



(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **329236**

(13) **B1**

**NORGE**

(51) **Int Cl.**

*E21B 43/04 (2006.01)*

*E21B 34/12 (2006.01)*

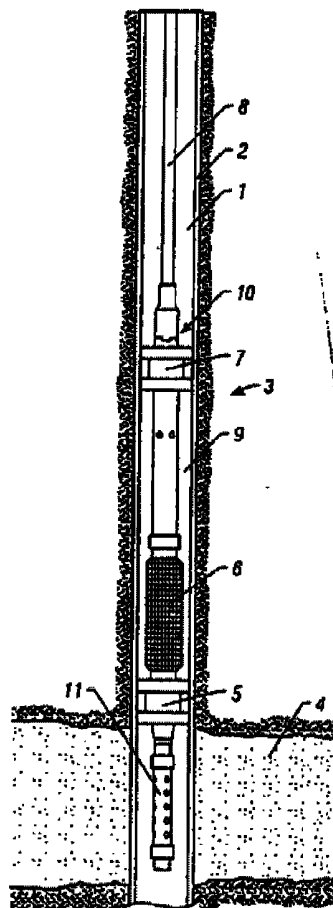
*E21B 34/00 (2006.01)*

### Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20002152	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2000.04.27	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2000.04.27	(30)	Prioritet	1999.04.30, US, 302974
(41)	Alm.tilgj	2000.10.31			
(45)	Meddelt	2010.09.20			
(73)	Innehaver	Schlumberger Technology BV, Parkstraat 83-89, NL-2514JG HAAG, Nederland			
(72)	Oppfinner	Michael J Foster, Houston, TX, US-, USA Steven L Anyan, 624 Brookhollow Lane, US-OK74006-821 BARTLESVILLE, USA H Steven Bissonette, Lafayette, LA, US-, USA			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			

(54)	Benevnelse	<b>Verktøysammenstilling for bruk i en verktøystreng samt en fremgangsmåte for gruspakking av en brønn.</b>
(56)	Anførte publikasjoner	US 5174379
(57)	Sammendrag	

En med full diameter nedsetningsverktøysammenstilling fremskaffer et hus tilknyttet en pakning i en brønnboring og er innrettet med produksjonssonen. Et service verktøy i verktøysammenstillingen er tilknyttet en produksjonsrørstreng som strekker seg til overflaten og som er tilpasset for selektiv, fjernbar tilknytning til og plassering inne i huset. Verktøysammenstillingen definerer en nedstrøms strømningsvei og en returstrømningsvei når serviceverktøyet er tilknyttet huset. En kuleventil som er selektivt sjaltbar mellom overflaten åpner og lukker returstrømningsveien for å definere en sirkulerende stilling og en sammenpresset stilling. Huset, serviceverktøyet og kuleventilen definerer også en reversert stilling. Verktøysammenstillingen letter gruspakking av ringrommet mellom borehullsforingsrøret og servicestrengen som inkluderer verktøysammenstillingen.



**Oppfinnelsens fagområde.** Den foreliggende oppfinnelsen vedrører område brønnverktøy. Særlig vedrører oppfinnelsen en anordning og en fremgangsmåte for gruspakking av en brønn som også tillater perforering eller frakturering av en brønn i en enkelt tur og som etterfølges av en fullboringstilgang gjennom anordningen og med lodd satt ned på anordningen.

**Tilknyttet teknikk.** Teknikk i forbindelse med styring av sandmigrering inn i brønner som penetrerer løse formasjoner ved gruspakking av brønner er godt kjent innenfor olje- og gassindustrien. Sandmigrering og kollaps av løse formasjoner kan resultere i avtagning av strøm og produksjon, økt erosjon av brønnekomponentene, og produksjon av brønnsand som er farlig avfall som foreskriver spesialisert håndtering og fjerning. Slik gruspakking består typisk av deponering av en mengde eller «pakning» av grus rundt det utvendige av et perforert forlengningsrør og en sil, med pakningen fortrinnsvis strekkende inn i perforeringene i den løse formasjonen. Gruspakningen presenterer så en barriere for migreringen av sand mens den fortsatt tillater at fluid strømmer fra formasjonen. Ved plassering av en gruspakning, føres grus inn i brønnen og inn i formasjonen i form av en slurry, der mye av bærefluidet eller overholdingsfluidet blir returnert til overflaten, og etterlater grus på den ønskede plasseringen.

