



(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **335378**

(13) **B1**

NORGE

(51) **Int Cl.**

E21B 17/01 (2006.01)

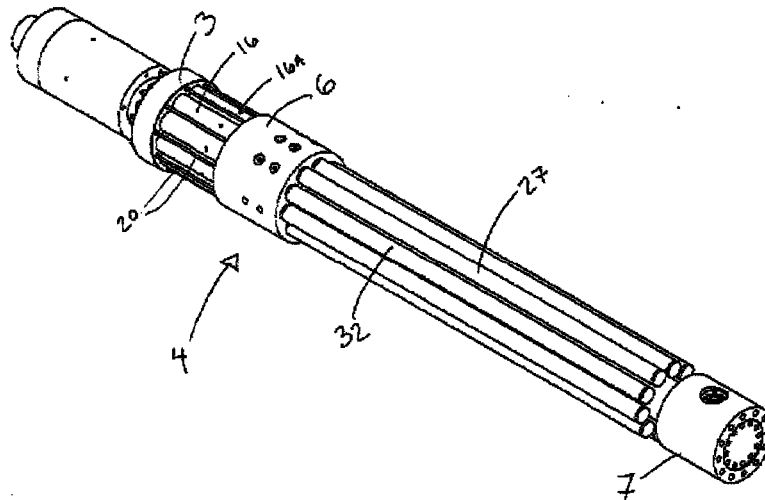
E21B 17/06 (2006.01)

E21B 17/07 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20130036	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2013.01.08	(85)	Videreføringssdag
(24)	Løpedag	2013.01.08	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2014.07.09		
(45)	Meddelt	2014.12.08		
(73)	Innehaver	FMC Kongsberg Subsea AS, Postboks 1012, 3601 KONGSBERG, Norge		
(72)	Oppfinner	Geir Tandberg, Rosevegen 14, 3408 TRANBY, Norge Olav Inderberg, Veungsdalsveien 99, 3615 KONGSBERG, Norge Hans-Paul Carlsen, Heddalsvegen 554, 3677 NOTODDEN, Norge Bernt Olav Tømmermo, Anundskåsveien 88D, 3675 NOTODDEN, Norge Simen Rønne, Olavsgt. 42B, 3612 KONGSBERG, Norge Tor-Øystein Carlsen, Zienersvingen 10, 3610 KONGSBERG, Norge Anthony Muff, Møllergata 13, 3616 KONGSBERG, Norge Arild Sundkvist, Torsten Stenbeksvei 4, 3610 KONGSBERG, Norge Pål Fadum, Glogersv. 12, 3610 KONGSBERG, Norge Roy Arne Klevstad, Rådmannottesenvei 14, 3610 KONGSBERG, Norge Thor-Arne Løvland, Pilestredet 51 B, 0350 OSLO, Norge		
(74)	Fullmektig	Onsagers AS, Postboks 1813 Vika, 0123 OSLO, Norge		
(54)	Benevnelse	sikkerhetsskjøt		
(56)	Anførte publikasjoner	US 2011/127041 A1 US 4712620 A US 6530430 B2 US 2012/031622 A		
(57)	Sammendrag			

Oppfinnelsen omhandler en sikkerhetsskjøt og fremgangsmåte for operering, sikkerhetsskjøten omfatter: en første stigerørssdel og en andre stigerørssdel overlappende i en aksial retning og med endeforbindelser for å være forbindbar som del av et stigerør, en frigjøringsenhet som låser de to stigerørssdelene sammen i en ikke-aktivert modus, frigjøringsenheten har andre moduser omfattende en delvisaktivert modus og hel-aktivert modus, hvor frigjøringsenheten omfatter i det minste én aksialt forløpende strekkstang forbundet mellom de to stigerørssdelene, hvilken strekkstang er konfigurert til å deformere plastisk før brudd, for derved å aktivere de delvis- og hel-aktiverte modusene, og i det minste et sylinderrangement, hvor sylinderrangementet er anordnet slik at det kompenserer sikkerhetsskjøten og den minst ene strekkstangen for innvendig trykk i stigerøret i den ikke-aktiverte modusen, og den delvisaktiverte modusen, og sikkerhetsskjøten i den hel-aktiverte modusen.



Oppfinnelsens anvendelsesområde

Oppfinnelsen omhandler en sikkerhetsskjøt, og en tilhørende fremgangsmåte for operering, for benyttelse som en del av en stigerørskonfigurasjon offshore. Mer spesifikt omhandler oppfinnelsen en trykbalansert sikkerhetsskjøt omfattende en frigjøringsenhet.

Bakgrunn for oppfinnelsen

Stigerør benyttes vanligvis til å forbinde hydrokarbonbrønner på havbunnen med flytende strukturer offshore. Et stigerør er vanligvis laget av lengder med stålrør med en signifikant diameter, noe som gjør dem tunge. Den flytende strukturen må derfor påføre strekk på stigerøret for å forhindre at det bøyes (Eng. buckling) og muligens kollapser av sin egen vekt, og forhindre vekten fra å virke på brønnhodet. Dette strekksystemet er også kompensert for bevegelser av plattformen relativt havbunnen, for eksempel ved å holde et relativt jevnt strekk i stigerøret. Problemer kan oppstå når plattformen utsettes for forhold utenfor normale operasjonsområder for drift slik som drive-off og drift-off, eller dersom hivkompenseringsystemet ikke fungerer tilfredsstillende. Alle disse betingelsene kan resultere i overdrevent strekk (Eng. excessive tension) i stigerøret, og på et tidspunkt vil stigerøret brette (Eng. break). For å adressere dette problemet, kan stigerøret være utformet med en svak kopling (Eng. weak link) som har en lavere strekkrangering enn de andre komponentene av stigerøret slik at en får et brudd ved et gitt/ forhåndsbestemt punkt i stigerøret når det er et gitt strekk i stigerøret, som er kjent før hendelsen inntreffer.

En svak kopling skal oppfylle de følgende kravene:

- Beskytte barrierer, både primære og sekundære
- Beskytte personell
- Beskytte miljøet

En konvensjonell svak kopling omfatter to deler som er løsbart forbundet til hverandre med, for eksempel, tapper, hvilke frakturerer ved en forhåndsbestemt strekk-kraft. Slike konvensjonelle svake koplingssystemer skal være i stand til å motstå strekk-krefter påført på den svake koplingen ikke bare fra offshorestrukturen, men også fra brønntrykk. Tappene må derfor rangeres til å separeres ved en strekk-kraft som er en kombinasjon av denne separasjonskraften fra brønntrykket og strekket påført fra overflaten. Brønntrykket fluktuerer. Ved høye brønntrykk kan en konvensjonell svak kopling tilveiebringe en veldig begrenset driftsutnyttelse ettersom at den vil tåle veldig begrenset med eksternt strekk før den ryker/brekker, og ved lave trykk kan en konvensjonell svak kopling mislykkes å beskytte systemet ettersom at den vil kunne motstå relativt stort eksternt strekk før den ryker. Dette kan være et problem, både med hensyn til operasjonsvinduet, men også i forhold til sikker beskyttelse av eksisterende utstyr på brønnhodet, slik som barrieren inne i brønnen.

Et annet element med standard svake koplinger er at å bryte en svak kopling i et stigerør som et resultat av overdrevent strekk, for eksempel som et resultat av drive-off, drift-off eller en plutselig økning i fluidtrykket inne i stigerøret, vil frigjøre massive krefter som vil virke på stigerøret og gi stigerøret en uønsket oppførsel.

- 5 Dersom stigerøret ryker, som et resultat av overdrevent strekk, vil stigerøret fungere som en uttrukket fjær, og i et worst case scenario skyte ut av vannet som et prosjektil i retning offshorestrukturen og forårsake stor skade på personell og/eller strukturen/plattformen. Et annet problem kan være at dersom den svake koplingen og/eller stigerørskoplingen ryker, kan innelåst gass eller hydrokarboner slippes ut i
- 10 sjøen eller til overflaten. I slike situasjoner er ønskelig å være i stand til å kontrollere oppførselen til stigerøret og innholdet i stigerøret, og, kunne gjennomføre en kontrollert frikopling. Ulike løsninger har blitt benyttet i de tekniske feltene vedrørende svake koplinger og trykk-kompenserte stigerørskoplinger, inkludert EP 2310613, US 8181704, US 5382052, US 4361165
- 15 og US 4059288. Ytterligere sikkerhetsskjøter er vist i US 4712620 A1, US 6530430 B2 og US 2012/031622 A.

Et formål med den foreliggende oppfinnelsen er derfor å tilveiebringe en sikkerhetsskjøt som begrenser problemene relatert til svake koplinger og tillater et større operasjonsvindu sammenlignet med tradisjonelle svake koplinger.

20 Sammendrag av oppfinnelsen

Oppfinnelsen omhandler en sikkerhetsskjøt, og mer spesifikt en sikkerhetsskjøt som muliggjør at et stigerør holdes intakt over en lengre tidsperiode, og kan opprettholde noe strekk i stigerøret dersom hivkompenseringsystemet er låst, slik at en operatør har tid til å gjennomføre en standardfrigjøring av stigerøret fra brønnhodet.

- 25 Sammenlignet med en tradisjonell svak koplingsdesign, oppfyller sikkerhetsskjøten ifølge oppfinnelsen de følgende formålene:

- Forlengte tilgjengelig tid til å gjennomføre ESD (Nødnedstengning)/EQD
- Tilveiebringe strekk i stigerøret etter aktivering av sikkerhetsskjøten
- 30 • Begrense rekyl forårsaket av frigjøring av hydrokarboner
- Uavhengig av innholdet stigerøret
- Ingen kutting/lukking av boring
- Uavhengig av innvendig trykk
- Miljøvennlig

35

Sikkerhetsskjøten ifølge oppfinnelsen omfatter en første og en andre stigerørdsdel, som utgjør indre og ytre stigerørdsdeler, henholdsvis, hvilke deler er henholdsvis forbundet til en øvre og nedre del av stigerøret når benyttet i et stigerør.

- 40 Disse første og andre stigerørdsdeler er initielt låst til hverandre med en frigjøringsenhet som tilveiebringer frigjøringsfunksjonalitet for de to delene, som vil bli forklart nedenfor. Denne frigjøringsenheten vil i en låst tilstand bevege de to stigerørdsdelene som én enhet.

Oppfinnelsen er fremlagt og karakterisert i de selvstendige kravene, mens de uselvstendige kravene beskriver andre karakteristikk ved oppfinnelsen.

