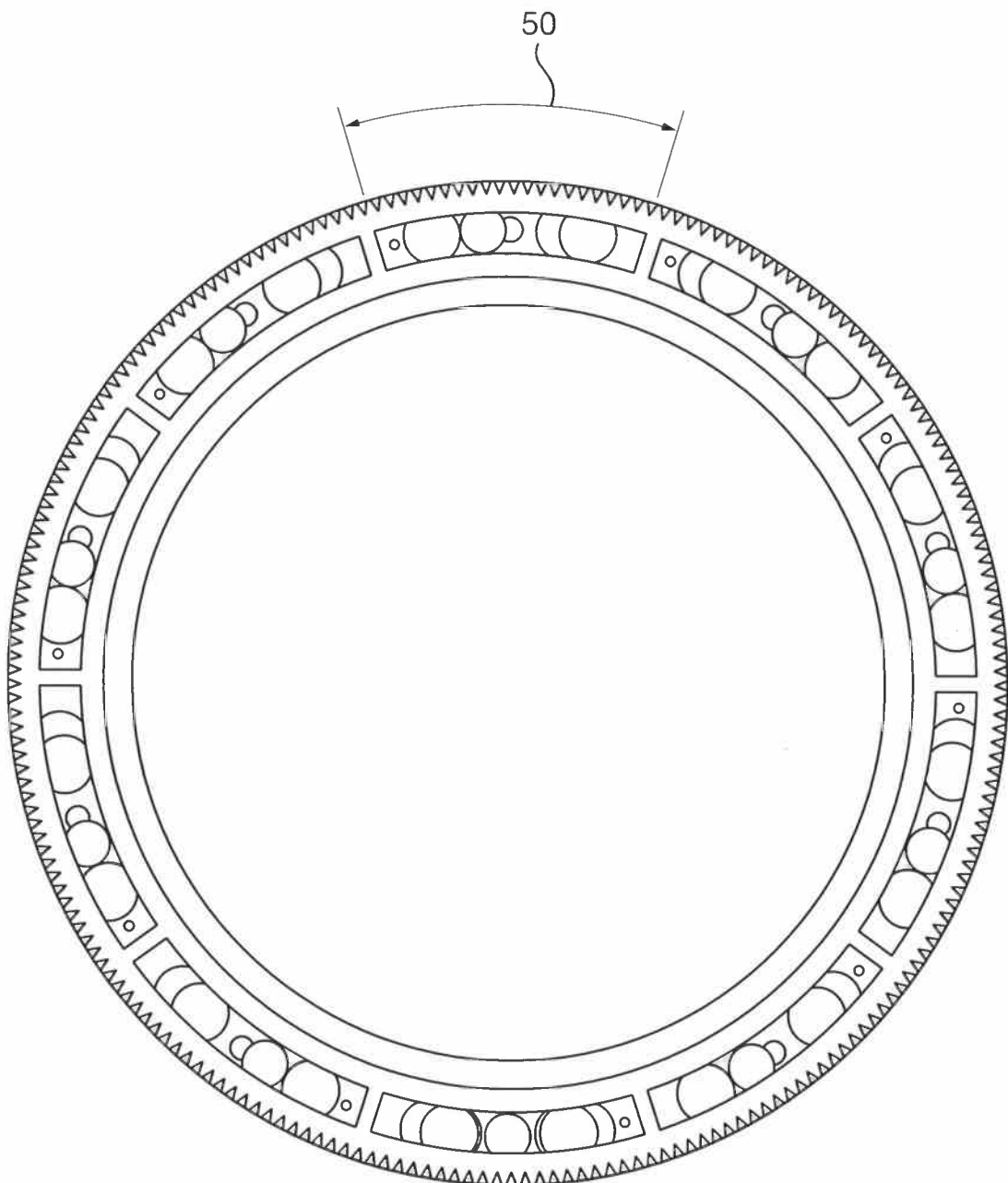


Fig. 9