Det har blitt gjort forsøk i den senere tid å minimalisere antall turer av verktøystrengen inn i brønnen. Hver tur av verktøystrengen i en brønn tar betydelig tid, og pådrar derfor betydelige kostnader i forbindelse med rigg og bemanningstid. Som vil være lett å forstå, økes disse kostnadene dramatisk hvis verktøystrengen må kjøres inn til store dybder i en brønn. Videre, tillater tidligere anordning for bruk av perforeringsapparater tilknyttet bunnen av gruspakningsverktøysammenstillingen, slik at perforeringen og gruspakningen kan kompletteres i en enkelt tur. Det samme gjelder for fraktureringsutstyr som kan bli tilknyttet sammenstillinger i kjente verktøy for å lette frakturering og gruspakking i én enkelt tur.

Et problem tilknyttet kjente konstruksjoner vedrører styring og posisjonering av verktøysammenstillingene. Ettersom et fluid fra overflaten pumpes gjennom produksjonsrøret og inn i brønnen for å komplettere gruspakningen, har produksjonsrøret en tendens til å krympe på grunn av temperaturforskjeller mellom overflaten og bunnen av brønnboringen, der gruspakningen skal bli utført. I tillegg, kan andre faktorer bidra til eller forårsake rørkrympning. Rørkrympning kan danne

usikkerhet om plasseringen av verktøysammenstilling i forhold til pakningen, sand-silen og andre gruspakningskomponenter. Enkelte verktøysammenstillinger baserer seg på plassering av verktøysammenstilling, i forhold til de faste nedihullskomponentene som er foreskrevet for gruspakning for å bestemme funksjonen og strømningsveiene gjennom verktøysammenstillingen. Følgelig, kan usikkerhet ved plassering av verktøysammenstillingen forårsake at verktøysammenstillingen av uaktsomhet sjalter fra en operasjon til en annen. Eksempelvis er avstanden mellom en sirkulert stilling og en sammenpresset stilling (squeeze position) i et verktøy i henhold til kjent teknikk, kun omtrent 18 tommer. Krympning kan bevege verktøyet fra sammenpresset til sirkulerende stilling og forandre strømningsveien og driften av verktøyet. Tilsvarende, under operasjoner utført fra en flytende plattform, kan heving av plattformdekket forandre stillingen på verktøysammenstilling og forårsake usikkerhet i verktøysammenstillingens plassering. Følgelig finnes det et behov for en gruspakningsverktøysammenstilling som eliminerer usikkerhetene tilknyttet plassering av verktøysammenstillingen og for operering av stillingen av verktøysammenstillingen.

Et annet problem tilknyttet verktøysammenstillinger i henhold til kjent teknikk er at de blokkerer eller begrenser boringens størrelse gjennom verktøysammenstillingen. Begrensningen begrenser evnen til å utføre operasjoner under verktøysammenstillingen. Eksempelvis er det i en verktøysammenstilling som omfatter perforeringsutstyr tilknyttet bunnen av verktøyet, et begrenset antall måter perforeringsapparater kan aktiveres. En foretrukket måte å aktivere perforeringsapparater på er å slippe en deponeringsstav gjennom produksjonsrøret inn i inngrep med perforeringsapparatet for å avfyre apparatet. Typisk verktøysammenstillinger som begrenser eller blokkerer produksjonsrøret tillater ikke at en detonasjonsstav passerer derigjennom. Følgelig, er bruk av en detonasjonsstav i slike operasjoner ikke mulig. Følgelig, og til tross for bruk av egenskaper eller i henhold til kjent teknikk, gjenstår det et behov for en verktøysammenstilling som fremskaffer full boringsdiameter gjennom verktøysammenstillingen for å tillate at operasjoner blir utført gjennom verktøysammenstillingen eksempelvis loggingsoperasjoner og/eller for å tillate passasje av brønnverktøy, eksempelvis kabelverktøy og bladtrådverktøy, loggingsverktøy, kjemiske kuttere (chemical cutters) fallballer (drop balls), detona-

sjons-/fallstaver (detonation/drop bars), og tilsvarende gjennom verktøysammenstillingen.