Oppfinnelsen omhandler en sikkerhetsskjøt omfattende:

5 en første stigerørsgdel og en andre stigerørsgdel overlappende i en aksiell retning og med endeforbindelser for å være forbindbar som del av et stigerør,

en frigjøringsenhet, som låser de to stigerørsgdelene sammen i en ikke-aktivert modus, frigjøringsenheten har andre moduser omfattende en delvis-aktivert modus og hel-aktivert modus,

10 hvor frigjøringsenheten omfatter i det minste én aksielt forløpende strekkstang forbundet mellom de to stigerørsgdelene, hvilken strekkstang er konfigurert for å deformere plastisk før brudd, for derved å aktivere de delvis- og hel-aktiverte modusene,

og i det minste et sylinderrangement, hvor sylinderrangementet er anordnet slik at det kompenserer sikkerhetsskjøten og den minst ene strekkstangen 15 for innvendig trykk i stigerøret i den ikke-aktiverte modusen og den delvis-aktiverte modusen, og sikkerhetsskjøten i den hel-aktiverte modusen.

Sylinderrangementet kan også tilpasses for øke kreftene som virker mot frigjøring av de første og andre stigerørsgdeler i den hel-aktiverte modusen.

20 Sikkerhetsskjøten ifølge oppfinnelsen vil vanligvis plasseres i den nedre halvdelen av stigerøret, i nærheten av brønnhodet. Ved en slik posisjon i stigerøret vil sikkerhetsskjøten bli utsatt for de større kreftene fra det omgivende vannet. Stigerøret kan være hvilken som helst type stigerør.

Sikkerhetsskjøten vil under normaloperasjon ikke aktiveres, det vil si, den vil være i den ikke-aktiverte modusen, men ved tilfeller av overdrevent strekk i stigerøret, vil 25 sikkerhetsskjøten aktiveres av det overdrevende strekket. Overdrevent strekk vil aktuere frigjøringsenheten i to mellomtrinn helt til en potensiell fullstendig frakopling; en delvis-aktivert modus, en hel-aktivert modus (hvor det vil være en teleskopisk bevegelse skjøten), og potensielt ende opp i full-frakoplingsmodus hvor de to stigerørsgdelene er fullstendig separert. Både det initielle trinnet og 30 mellomtrinnene til frigjøringsenheten vil være trykk-kompensert for trykket inne i stigerøret. Disse trinnene vil gi tid til å operere en sikker frakopling av stigerøret fra brønnhodet. Hvis ikke kan sikkerhetsskjøten også konfigureres til å frakople de to stigerørsgdelene fra hverandre, som en fullstendig frikopling.

35 Ifølge et aspekt kan sylinderrangementet omfatte et sylindersett anordnet slik at det kompenserer den i det minst ene strekkstangen for innvendig trykk i stigerøret i den ikke-aktiverte modusen og den delvis-aktiverte modusen, og hvor det ene sylindersettet er tilpasset for øke kreftene som virker mot frigjøringen av de første og andre stigerørsgdeler i den hel-aktiverte modusen. I en annen utførelse kan sylinderrangementet omfatte et flertall sett av sylindre som gir de ulike

funksjonalitetene til frigjøringsenheten, slik som trykk-kompensering for innvendig trykk i ulike moduser, og som gir krefter som virker mot frigjøring.

5 Én mulig løsning er at sylindrerarrangementet kan omfatte et første sett sylindre og et andre sett sylindre, hvor det første settet sylindre er tilpasset for å kompensere den i den minst ene strekkstangen for det innvendige trykket i stigerøret i den ikke-aktiverte modusen. Det andre settet sylindre er tilpasset for å kompensere den i det minst ene strekkstangen for det innvendige trykket i stigerøret i den delvis-aktiverte modusen, og hvor det andre settet sylindre er tilpasset for øke kreftene som virker mot frigjøringen av de første og andre stigerørsdeler i den hel-aktiverte modusen.

10 Ifølge oppfinnelsen vil strekkstengene ha en aksiell lengde, og være laget av et materiale som muliggjør plastisk deformasjon. Dette vil tillate dem å deformere plastisk over en betydelig lengde før de ryker. Den plastiske deformasjonen vil kunne være rundt 10 % av den opprinnelige aksielle lengden til strekkstengene. Den plastiske deformasjonen til disse strekkstengene vil gi en bevegelse av de to stigerørsdelene og en relativ bevegelse av elementene i sylindrerarrangementet forbundet til de ulike stigerørsdelene. Denne bevegelsen vil initiere ulike trinn under aktiveringen av frigjøringsenheten.

15 Ifølge ett aspekt vil strekkstangen(ene) være forbundet til de ulike stigerørsdelene av sikkerhetsskjøten, det samme vil minst en sylindrer med stempel og stempelhode som en del av sikkerhetsskjøten. Sikkerhetsskjøten kan være konfigurert slik at trykket til fluidet inne i stigerøret vil virke på en side av stempelet i sylindrer(ene), i motsatt retning av både strekk-kraften i stigerøret og 'ende-lokk' effekten (Eng. end cap effect) av det innvendige trykket til fluidet i stigerøret som virker i samme retning som strekk-kraften. Dette vil trykk-kompensere strekkstangen for trykket til fluidet inne i stigerøret. Arealene til stempelet(ene) i 25 sylindrerne balanseres i relasjon til ende-lokk effekten stigerøret for å oppnå den ønskede effekten, det vil si summen av arealene til stemplene er de samme som arealene til endelokket, resulterende i at det innvendige trykket til fluidet inne i stigerøret kanselleres ut. Dette systemet kan benyttes i forbindelse med et 30 sylindrerarrangement med ett sett av sylindre, og et arrangement med første og andre sylindersett.

Ifølge et aspekt ved oppfinnelsen, med en frigjøringsenhet med de første og andre sylindrerne, er den første sylindrer anordnet for å trykk-kompensere strekkstengene i en ikke-aktivert modus.

35 I den delvis-aktiverte modusen av frigjøringsenheten, vil strekkstengene normalt forlenges etter hvert som strekket i materialet når elastisitetsmodulus til materialet i strekkstengene, for derved permanent å forlenge/strekke dem i den aksielle retningen. Denne forlengelsen av strekkstengene kan resultere i at stemplene i det første settet sylindre beveges ut av tettende kontakt med de respektive sylindrerne, 40 for derved å tilrettelegge for å tilveiebringe av en lekkasje av operasjonsfluidet (hydraulisk fluid) på stempelsidene. Stempelet(ene) i det første settet sylindre vil

deretter ikke fungere som trykk-kompensatorer for strekkstengene, og dette må flyttes til det andre settet sylindre, som vil beskrives nedenfor.

5 For å muliggjøre denne ønskede lekkasjen i det første sylindersettet, er én mulig løsning å lage sylindren med ulike innerdiametre langs lengden av sylindren. En annen mulighet er å lage en boring i sylindren som er tettet av stempelet i en første posisjon, men åpen når stempelet er i en annen posisjon. Det er også en mulighet å ha en lekkasje over stempelhodet.

10 Ettersom det første settet av sylindre ikke lenger trykk-kompenserer strekkstengene, ønsker en ikke at de unødig skal influere sikkerhetsskjøten og en kan derfor, når sikkerhetsskjøten strekkes videre, frigjøre sylinderhodene til sylindrene i det første settet sylindre, for slik å minimere risikoen for dobbel kompensering og influere det første sylindersettet. Denne frigjøringen av stempelhodene kan gjøres på mange måter, slik som å knuse sylinderhodet dersom det er av glass. En annen mulighet er å la stempelhodet virke med sylinderhodet og frigjøre låsingen av sylinderhodet i 15 sylindren. Ved å frigjøre sylinderhodene, eksponeres det første settet sylindre for det omgivende sjøvannet. Det vil si, dersom fluidet over stemplene i sylindrene i det første settet sylindre bløs av før sylinderhodet frigjøres, så er det ikke noe trykk i fluidet som virker på sylinderhodet, og derved muliggjøres en mer kontrollert frigjøring av sylinderhodet. Det er viktig at man ikke har en dobbel trykk- 20 kompensering av strekkstengene fordi dette kan resultere i at en mister kontrollen over stigerøret i og med at dobbelkompenseringen kan overkompensere eller underkompensere stigerøret.

I den delvis-aktiverte modusen av frigjøringsenheten, er strekkstengene ifølge oppfinnelsen fortsatt trykk-kompensert. I utførelsen referert til ovenfor, er det andre 25 settet sylindre tilpasset for å kompensere for det innvendige trykket i stigerøret i delvis- og hel-aktivert modus, som vil bli forklart nærmere nedenfor.

Før et første trinn av aktueringen av frigjøringsenheten, også referert til som den ikke-aktiverte modusen, kan stempelet som er anordnet i det andre settet sylindre 30 være fritt til å flytte relativt stempelstangen. Stemplene kan være anordnet nær den ene enden til sylindrene. De andre sylindrene vil i denne tilstanden ikke utsettes for noe av trykket inne i stigerøret og de vil heller ikke virke på strekkstengene. Det andre settet sylindre vil derfor ikke virke på sikkerhetsskjøten før sikkerhetsskjøten er i den delvis-aktiverte modusen.

35 Når det første trinnet, den delvis-aktiverte modusen, til frigjøringsenheten er aktivert, forlenges/strekkes strekkstengene aksielt. Dette vil bevege stempelstangen relativt stemplene i det andre settet sylindre. Denne aksielle bevegelsen vil lede til en interaksjon mellom stempelstangen og stempelet og de vil koples til hverandre. I tillegg vil den første delen stigerøret bevegges relativt den andre delen av stigerøret, for derved åpne for en aksess slik at trykket inne i stigerøret virker på stempelet i 40 det andre settet sylindre. Sikkerhetsskjøten er konfigurert slik at trykket på stemplene i det andre settet sylindre vil virke på sikkerhetsskjøten, og derved

6

strekkstengene, og trykk-kompenserer denne relativt det innvendige trykket i stigerøret. Åpningen som overfører trykket i stigerørsfluidet til det andre settet sylindre kan være en fullstendig åpen åpning, eller alternativt, så kan det være utformet restriksjoner i denne åpningen, slik som trykkopererte ventiler, eller andre elementer. Konfigurasjonen til sikkerhetsskjøten kan også være slik at en kan bytte disse elementene i åpningen under vedlikehold av sikkerhetsskjøten, som gir sikkerhetsskjøten modulære egenskaper.