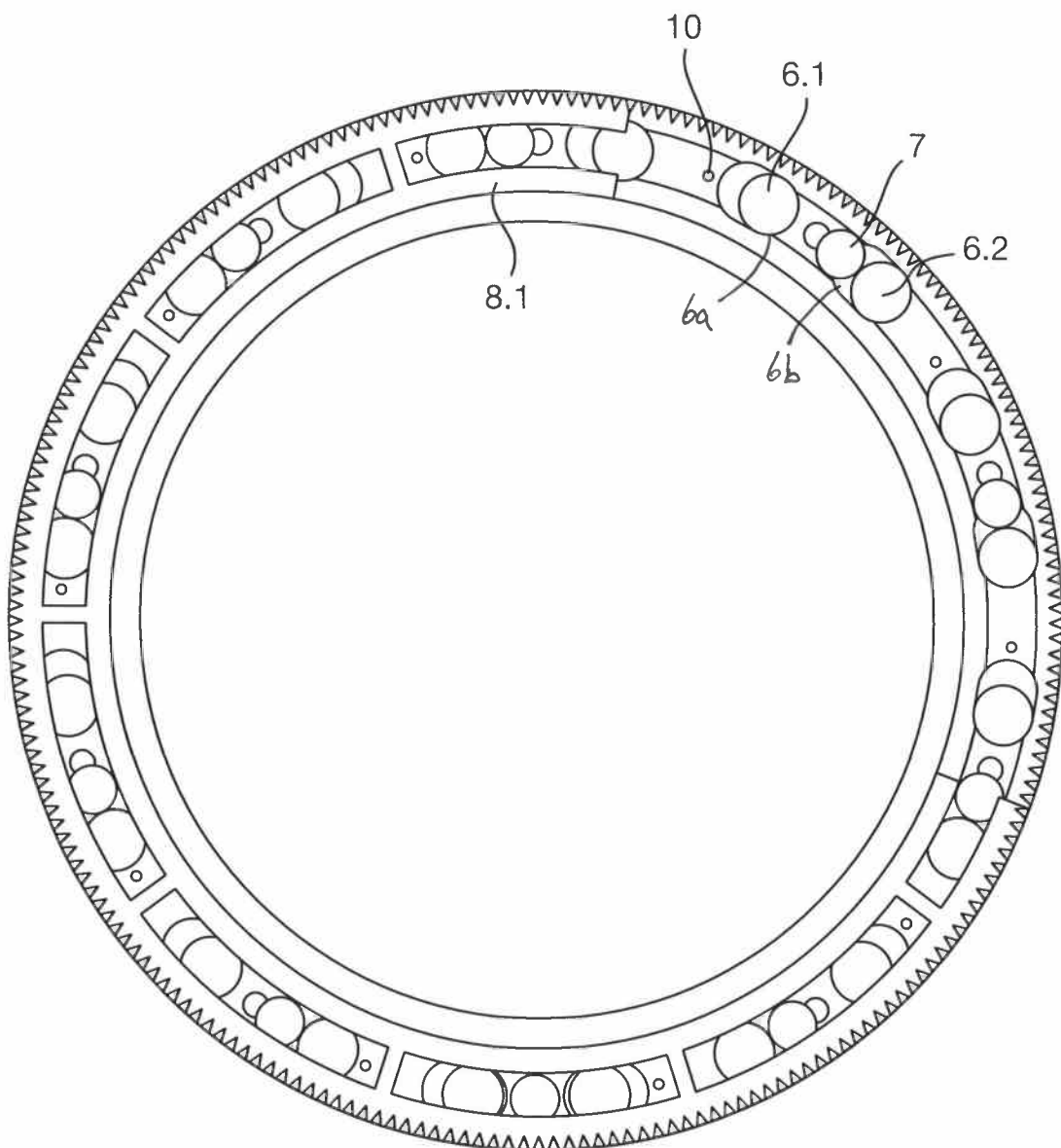


Fig. 10