Fra US 5,174,379 fremgår det gruspakking og perforering av en brønn i én enkelt tur. Patentet beskriver et system som har en tverrforbindelse med en operativ lukkemekanisme.

For å oppnå slike forbedringer, fremskaffer den foreliggende oppfinnelsen et fulldiameter-nedsettingsverktøy-sammenstilling som i en foretrukket utførelsesform fremskaffer en fullboringsdiameter gjennom verktøyet, og som blir satt i en pakning i borehullet under konstant kompresjon når i det minste de er i sirkulerende og pressposisjonene for å sikre forskriftsmessig plassering og drift av verktøysammenstillingen. Generelt sett, omfatter verktøysammenstillingen en sjaltbar kuleventil for å alternere mellom en sirkulerende og en sammenpresset stilling. Når kuleventilen er i en åpen stilling fremskaffes fullboringstilgang gjennom verktøysammenstillingen når den lukkede stillingen hovedsakelig hindrer strømning gjennom returveien i verktøysammenstillingen for å tillate en sammenpresset eller reversert drift.

Et aspekt av den foreliggende oppfinnelsen fremskaffer en verktøysammenstilling for bruk i en verktøystreng for gruspakking av et ringromsområde i en brønnboring som omgir i det minste en del av verktøystrengen i brønnboringen. Verktøysammenstillingen omfatter en pakning og et hus tilknyttet pakningen. Huset definerer en gjennomgående boring og minst én åpning eller munning fremskaffer kommunikasjon mellom et ytre av huset og boringen. Et serviceverktøy i verktøysammenstillingen er velgbart tilknyttet en rørstreng og er tilpasset for selektiv plassering inne i huset. En selektiv sjaltbar kuleventil montert inne i serviceverktøyet er selektivt og fjernbart sjaltbart mellom en åpen stilling og en lukket stilling. Serviceverktøyet definerer minst to alternative strømningsveier og kuleventilen er tilpasset og plassert for selektivt å åpne og lukke minst en av de alternative strømningsveiene.

Verktøysammenstillingen omfatter også en nedstrøms strømningsvei for den alternerende strømningsveien og en returvei til den alternerende strømningsveien med kuleventilen plassert i returstrømsveien. Huset, serviceverktøyet og kuleventilen definerer og er skiftbare eller sjaltbare mellom minst en sammenpresset stilling en sirkuleringsstilling og en reversert stilling.

Et aspekt med den foreliggende oppfinnelsen omfatter et tilknytningselement tilpasset for valgfri løsgjørbar tilknytning av serviceverktøyet til huset. Tilknytningselementet omfatter en hylse tilknyttet huset og en krage eller flens tilknyttet serviceverktøyet med hylsen og der kragen er tilpasset for samvirkende løsbar sammenpassende tilknytning. Huset, serviceverktøyet og kuleventilen definerer og er sjaltbar mellom minst en sammenpresset stilling og en sirkulerende stilling og tilknytningselementet er tilpasset for å bli tilknyttet serviceverktøyet med huset når huset, serviceverktøyet og kuleventilen er i den sammenpressede stillingen og i sirkuleringsstillingen.

I en foretrukket utførelsesform, defineres en gjennomgående ventilpassasje når kuleventilen er i sin åpne stilling. Serviceverktøyet definerer en gjennomgående serviceverktøyboring som omfatter minst en del av en av de minst to alternative strømningsveiene. Ventilpassasjens diameter er hovedsakelig lik serviceverktøysboringens diameter. Videre, er serviceverktøysboringen og ventilpassasjen dimensjonert og tilpasset for å tillate passasje av et brønnverktøy derigjennom.