En mulig løsning for å gjøre denne åpne aksessen mellom det innvendige trykket i stigerøret og den andre sylindren mulig, er å tilveiebringe en tetning mellom de indre og ytre stigerørdsdelene. Tetningen vil være aktiv når de første og andre stigerørdsdelene er i en fullstendig kollapset tilstand. Når de første og andre stigerørdsdelene beveges aksielt, etterhvert som strekkstengene forlenges/strekkes, vil tetningen ikke lenger være aktiv og det innvendige trykket til fluidet inne i stigerøret vil bevege seg ut i ringrommet mellom den indre og ytre delen av stigerøret og ut til det andre settet sylindre, og vil virke på en side av stemplene i sylindren, det vil si den siden som gir en kraft i en motsatt retning sammenlignet med endelukk-effekten til stigerøret. Dette rommet kan initielt være fylt med et hydraulisk fluid. Denne løsningen holder også det urene fluidet som er tilstede inne i stigerøret, borte fra sylindrene og kompenseringssystemet helt til det første trinnet (den delvis-aktiverte modusen) er initiert og delvis inntil det andre trinnet (hel-aktivert modus) av frigjøringsenheten er aktivert. En annen mulighet er å benytte en bristeplate som knuser ved aksiell forflytning (Eng. axial displacement) av de to stigerørdsdelene. Det er også mulig å utforme det andre settet sylindre med et system lignende det som vil bli beskrevet mer detaljert senere, hvor stigerørsfluidet vil virke på en membran/belg som separerer de urene og rene fluidene, og eller å kunne integrere et system som tillater mulig delvis degradasjon.

I den hel-aktiverte modusen til frigjøringsenheten, har strekket i stigerøret oversteget en annen terskelverdi for strekkstangen(e) slik at strekkstengene ryker. I denne hel-aktiverte modusen, når strekkstengene har røket/brukket, er sylinderarrangementet konfigurert til å utøve en kraft som virker mot forlengelsen/strekket av sikkerhetsskjøten. Sylinderarrangementet er i tillegg konfigurert slik at det tillater en teleskopisk bevegelse mellom de to overlappende stigerørdsdelene i sikkerhetsskjøten og trykk-kompenserer sikkerhetsskjøten for innvendig trykk inne i stigerøret. Kraften som genereres av frigjøringsenheten vil forsøke å dytte de to delene som teleskoperer mot hverandre, i retning av en kollapset tilstand for de teleskoperende delene, for derved å gi strekk i stigerøret. Denne kraften vil virke mot separeringskreftene. I en utførelse, som referert til ovenfor, med første og andre sylindersett, genererer det andre settet sylindre deler av denne kraften.

Etterhvert som stigerørdsdelene beveges bort fra hverandre i den hel-aktiverte modusen, vil stempelet i det andre settet sylindre beveges bort fra en posisjon nærme en endeposisjon inne i sylindren. Ettersom at dette rommet, fylt med et

fluid ved lavt trykk, er et lukket rom, vil denne bevegelsen danne en ‘vakuumeffekt’ i fluidet med det lave trykket. Denne ‘vakuumeffekten’ vil forsøke å trekke stempelet tilbake inn i sylindere. I tillegg vil det også være sjøvann som presser/dytter stempelstangen inn i sylindere. Summen av sjøvannstrykket på stempelstangenden (kraften som er et resultat av en hydraulisk kolonne av sjøvann på stempelstangenden) og ‘vakuumeffekten’ i sylindere, vil danne en kraft som trekker de øvre og nedre delene av stigerøret mot en kollapset tilstand, eller sagt med andre ord, de vil virke mot separeringskraften.

Et alternativ til benyttelsen av fluidet med lavt trykk, er å forsyne stemplene i det andre settet sylindre med strekelementer som trekker stempelet(ene) tilbake inn i sylindere. Dette kan gjøres i tillegg til at en benytter arrangementet som skaper ‘vakuumeffekten’. En annen mulighet er å benytte et magnetisk felt, elektrisk motor eller andre teknikker som gir en kraft.

I et annet aspekt kan sylinderearrangementet også omfatte et tredje sett sylindre. Det tredje settet sylindre kan bli aktivert under den hel-aktiverede modusen til frigjøringsenheten. Dette tredje settet sylindre er tilveiebrakt med sjøvann på en side av stempelet og et fluid med lavt trykk på den andre siden av stempelet. Når sikkerhetsskjøten forlenges, vil trykket fra sjøvannet som virker på en side av stempelet og en “vakuumeffekt” på den andre siden av stempelet både assistere i dytting eller trekking av de to stigerørdsdelene til en kollapset tilstand, henholdsvis. Det vil si at det tredje settet sylindre gir en kraft som virker mot separeringskreftene i sikkerhetsskjøten. Dette tredje settet sylindre er ikke i fluidforbindelse med fluidet inne i stigerøret.

Ifølge et aspekt av oppfinnelsen kan det tredje settet sylindre også benyttes alene, det vil si uten å bruke verken det første ei heller det andre settet sylindre, eller benyttes i kombinasjon med de første og eller andre settene sylindre eller benyttes i kombinasjon med bare det andre settet sylindre, og uten resten av frigjøringsenheten som sådan. Derved har en en stigerørsskjøt, med første og andre stigerørsskjøter hvilke er anordnet overlappende og hvilke tillater teleskopisk bevegelse mellom dem, hvor et sylinderehus er forbundet til én stigerørdsdel og en stempelstang med stempelhode forbundet til den andre delen. Rommet som er omgitt av stempelet i tettende forbindelse med sylinderehuset er fylt med et fluid ved relativt lavt trykk, og den motsatte siden av stempelet eksponert mot trykket fra omgivelsene, det vil si sjøvann under bruk. Skjøten kan også være utførmet med et andre sett sylindre og stempler, hvor én side av stempelet er eksponert mot fluidtrykket inne i stigerøret og den motsatte siden av stempelet utsettes for et fluid ved relativt lavt trykk. Rommet med lavt trykk lager en “vakuumeffekt” etter hvert som stempelet beveges ut av sylinderehuset, trekking av stempelet tilbake i huset, sjøvannstrykket lager en kraft som presser stempelet inn i sylinderehuset, begge virker mot separeringskreftene i skjøten, mens skjøten er trykk-kompensert for innvendig trykk inne i stigerøret.

Ifølge oppfinnelsen er stempelstengene, og derved stemplene, derved forbundet med den første delen av stigerøret og sylindrene er forbundet med den andre delen av stigerøret, alternativt kan de være motsatt anordnet. De vil da under normal bruk danne en øvre eller nedre del av sikkerhetsskjøten henholdsvis, hvilke selvfølgelig kan byttes om uten å gå utenfor rammen til oppfinnelsen.

De første og andre delene av stigerøret, og sylindren og stempelstangen til det andre settet sylindre og kanskje også det tredje settet sylindre, kan ha en lengde som tillater teleskopisk bevegelse mellom stigerørdsdelene uten å løsgjøre delene fullstendig fra hverandre. Ved å tillate denne bevegelsen, og også gi noe strekk i stigerøret som et resultat av kraften som forsøker å trekke de to stigerørdsdelene sammen til en kollapset tilstand, er det mulig å initiere frigjøringen av stigerøret på en sikker måte fra brønnhodet også i denne hel-aktiverte modusen uten å bryte av stigerøret som en standard svak kopling. Ved å konfigurere sylindrerarrangementet slik at det gir en kraft som virker mot separeringskreftene i en hel-aktivert modus, genererer en noe strekk i stigerøret som et resultat av den teleskopiske bevegelsen. Dette vil gi muligheten å løfte av EDP'en (Nødnedstengningspakken, Eng. Emergency Disconnect Package) fra LRP'en (nedre stigerørspakke, Eng. Lower Riser Package) dersom sikkerhetsskjøten er plassert i åpen sjø-modus, eller en annen mulighet, frikople undervanns test-tre-låsing i landstrengen. Under disse kontrollerte frakoplingene fra EDP eller LRP, vil den teleskoperende forbindelsen i sikkerhetsskjøten, mellom de første og andre stigerørdsdelene, tvinges til en kollapset tilstand – og minimere risikoen for at et ukontrollerbart stigerør ødelegger undervannsutstyret slik som EDP og LRP.

Ifølge et aspekt ved oppfinnelsen kan det første settet sylindre ha et mindre indre volum enn det andre settet sylindre. Forskjellen i volum kan resultere i ulike slaglengder i det første settet sylindre sammenlignet med det andre settet sylindre. Det første settet sylindre kan i én utførelse ha en kortere lengde enn det andre settet sylindre. Forskjellen i volum kan, i tillegg til forskjellen i slaglengde, gi en løsning hvor sylindersettet med mindre volum gir en mer responsiv bevegelse av stempelet, det vil si en raskere respons ved trykkvariasjoner i stigerøret. Selv når en inkompressibel væske benyttes i sylindrene, vil væsken være noe kompressibel dersom det er et stort væskevolum. Et mindre volum vil derfor være fordelaktig i trykk-kompenseringen av strekkstengene før de ryker eller før de starter å deformere plastisk, det vil si, i delvis- og ikke-aktivert modus av frigjøringsenheten. Imidlertid, er det ønskelig å ha en stor lengde på stempelstengene i sylindrene i den hel-aktiverte modusen ettersom den maksimale teleskopiske bevegelsen til sikkerhetsskjøten vil begrenses av slaglengden til stempelhodet i sylindren.

I henhold til et annet aspekt ved oppfinnelsen kan det første settet sylindre være forbundet til det andre settet sylindre gjennom en mekanisk link, hvor sylindrene er anordnet ved siden av hverandre. Den mekaniske linken kan muliggjøre koordinert og linket bevegelse av stemplene i det første og andre settet sylindre i den ikke-aktiverte modusen og er også mulig i den delvis-aktiverte modusen. De første og

andre settene av sylindre kan også være utformet som en forlengelse av hverandre. De første og andre settene sylindre kan være utformet hvor ett er på toppen av det andre, langs stigerør delene. De kan være utformet som separate sylindre eller så kan de danne en felles sylinder med to stempler, hvor ett flyter initielt. De første og andre settene sylindre kan ha en felles stempelstang eller separate stempelstenger. De første og andre sylindrene kan også ha felles sylinderhus, eller hvilken som helst kombinasjon av disse arrangementene.

Ifølge oppfinnelsen kan de ulike settene sylindre omfatte én sylinder eller flere sylindre. Ett sett kan omfatte én sylinder og de andre settene kan omfatte to, tre, fire, seks, åtte eller flere sylindre. De ulike settene sylindre kan også ha det samme eller ulikt antall sylindre. Alternativt kan sylinderarrangementet være et ringromssylinderarrangement eller en kombinasjon av én eller flere ringromssylindre/stempelsett og ingen, én eller flere ringsomssylindre/stempelsett. Imidlertid, bør sylinderarrangementet balanseres rundt omkretsen til sikkerhetsskjøten.

De første, andre og også mulig det tredje sett sylindre kan være anordnet rundt omkretsen til sikkerhetsskjøten og på den radielle utsiden til de første og andre stigerør deler. De kan være jevnt fordelt rundt omkretsen og også jevnt fordeles i grupper. De aksielt forløpende strekkstengene kan være anordnet i mellom de ulike sylindrene. Strekkstengene kan plasseres innimellom det første settet sylindre og har en lengde som er lik lengden til den første sylindren. En annen mulighet er å plassere strekkstengene innimellom de andre sylindrene. De andre og tredje settene sylindre kan plasseres innimellom hverandre rundt den samme omkretsen med det første settet sylindre anordnet aksielt over eller under det andre og/eller tredje settet sylindre. Strekkstengene kan være jevnt fordelt rundt omkretsen eller fordeles jevnt i grupper rundt omkretsen.