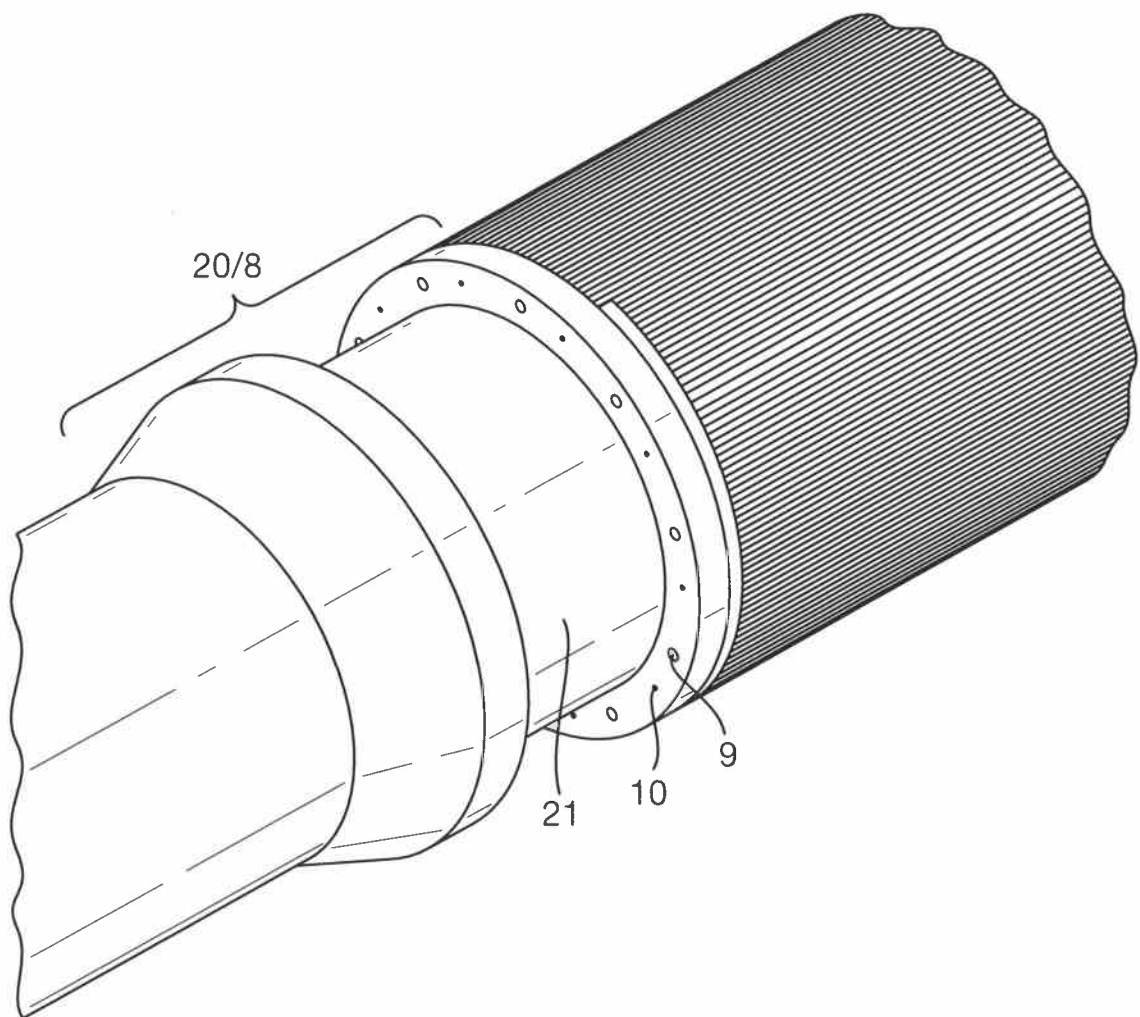


Fig. 11