Stigerør delene vil utgjøre en del av den indre boringen til stigerøret når de benyttes i et stigerør som forløper fra brønnhodet og opp til et flytende fartøy. Det andre settet sylindre kan ha en slaglengde tilsvarende lengden av overlappingen mellom de første og andre delene av stigerøret. Det mulige tredje settet sylindre kan ha en tilsvarende lengde.

Ifølge et annet aspekt av oppfinnelsen kan sikkerhetsskjøten omfatte en manifold tilpasset for fordeling av det innvendige trykket inne i stigerøret til de ulike sylindrene i sylinderarrangementet, og manifolden kan omfatte i det minste ett strømningskontrollmiddel, hvilket strømningskontrollmiddel er tilpasset for å regulere til hvilken av sylindrene fluidet skal distribueres.

Strømningskontrollmidlene kan også regulere strømningsraten i én eller begge retninger. Det kan være én manifold for det første settet sylindre. Det kan være én manifold for det andre settet sylindre.

Ifølge et annet aspekt ved oppfinnelsen kan det i forbindelse med manifolden i en mulig utførelse være et system som tillater delvis degrasjon (Eng. partial

degradation) uten at det går ut over funksjonaliteten til det totale sikkerhetsskjøt-systemet. Forbindelsen for overføring av det innvendige trykket til sylindrene, kan være anordnet slik at det går fra ett rom, som er en del av manifolden, kan være ringrommet, som føler stigerørstrykket gjennom en membran, til i det minste to separate borer, hver forløpende til ulike sylindre i det samme settet sylindre. I boringen kan det være anordnet et flytende stempel mellom det ene rommet og sylindere(n). Én sylinder kan være forbundet til hver av disse boringene med et flytende stempel, eller så kan det også være grupper av sylindre forbundet til hver av boringene med et flytende stempel, eller en kombinasjon. Dette flytende stempelet har i det minste én endeposisjon i boringen hvor det vil tette av boringen mellom rommet og sylindere(n). Det er også mulig å ha endeposisjoner for begge ender av det flytende stempelet. I tilfelle lekkasje i én av sylindrene, vil det flytende stempelet i denne sylindere(n) bli dyttet til sin endeposisjon for derved å tette av denne boringen, mens resten av sylindrene fortsatt vil være aktive og trykk-kompensere strekkstangen. Med en endeposisjon i den motsatte retningen av det flytende stempelet, kan en forhindre at det rene fluidet inne i boringen presser membranen inn i stigerørsboringen. Det kan også være et trykk-kompenserende system uten den delvise degrasjonsfunksjonaliteten hvor rommet leder til én boring med et flytende stempel, hvilken boring etter det flytende stempelet danner en manifold som leder til flertallet stempler. Det flytende stempelet vil tette av den ene boringen når det kommer i en endeposisjon i boringen, men derved også stenge for trykk-overføring mellom stigerøret og sylindrene. Begge disse mulighetene kan sees på som et dobbelt barrieresystem, eller så kan man også tilveiebringe det flytende stempelet med en dobbel barriere konfigurasjon, to stempler i serie eller to tettende overflater på det ene stempelet. En annen mulighet er å utforme rommet til å lede til flere borer uten det flytende stempelet i boringen. Imidlertid, vil dette kun gi et enkeltbarrieresystem.

Sikkerhetsskjøten kan også være utformet med et tvangsstyringssystem (Eng. override system) til å bli benyttet i situasjoner hvor det forventes store ytre krefter på systemet, det vil si å tilveiebringe et system som øker forbindelseskraften mellom de første og andre stigerørskjøter og for å sikre at strekkstengene forblir uskadet. Et eksempel på en slik situasjon er for eksempel når stigerørskjøten løftes gjennom skvalpesonen (Eng. the splash zone). Dette kan gjøres ved å tilveiebringe et separat sylinder/ stempelarrangement som forbindes mellom den første og den andre delen av stigerøret, eller alternativt ved å benytte alle eller noen av sylindrene i det første settet sylindre for å oppnå denne funksjonen, eller plassere disse spesifikke sylindrene innimellom sylindrene i det første settet sylindre. Sylindere(n) som gir tvangsstyringssystemet fylles så med fluid og låses i en bestemt posisjon. Fluidet kan innelåses i sylindrene med en ventil som kan fjernstyres. Det innelåste fluidet inne i sylindrene kan frigjøres til en aktiv mottaker (Eng. active receiver) med for eksempel 1 bar trykk, eller til sjøen. Alternativt kan en tilføre et tilleggstrykk til fluidet i sylindere(n) via en forbindelse til en trykksylinder med

eksempelvis ~700 bar trykk. Dette tvangsstyringssystemet kan omfatte et sett sylindre, inkludert én sylinder, men fortrinnsvis to eller flere separate sylindre for slik å gi systemet redundans. I en annen utførelse kan det første settet sylindre være utformet med en åpning som tillater sjøvannstrykk å virke på den motsatte siden av stempelet i forhold til trykket inne i stigerøret.

Ifølge et annet aspekt har oppfinnelsen funksjonalitet som gjør at man med en ROV (Fjernstyrt undervannsfarkost, Eng. Remotely Operated Vehicle) visuelt kan se om det har blitt dannet en 'glippe' i sikkerhetsskjøten, hvilken vil indikere at den delvis-aktiverte modusen har blitt initiert og at stigerøret burde koples fra brønnhodet på en sikker måte, tas opp til overflaten (Eng. taken topside) for vedlikehold og installasjon av ny strekkstang(er). Slik kan sikkerhetsskjøten tilbakestilles til sin originale tilstand. En kan også tilveiebringe en overvåking av glippen, for eksempel ved at det gis et signal til operatøren dersom dette første trinnet (delvis-aktivert mode) til frigjøringsenheten har blitt aktivert. Dette signalet kan overføres til operatøren ved fjernstyring eller på en annen egnet måte.

I et aspekt er det mulig å utforme det andre settet sylindre til å kompensere strekkstengene for innvendig trykk under hele operasjonen, i ikke-aktiverte, delvis-aktiverte og hel-aktiverte moduser, som vil gjøre det første settet sylindre overflødig. Det kan i denne utførelsen også være tredje sylindre, men det er mulig å tenke ut en løsning uten disse.

Ifølge andre aspekter ved oppfinnelsen kan sikkerhetsskjøten i tillegg være forsynt med et glasselement og et bruddsystem som vil, dersom sikkerhetsskjøten forlenges til en forhåndsbestemt lengde, initiere bruddet av glasselementet for derved å frigjøre de to stigerørdsdelene ved sikkerhetsskjøten. Det kan også være et glasselement i form av en bristeplate, hvilken bristeplate er tilpasset å bryte ved forhåndsbestemt trykkdifferanser. Bristeplaten tillater trykk-kommunikasjon mellom ulike sylindre i sylindrerangementet, mellom sylindrerangementet og det indre av stigerøret og/ eller mellom sylindrerangementet og sjøvannet.

Det er også tilveiebrakt en løsning for å holde systemet med ren fluid i det hydrauliske systemet i den delvis-aktiverte modusen, og kun frigi ren fluid til omgivelsene. Det rene fluidet som er frigitt fra dette første settet sylindre vil være en relativt liten mengde ren fluid.

Ifølge oppfinnelsen kan det være alternative løsninger for aktivering av den delvis-aktiverte modusen og den hel-aktiverte modusen. Disse løsningene kan kontrolleres elektrisk, systemer med fjærer, deformasjonskontrollerte systemer, bremseklosser (Eng. brake pad) på stang etc.

Oppfinnelsen omhandler også en fremgangsmåte for operering av en sikkerhetsskjøt i tilfelle overdrevent strekk i stigerøret, tilveiebringe et stigerør med en sikkerhetsskjøt omfattende en første stigerørdsdel og en andre stigerørdsdel overlappende i en aksiell retning og forbinde endene for å gjøre sikkerhetsskjøten til

en del av et stigerør, sikkerhetsskjøten videre omfattende en frigjøringsenhet med i det minste én aksielt forløpende strekkstang forbundet mellom de to stigerørsdelene, hvor

5 i en ikke-aktivert modus, holder sikkerhetsskjøten stigerørsdelene som én enhet og trykk-kompenserer strekkstengene for innvendig trykk inne i stigerøret, øke strekket i stigerøret til en delvis-aktivert modus, for derved å forårsake plastisk deformasjon av strekkstengene,

videre øke strekket i stigerøret til en hel-aktivert modus for derved å bryte strekkstengene,

10 og i alle moduser, ikke-aktivert, delvis-aktivert og hel-aktivert, tillate kontrollert frakopling av stigerøret ved en annen skjøt i stigerøret,

eller i en fullstendig frigjort modus, når strekket økes ytterligere, frigjøre de to stigerørsdelene av sikkerhetsskjøten.

15 Fremgangsmåten kan i en utførelse, etter trinnet å øke strekket i stigerøret til en hel-aktivert modus for derved å bryte strekkstengene, videre omfatte et trinn ved aktivering av et sett sylindre i et sylinderrangement og danne en kraft i sikkerhetsskjøten som virker mot frigjøringen av de to stigerørsdelene, og tillate teleskopisk bevegelse i sikkerhetsskjøten.

Kort beskrivelse av tegningene

20 Disse og andre karakteristikk ved oppfinnelsen vil bli klargjort fra den etterfølgende beskrivelsen av en utførelse, gitt som et ikke-begrensende eksempel, med referanse til de vedlagte tegningene hvor;

Fig. 1 viser en sidevisning av en sikkerhetsskjøt ifølge oppfinnelsen.

25 Fig. 2 viser et tverrsnitt av en sikkerhetsskjøt ifølge oppfinnelsen i en kollapset tilstand.

Fig. 3 viser en delvis-aktivert modus til en sikkerhetsskjøt ifølge oppfinnelsen.

Fig. 4 viser en detaljvisning av en manifoldblokk i sikkerhetsskjøten ifølge oppfinnelsen.

30 Fig. 5 viser en detaljvisning av forbindelsen mellom det første settet sylindre og det andre settet sylindre ifølge oppfinnelsen.

Fig. 6 viser en forenklet perspektivvisning av et tvangsstyringssystem ifølge oppfinnelsen.

Fig. 7 viser en forenklet perspektivvisning av et tredje sett sylindre ifølge oppfinnelsen.