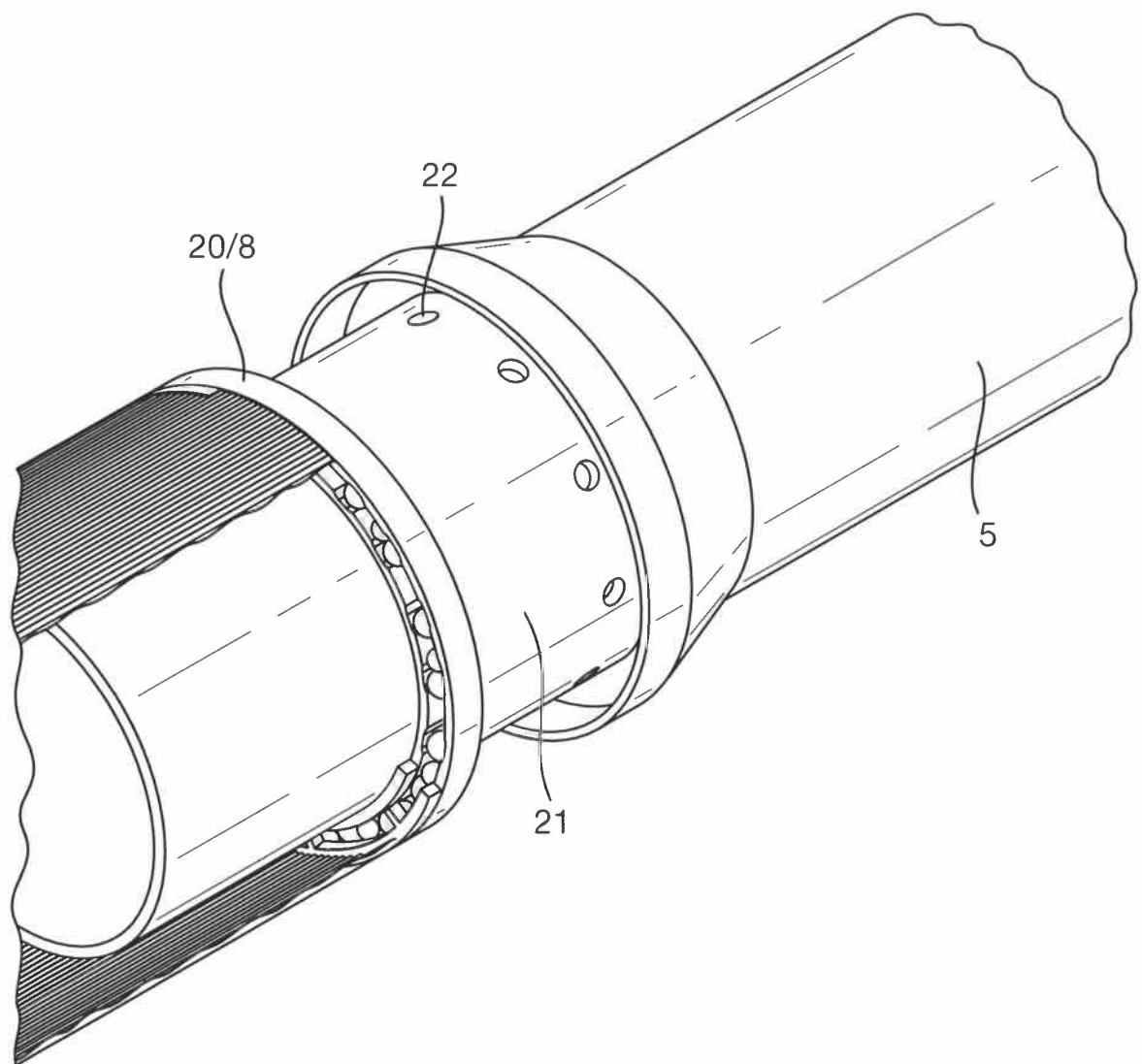


Fig. 12