35 Fig. 1 og 2 viser en utførelse av en sikkerhetsskjøt 4 ifølge oppfinnelsen. Sikkerhetsskjøten 4 er tilpasset å utgjøre en del av stigerør forløpende fra en flytende plattform til et brønnhode eller lignende. Sikkerhetsskjøten 4 omfatter i det minste én strekkstang 20, anordnet aksielt langs den langsgående retningen til sikkerhetsskjøten 4. Strekkstangen(ene) 20 er forbundet til en første forbindelsesdel

3 i den øvre enden og en manifoldblokk 6 i sin nedre ende. Innimellom strekkstengene 20 er det anordnet et første sett sylindre 16. Det første settet sylindre 16 kan omfatte én eller et flertall av sylindre. Det første settet sylindre 16 kan ha perforeringer 16A mot sjøen. Et andre sett sylindre 27, hvilket sett kan omfatte én eller et flertall av sylindre, er anordnet nedenfor det første settet sylindre 16.

Sylindrene i det andre settet sylindre 27 er forbundet til en manifoldblokk 6, hvilken manifoldblokk 6, gjennom en ytre sylinder 21, er forbundet til et andre forbindelsesstykke 7. Manifoldblokken 6 og forbindelsesstykket 7 er anordnet i en fast avstand, mens et indre rør 1 og sylinderstangen i det andre settet sylindre 27 kan teleskopere. Sylinderstengene i sylindrene i det første settet sylindre 16 er forbundet til sylinderstengene i sylindrene i det andre settet sylindre 27. I en alternativ utførelse kan plasseringen av det første settet sylindre 16 og det andre settet sylindre 27 byttes om, hvorved forbindelsene mellom de ulike delene kan tilsvare den beskrevne utførelsen. Innimellom det andre settet sylindre 27 kan det være anordnet et tredje sett sylindre 32, hvilket tredje sett sylindre 32 kan omfatte én eller et flertall sylindre. I den viste utførelsen har det tredje settet sylindre 32 samme lengde som det andre settet sylindre 27. De ulike settene av sylindre 16, 27, 32 vil bli beskrevet mer detaljert nedenfor.

Fig. 2 viser en tverrsnittvisning av sikkerhetsskjøten 4 ifølge oppfinnelsen, hvor sikkerhetsskjøten er i en ikke-aktivert modus (kollapset tilstand), hvilken modus er den normale operasjonsmodusen til sikkerhetsskjøten 4. En indre boring 10 er dannet i sikkerhetsskjøten 4 og forløper gjennom hele lengden til sikkerhetsskjøten 4 i forlengelsen av boringen 10 i stigerøret, for en kontinuerlig passasje mellom en brønn og en overflate. Sikkerhetsskjøten 4 omfatter en første 8 og en andre 9 stigerørtdel anordnet i en teleskopisk forbindelse. Den første stigerørtdelen 8, det vil være mulig at det er den øvre delen av sikkerhetsskjøten 4, er anordnet på en overlappende måte relativt den andre stigerørtdelen 9. Den første stigerørtdelen 8 har en indre sylinder 1 bevegelig anordnet inne i en ytre sylinder 2 av den andre stigerørtdelen 9, dannende et volum V mellom den indre 1 og ytre 2 sylinderen. Et tettesystem 24 tetter mellom den indre sylinderen 1 og den ytre sylinderen 2 i den nederste delen av den indre sylinderen 1, i den ikke-aktiverede modusen på fig. 2. Den indre sylinderen 1 er forbundet til den første stigerørtdelen 8 via den første forbindelsesdelen 3. Den ytre sylinderen 2 er forbundet til den andre stigerørtdelen via det andre forbindelsesstykket 7. Det er mulig å plassere disse elementene på omvendt måte.

Det er anordnet én, eller et flertall av, første radielle boringer 12 for å fluidmessig forbinde den indre boringen 10 med én, eller et flertall av, aksielle boringer 13 anordnet på den radielle utsiden av den indre boringen 10. Videre kan hver aksielle boring 13 være forbundet til en sylinder i det første settet sylindre 16. Et fluid-tett flytende stempel 14 flyter inne i hver aksielle boring 13, hvilket flytende stempel 14 kan beveges mellom en første stoppflate 15A og en andre stoppflate 15B i den aksielle boringen 13. Det flytende stempelet 14 beveges i den aksielle boringen 13

som et resultat av trykkdifferanser mellom den først og andre siden, heri referert til som øvre og nedre side av det flytende stampelet 14. Hvilken side som er øvre og nedre kan byttes om avhengig av konfigurasjonen til sikkerhetsskjøten. Trykket fra den indre boringen 10 virker på en øvre del av det flytende stampelet 14, mens trykket fra hver av sylindrene i det første settet sylindre 16 virker på den nedre delen av det flytende stampelet 14. I den ikke-aktiverte modusen vil det første settet sylindre 16 trykk-kompensere sikkerhetsskjøten 4, ettersom det totale nedovervirkende arealet 17A (best vist på figur 5) av stampelet(ene) 17 i det første settet sylindre 16 tilsvarer det oppovervirkende endelokkarealet i boringen 10 til stigerøret for å kunne kompensere for det innvendige trykket i den indre boringen 10, idet summen av arealene 17A til stemplene 17 tilsvarer arealet til endelokket.

Et antall aksielle strekkstang(er) (ikke vist på fig. 2, element 20 på fig. 1) kan være anordnet innimellom det første settet sylindre 16. Strekkstengene 20 kan deformeres aksielt plastisk (opptil ~10% sin opprinnelige lengde), før de ryker. Disse strekkstengene 20 kan ha en lengde på 0,5 meter til 2 meter, mulig 1 meter, avhengig av materialet i strekkstengene og konfigurasjonen til sikkerhetsskjøten 4. Forlengelsen av strekkstangen vil initiere de ulike modusene til sikkerhetsskjøten. Operatøren kan velge styrken på strekkstengene avhengig av kravene i ulike prosjekter. Under normale operasjonsbetingelser, det vil si når sikkerhetsskjøten 4 er i den ikke-aktiverte modusen, er strekkstangen(ene) intakt og ikke eksponert for noen overdrevne krefter og trykk-kompensert i relasjon til det innvendige trykket inne i stigerøret.

På innsiden av den indre boringen 10, dekkende de første radielle boringene 12, er det anordnet en belg 11 som tillater trykk-kommunikasjon mellom den indre boringen 10 og de aksielle boringene 13. Belgene 11 separerer stigerørsfluidet fra et rent hydraulisk fluid i den aksielle boringen 13. Hver av de aksielle boringen(e) 13 er som sagt fluidmessig forbundet til én sylinder i det første settet sylindre 16, slik at det rene hydrauliske fluid i den aksielle boringen(e) 13 er det samme hydrauliske fluidet som i det første settet sylindre 16. Dette medfører at en nedoverret bevegelse av det flytende stampelet 14 i den aksielle boringen (som en respons på trykkøkning i fluidet inne i stigerøret) vil resultere i en trykkøkning i det rene hydrauliske fluidet, hvilket trykk i fluidet vil virke på det nedovervirkende arbeidsarealet 17A i hver sylinder/stempel 17. Alternativt, kan en ha en løsning uten en belg 11, hvor det flytende stampelet 14 vil fungere som den separerende enheten mellom stigerørsfluidet og det rene hydrauliske fluidet.

Dersom sikkerhetsskjøten 4, det vil si strekkstengene 20, utsettes for overdrevne strekk-krefter, som et resultat av for eksempel overdrevent strekk i stigerøret, vil strekkstengene 20 begynne å deformere plastisk i den aksielle retningen, og det vil gi en relativ bevegelse mellom den første forbindelsesdelen 3 og manifoldblokken 6. Denne situasjonen, det vil si situasjonen hvor strekkstengene 20 har begynt å deformere plastisk, refereres til som en delvis-aktivert modus. Den plastiske

deformasjonen av strekkstangen(ene) 20 vil forårsake mange handlinger i sikkerhetsskjøten 4, vist på fig. 3.

Fig. 3 viser en delvis-aktivert modus av sikkerhetsskjøten 4, hvor strekkstangen(ene) 20 har begynt å deformeres på grunn av overdrevet strekk. I den viste delvis-aktiverte modusen, overføres kompensasjonen av strekkstengene i relasjon til det innvendige trykket i boringen 10 til stigerøret fra det første settet sylindre 16 til det andre settet sylindre 27.

Deformasjonen av strekkstengene 20 vil aktuere en bevegelse av stempelstangen 18, inkludert stempelet 17, i det første settet sylindre 16. Når den relative bevegelsen har nådd en gitt distanse, beveges stempelet 17 ut av tettende kontakt med en tetteoverflate 19 (se detaljvisning på fig. 5) i sylindringen. En vil da få en lekkasje over stempelet 17, og dette stempelet 17 vil ikke lenger kompensere strekkstengene 20 for innvendig trykk inne i stigerøret. Denne kompenseringen blir da overført til det andre settet sylindre 27. Denne bevegelsen beveger også en tykkere del av stempelstangen 18 ut av låsende kontakt med radielt forløpende "fingre" 22 forbundet til endelokket til sylindringen. Denne låsende kontakten låser fingrene 22 i kontakt med holdekanter i sylinderveggen. Når stempelet 17 fortsetter å beveges etterhvert som strekkstengene 20 deformeres plastisk, samhandler/virker de radielt forløpende "fingrene" 22 i sylindring-endelokket med en frigjøringsdel 23 til stempelet 17 og beveger fingrene 22 ut av inngrep med komplementære holdekanter i sylinderveggen, tillater stempelstangen 18, stempel 17 og endelokket til sylindringen å beveges oppover i sylindringen. Stempelet(ene) 17 i det første settet sylindre 16 er forsynt med en frigjøringsdel 23, hvilken frigjøringsdel tillater fleksing innover av fingrene 22 når stempelet 17 beveges oppover i sylindringen. Dette frigjør sylindrene i det første settet sylindre 16 i separate deler og ingen krefter fra det første sylindersettet 16 virker lenger på sikkerhetsskjøten 4. Etter hvert som stempelet 17 beveges oppover med stempelstangen 18 i den initielle forlengelsen av strekkstengene 20, vil et mindre og mindre areal av tetteoverflaten 19 tette mellom stempelet 17 og sylindring. Og, når stempelet 17 har beveget seg ut av tettende inngrep med sylindringen gjennom tetteoverflaten 19, vil det hydrauliske fluidet på den øvre delen av stempelet 17 (som virker på arbeidsarealet 17A) tillates å strømme på den radielle utsiden av stempelet 17 på grunn av den økte diameteren til sylindringen. Frem til lekkasjen over stempelet 17, vil det flytende stempelet 14 som flyter inne i den aksiale boringen 13 beveges i en retning oppover til den andre tettende stoppflaten 15B som gir en begrensning på hvor mye fluid som kan presses opp i retning av belgen 11, for derved å forhindre at belgen 11 presses inn i den indre boringen 10 til stigerøret. I tillegg er det også anordnet boringer 19A mot omgivelsen som tillater sjøvann å strømme inn gjennom nevnte boringer 19A og virke på den nedre delen av det flytende stempelet 14 når systemet er i den delvis-aktiverte modusen. Ved dette tidspunktet vil ikke det første settet sylindre 16 lengre trykk-kompensere sikkerhetsskjøten 4 og trykk-kompenseringen overføres til det andre settet sylindre 27, hvilket beskrives nedenfor.

Samtidig som bevegelsen av stempelstangen 18 og stempelet 17, vil den indre sylindren 1 beveges aksielt oppover relativt den ytre sylindren 2 på grunn av den aksielle deformasjonen av strekkstengene 20, slik at tettesystemet 24 ikke lenger vil tette mellom den indre sylindren 1 og den ytre sylindren 2, og tillate trykket i stigerøret å entre volumet V mellom den indre 1 og ytre 2 sylindren.

Trykket/fluidet vil deretter overføres gjennom volumet V i retning av manifoldblokken 6 (detaljert vist på fig. 4) og inn i en andre radiell boring 26, gjennom manifoldblokken 6, og strømme inn i én eller flere sylindre i det andre settet sylindre 27, virkende på en øvre del av hvert stempel i hver sylinder i det andre settet sylindre 27. På samme måte som var tilfelle for det første settet sylindre 16, vil de oppovervirkende kreftene av stigerørsfluidene inne i boringen 10 balanseres ut, det vil si "endelukk"-kraften, ved å tilveiebringe et nedovervirkende areal som er det samme eller av samme størrelse som endelukkarealet til stigerørsboringen 10. Det andre settet sylindre 27 vil også arbeid mot separasjon av de første og andre stigerørse deler 8, 9 med en "vakuumb effekt" i hver sylinder, det vil si at det er vakuum eller et fluid med 1 bar trykk på den nedre siden av hvert stempel i sylindrene. Når stempelet beveges i sylindren, vil dette fluidet ha et større volum å fylle, og derved dannes et enda lavere trykk som gir en trekk-kraft som trekker stempelet mot den kollapsede tilstanden, det vil si den kollapsede tilstanden til sylindren, inn i sylindren igjen. I tillegg vil det hydrostatiske trykket til sjøvannet virke på topparealet av hver stempelstang som gir en tilleggs kraft i den nedovervirkende retningen til systemet. Ved dette punktet vil det andre settet sylindre 27 tilveiebringe trykk-kompenseringen av sikkerhetsskjøten 4 i forhold til det innvendige trykket inne i stigerøret.

Én eller flere av sylindrene i det andre settet sylindre 27 kan erstattes med et tredje sett sylindre 32. Dette tredje settet sylindre 32 er ikke forbundet til den indre boringen 10 til stigerøret, men er åpen mot sjøen, noe som resulterer i at det hydrostatiske trykket fra sjøvannet, ved en gitt posisjon, virker på den øvre siden av stempelet, og en "vakuumb effekt" virker på den nedre siden av stempelet. Ved store vanddyb kan dette tredje settet sylindre 32 gi ganske betydelige tilleggs krefter som virker mot separeringen av de første og andre stigerørse delene 8, 9 på grunn av den store hydrostatiske kolonnen til sjøvann.

Fig. 4 viser en utførelse av manifoldblokken 6 montert på den ytre sylindren 2. I det minste én andre radiell boring 26 forløper i den radielle retningen til manifoldblokken 6 og lager en forbindelse mellom det indre fluidet i stigerøret og det andre settet sylindre 27. Den andre boringen 26 kan være fullstendig åpen, eller så kan det være anordnet strømningsreguleringsmidler i boringen 26, slik som en ventil, bristeplate, strupeventil etc. I den viste utførelsen er det anordnet strømningsreguleringsmidler eksemplifisert som en ventil 28 i den andre boringen 26. Den andre boringen 26 er forbundet med volumet V mellom den indre sylindren 1 og den ytre sylindren 2 på en side, ledende til volumet(ene) til sylindrene i det andre settet sylindre 27 på den andre siden. Sikkerhetsskjøten 4 kan

være utformet med tilgang til denne boringen 26 fra utsiden av sikkerhetsskjøten 4 som gjør det mulig å bytte ut hvilket som helst element anordnet i denne boringen 26 uten å frakople hele sikkerhetsskjøten 4.

Fig. 6 viser en perspektivvisning av et tvangsstyringssystem ifølge oppfinnelsen. 5
Tvangsstyringssystemet (Eng. override system) kan benyttes i situasjoner hvor det er forventet store eksterne krefter på systemet, det vil si å tilveiebringe et system som øker forbindelseskraften mellom de første og andre stigerørddeler 8, 9 og å sørge for at strekkstengene 20 holdes intakte. Dette kan gjøres ved å tilveiebringe et separat sylinder/ stempelarrangement 40 forbundet mellom den første og den andre 10 delen av stigerøret 8, 9, eller alternativt ved å bruke det første settet sylindre 16, eller en kombinasjon av det første settet sylindre 16 og det separate sylinder/ stempelarrangementet 40 til dette formålet. Volumet 41 over stemplene 42 i tvangsstyringssylindrene 47 som utgjør det separate sylinder/ stempelarrangementet 40 fylles så med fluid og låses i en bestemt posisjon. Fluidet kan innelåses/stenges i 15 tvangsstyringssylindrene 47 ved bruk av en ventil (ikke vist) som kan fjernstyres.

Det innelåste/stengte fluidet i sylindrene kan frigjøres til en aktiv mottaker 43 med for eksempel 1 bar trykk eller til sjøen 44. Ventiler 45, 46 kan være utformet mellom sjøen 44 og tvangsstyringssylindrene 47 og mellom den aktive mottakeren 43 og tvangsstyringssylindrene 47. Alternativt kan en tilføre et tilleggstrykk til 20 fluidet i tvangsstyringssylindrene 47 via en forbindelse til en trykksylinder 48 med eksempelvis ~700 bar trykk. Dette tvangsstyringssystemet kan omfatte et sett sylindre, inkludert én sylinder, men fortrinnsvis to eller flere separate sylindre for slik å gi systemet redundans.

Fig. 7 viser en forenklet perspektivvisning av et tredje sett sylindre ifølge 25 oppfinnelsen. I én utførelse kan en også forsyne sikkerhetsskjøten 4 med et ekstra tredje sett sylindre 32, hvilket tredje sett sylindre 32 kan omfatte én eller et flertall sylindre, og hvilket aktiveres under den hel-aktiverede modusen til frigjøringsenheten. Sylindrene i det tredje settet sylindre 32 er forsynt med i det minste én åpning 56 til sjøen i volumet 50 på øvre siden av sylindrestempelet 51, og 30 har et fluid på den nedre siden 52 av stempelet 51. Figuren viser at sylindrestangen 57 er mekanisk linket til den første stigerørddelen 8 og sylinderen er mekanisk linket til den andre stigerørddelen 9. Dette er situasjonen etter at sikkerhetsskjøten har teleskopert en forhåndsbestemt liten lengde, hvorved det skal forstås at sylindrestangen 57, på passende måte, vil forbindes til den første stigerørddelen 8 35 etter å ha teleskopert den lille lengden. Når sikkerhetsskjøten 4 strekkes, vil både trykket fra sjøvannet på den øvre siden av sylindrestempelet 51 og "vakuum effekten" (~lavt trykk) på den nedre siden av stempelet 51 assistere i å tvinge de to stigerørddelene 8, 9 til en kollapset tilstand, det vil si at de tilveiebringer en kraft som virker mot separasjonskreftene i sikkerhetsskjøten 4.

40 Ifølge et aspekt ved oppfinnelsen kan det være utformet en skjøt med en første og andre overlappende stigerørddel som tillates teleskopisk bevegelse mellom de to

ulike delene, til hvilke deler det kan være forbundet et sylinderrangement omfattende i det minste én sylindere som beskrevet i forbindelse med det tredje settet sylindere ovenfor. Dette vil gi en mulighet til å få et hivkompenseringssystem med sjøvannet som akkumulatorbanken. I en annen mulig konfigurasjon kan en ha en slik skjot med i det minste en tilleggssylinder som beskrevet i forbindelse med de andre sylindrene ovenfor. Slik får en en trykk-kompensert teleskopisk skjot med sjøvannet som akkumulatorbanken i systemet.

I en alternativ utførelse av sikkerhetsskjøten kan en benytte et annet element til å deformeres plastisk etter hvert som sikkerhetsskjøten strekkes i den delvis-aktiverede tilstanden. Det er mulig å tilveiebringe en hylse i skjøten og la denne deformeres plastisk, for eksempel utvides, for å få en noe mer kontrollert forlengelse/strekk av sikkerhetsskjøten før den når den hel-aktiverede tilstanden.

Oppfinnelsen er nå forklart med referanse til de vedføyde tegningene. En fagmann på området vil forstå at det kan gjøres endringer og modifikasjoner på denne utførelsen som er innenfor rammen til oppfinnelsen som definert i de vedlagte kravene.

KRAVENE

1. Sikkerhetsskjøt (4) omfattende:
 - 5 en første stigerørsdel (8) og en andre stigerørsdel (9) overlappende i en aksiell retning og med endeforbindelser for å være forbindbar som del av et stigerør, en frigjøringsenhet, som låser de to stigerørsdelene sammen i en ikke-aktivert modus, frigjøringsenheten har andre moduser omfattende en delvis-aktivert modus og hel-aktivert modus,
 - 10 karakterisert ved at frigjøringsenheten omfatter i det minste én aksielt forløpende strekkstang (20) forbundet mellom de to stigerørsdelene, hvilken strekkstang er konfigurert for å deformere plastisk før brudd, for derved å aktivere de delvis- og hel-aktiverte modusene,
 - 15 og i det minste et sylindrarangement, hvor sylindrarangementet er anordnet slik at det kompenserer sikkerhetsskjøten og den minst ene strekkstangen for innvendig trykk i stigerøret i den ikke-aktiverte modusen og den delvis-aktiverte modusen, og sikkerhetsskjøten i den hel-aktiverte modusen.
 2. Sikkerhetsskjøt ifølge krav 1, hvor sylindrarangementet er tilpasset for å øke kreftene som virker mot frigjøring i de første og andre stigerørsdeler i den hel-aktiverte modusen.
 - 20 3. Sikkerhetsskjøt ifølge krav 1 eller 2, hvor sylindrarangementet omfatter ett sylindersett anordnet slik at det kompenserer den minst ene strekkstangen for innvendig trykk i stigerøret i den ikke-aktiverte modusen og den delvis-aktiverte modusen, og at sylindersettet er tilpasset for å øke kreftene som virker mot frigjøringen av de første og andre stigerørsdelene (8, 9) i den hel-aktiverte modusen.
 - 25 4. Sikkerhetsskjøt ifølge krav 1 eller 2, hvor sylindrarangementet omfatter et første sett sylindre (16) og et andre sett sylindre (27), og hvor det første settet sylindre er tilpasset for å kompensere den minst ene strekkstangen (20) for det innvendige trykket i stigerøret i den ikke-aktiverte modusen, det andre settet sylindre er tilpasset for å kompensere den minst ene strekkstangen for det innvendige trykket i stigerøret i den delvis-aktiverte modusen, og hvor det andre settet sylindre er tilpasset for øke kreftene som virker mot frigjøringen av de første og andre stigerørsdelene i den hel-aktiverte modusen.
 - 30 5. Sikkerhetsskjøt ifølge krav 4, hvor det første settet sylindre (16) er kortere enn det andre settet sylindre (27).
 - 35 6. Sikkerhetsskjøt ifølge kravene 1, 2, 4 eller 5, hvor det første settet sylindre er forbundet til det andre settet sylindre gjennom en mekanisk link, og at stemplene (17) i det første og andre settet sylindre beveges på samme måte i den ikke-aktiverte modusen og den hel-aktiverte modusen.

7. Sikkerhetsskjøt ifølge kravene 1, 2, 4, 5 eller 6, hvor sylindrerarrangementet omfatter et tredje sett sylindre (32), hvilket tredje sett sylindre er tilpasset til å bli aktivert under den hel-aktiverede modusen til frigjøringsenheten.
8. Sikkerhetsskjøt ifølge krav 7, hvor det tredje settet sylindre (32) er i kommunikasjon med sjøvann på en side av stempelet (51) og et fluid på den andre siden av stempelet, og hvor det tredje settet sylindre er tilpasset til å bidra til kraften som virker mot frigjøring av de første og andre stigerørtdeler i den hel-aktiverede modusen.
9. Sikkerhetsskjøt ifølge hvilket som helst av de foregående kravene, hvor sikkerhetsskjøten omfatter en manifold (6) tilpasset for fordeling av et fluid for å kompensere for det innvendige trykket inne i stigerøret til de ulike sylindrene i sylindrerarrangementet, og at manifolden omfatter i det minste ett strømningskontrollmiddel (28), hvilket strømningskontrollmiddel er tilpasset for å regulere til hvilken av sylindrene fluidet skal distribueres.
10. Sikkerhetsskjøt ifølge hvilket som helst av de foregående kravene, hvor den omfatter en manifold (6) tilpasset for fordeling av det innvendige trykket inne i stigerøret til de ulike sylindrene i sylindrerarrangementet, som har i det minste én av boringene (26) i manifolden, og som leder til en sylindrer omfattende et flytende stempel.
11. Fremgangsmåte for operering av en sikkerhetsskjøt i tilfelle overdrevent strekk i stigerøret, tilveiebringe et stigerør med en sikkerhetsskjøt omfattende en første stigerørtdel (8) og en andre stigerørtdel (9) overlappende i en aksial retning og forbinde endene for å gjøre sikkerhetsskjøten til en del av et stigerør, karakterisert ved at sikkerhetsskjøten omfatter videre en frigjøringsenhet med i det minste én aksialt forløpende strekkstang (20) forbundet mellom de to stigerørtdelene, hvor
- i en ikke-aktiverede modus, holder sikkerhetsskjøten stigerørtdelene som én enhet og trykk-kompenserer strekkstengene for innvendig trykk inne i stigerøret,
- øke strekket i stigerøret til en delvis-aktiverede modus, for derved å forårsake plastisk deformasjon av strekkstengene og tillate stigerørtdelene å beveges relativt hverandre over en liten distanse,
- videre øke strekket i stigerøret til en hel-aktiverede modus for derved å bryte strekkstengene,
- og i alle moduser, ikke-aktiverede, delvis-aktiverede og hel-aktiverede, tillate kontrollert frakopling av stigerøret ved en annen skjøt i stigerøret,
- eller i et fullstendig frigjort modus, når strekket økes ytterligere, frigjøre de to stigerørtdelene av sikkerhetsskjøten.
12. Fremgangsmåte ifølge krav 11, hvor fremgangsmåten, etter trinnet å øke strekket i stigerøret til en hel-aktiverede modus for derved å bryte strekkstengene,

videre omfatter aktivering et sett sylindre (16, 27) i et sylinderarrangement og forårsake en kraft i sikkerhetsskjøten som virker mot frigjøringen av de to stigerørselelene, og tillate teleskopisk bevegelse i sikkerhetsskjøten.

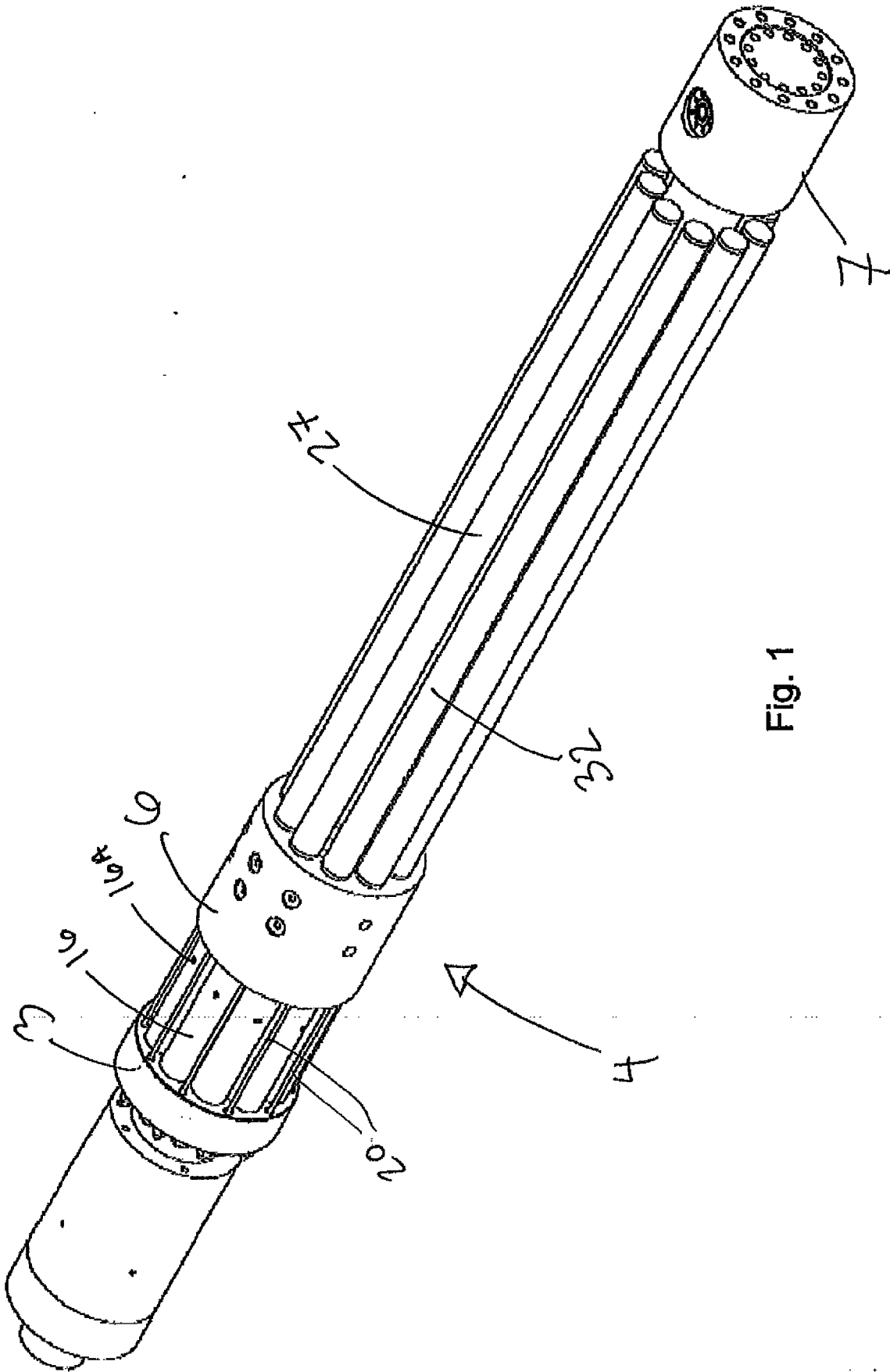


Fig. 1

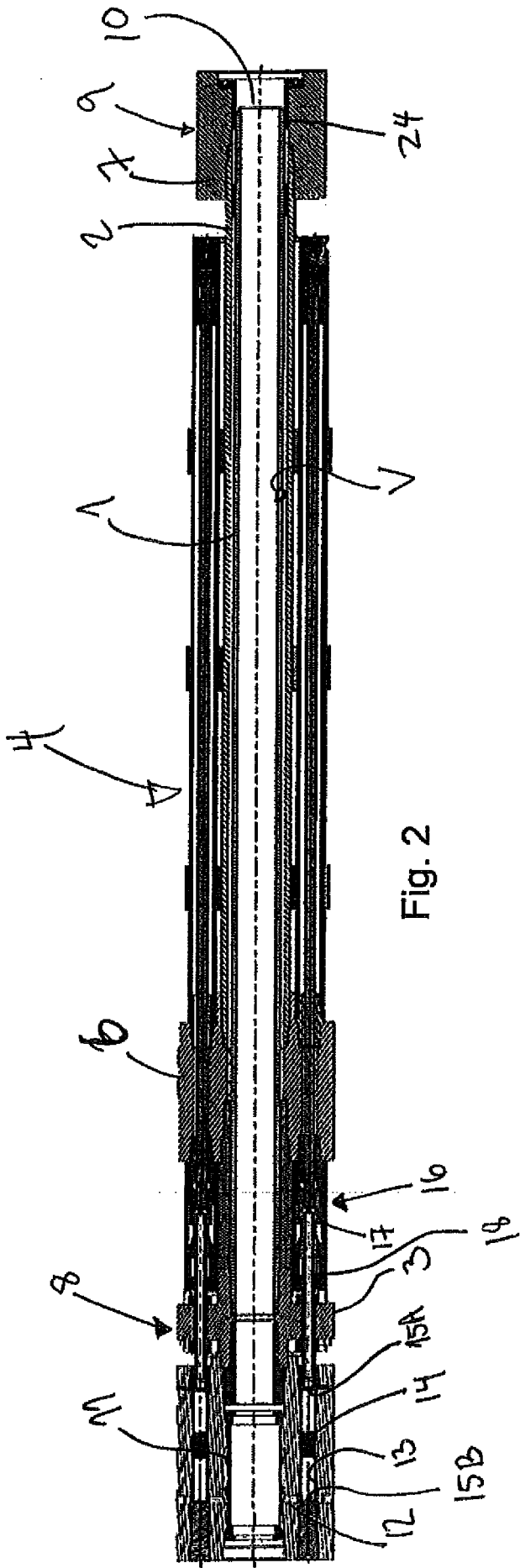


Fig. 2

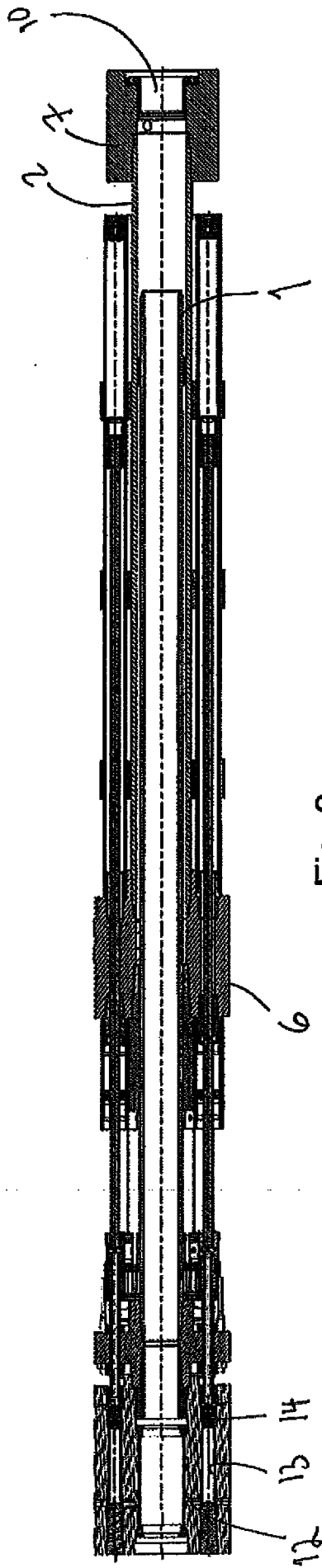


Fig. 3

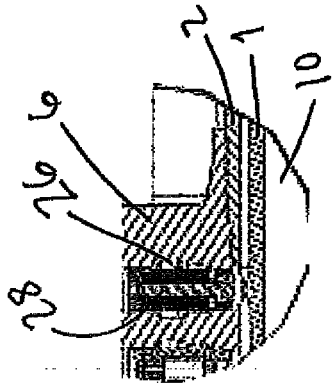


Fig. 4

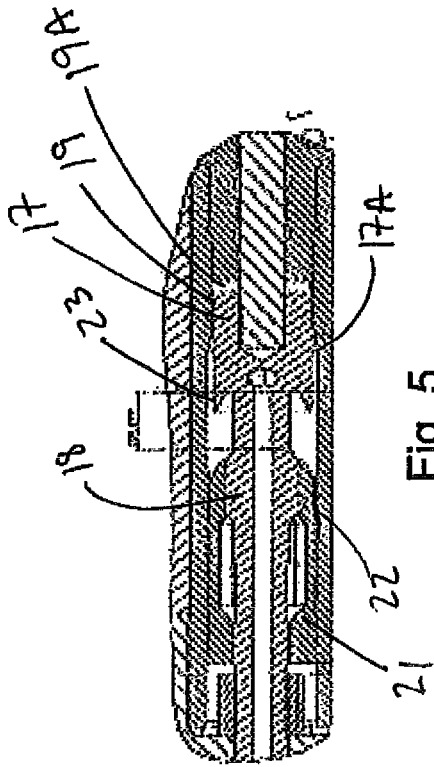


Fig. 5

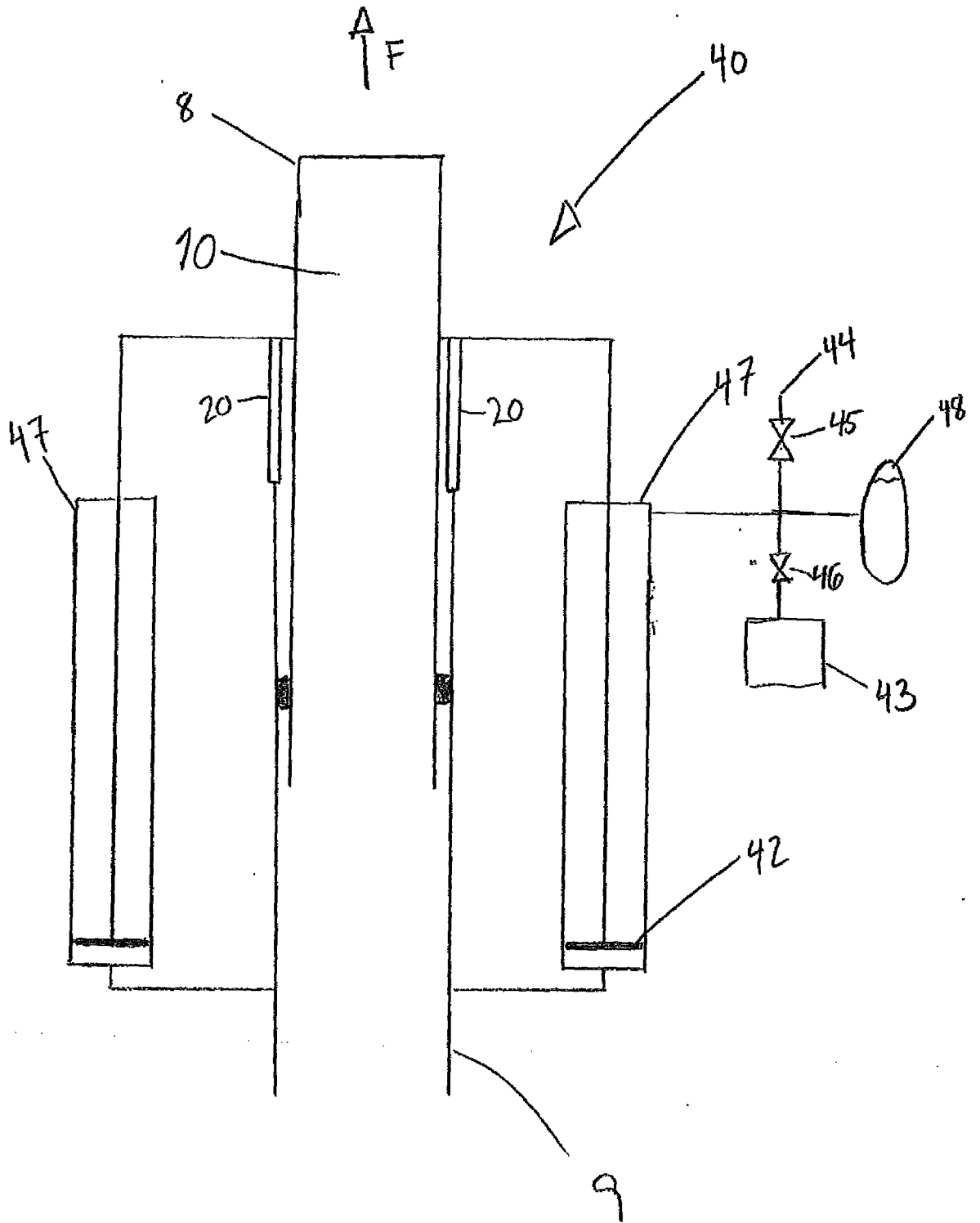


Fig. 6

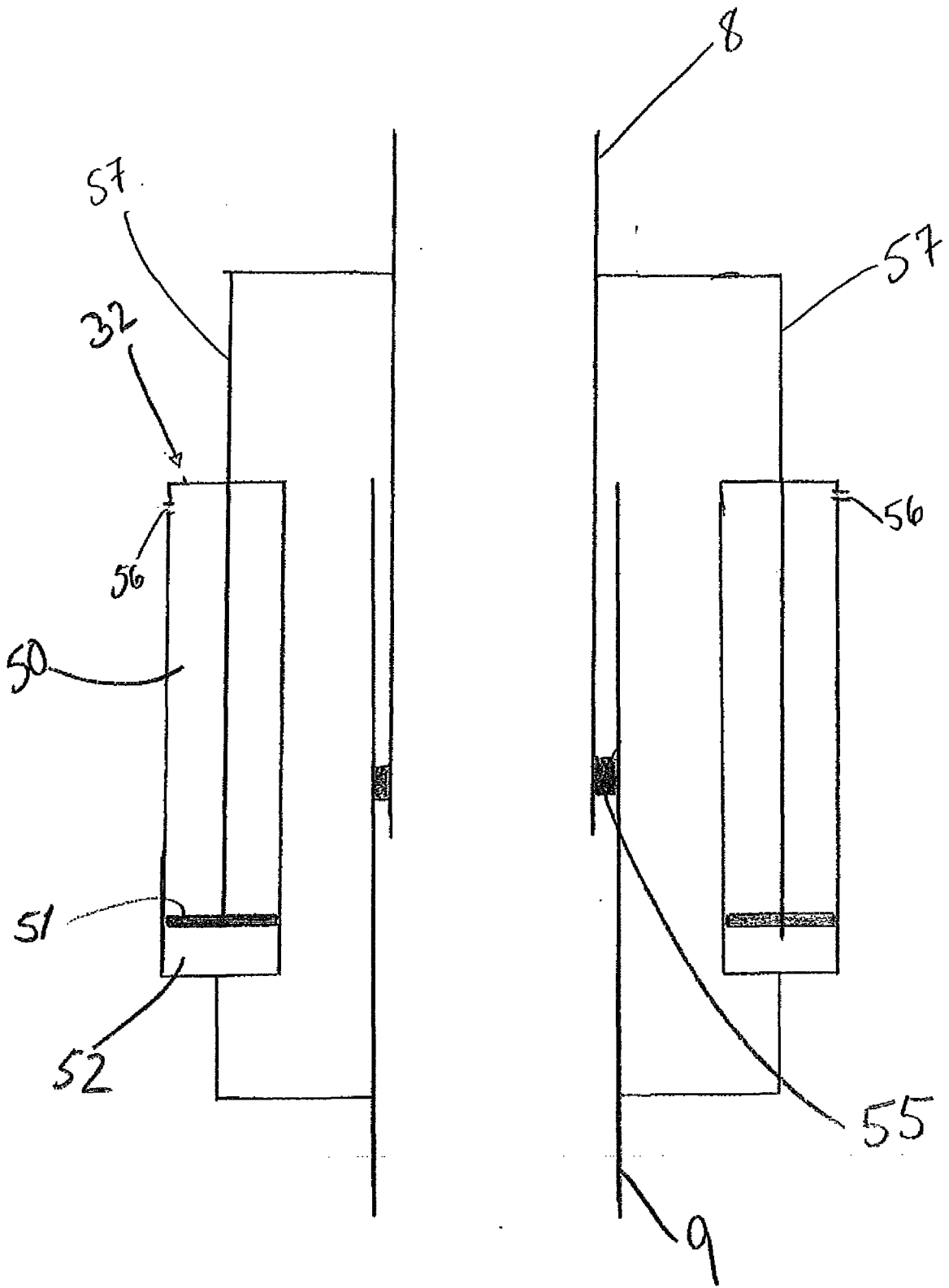


Fig. 7