Et annet aspekt med den foreliggende oppfinnelsen fremskaffer verktøysammenstilling for bruk i en verktøystreng for gruspakking av et ringromsområde i et borehull som omgir minst en del av verktøystrengen i borehullet. Verktøysammenstillingen omfatter en hussammenstilling som definerer en første strømningsvei og en andre strømningsvei. En kuleventil i hussammenstillingen er tilpasset for selektivt å åpne og lukke en av enten den første eller den andre strømningsveien og den første og andre strømningsveien er tilpasset for å fremskaffe fluidmessig kommunikasjon for et gruspakningsmateriale og et returfluid. Kuleventilen definerer en gjennomgående ventilpassasje når kuleventilen er i en åpen stilling. Fortrinnsvis er ventilpassasjens diameter omtrent lik den tilknyttede av den første og den andre strømningspassasjens diameter inne i hvilket kuleventilen er plassert.

Enda et aspekt med den foreliggende oppfinnelsen fremskaffer en gruspakningssammenstilling for bruk i en verktøystreng for gruspakking av et ringromsområde av et borehull som omgir minst en del av verktøystrengen i brønnboringen. Gruspaknings-sammenstillingen omfatter en pakning og et hus med en første og andre ende. Huset definerer en gjennomgående boring og minst en åpning som fremskaffer fluidmessig kommunikasjon mellom et ytre av huset og boringen.

Huset er tilknyttet pakningen proksimalt den første enden av huset. Eksempelvis er en sandsil tilknyttet huset nærmest den andre enden av huset. Silen er tilpasset for å tillate strøm av fluider derigjennom. Et serviceverktøy er selektivt tilknyttbart og posisjonerbart inne i huset, og definerer en nedstrøms strømningsvei og en returstrømningsvei. Den nedstrømsplasserte strømningsveien kommuniserer med boringen i huset når serviceverktøyet er plassert deri. Returveien kommuniserer med sandsilen. Serviceverktøyet har en ventil i returstrømningsveien som er tilpasset for valgfritt eller selektivt å åpne og lukke returstrømningsveien for å styre strømning av fluid derigjennom. Åpningen gjennom ventilens diameter, når ventilen er åpen, er hovedsakelig lik boringens diameter, slik at ventilen er tilpasset for å fremskaffe gjennomgående tilgang uten betydelig redusering av boringens tverrsnittsareal og diameter. Ytterligere, definerer serviceverktøyet, huset og kuleventilen minst en sammenpresset stilling og en sirkuleringsstilling når serviceverktøyet er tilknyttet huset. Serviceverktøyet og huset er tilpasset for å bære eller oppta kompresjonslast når den er tilknyttet. Når serviceverktøyet er frakoplet fra huset, definerer serviceverktøyet, huset og kuleventilen minst en reversert stilling.

Enda et aspekt med den foreliggende oppfinnelsen fremskaffer en verktøysammenstilling for utførelse av en gruspakning. Verktøysammenstillingen omfatter et serviceverktøy tilpasset for selektivt å bli tilknyttet en servicestreng. Serviceverktøyet definerer en nedstrøms strømningsvei og en gjennomgående returvei. I tillegg omfattes også en ventil inne i returveien som selektivt er bevegelig mellom en åpen stilling og en lukket stilling og er tilpasset for å styre strømmen gjennom returveien. Ventilen er tilpasset for å fremskaffe en gjennomgående fulldiameters åpning når den er i sin åpne stilling.

En annen valgt utførelsesform omfatter et hus tilknyttet pakningen som definerer en gjennomgående boring. Et serviceverktøy er tilpasset for selektivt og fjernbar sammenpasning med huset. Et tilknytningselement er tilpasset for selektiv løsbart tilknytning av serviceverktøyet og huset. Serviceverktøyet er selektivt sjaltbart mellom minst en sirkulerende stilling og en sammenpresset stilling; og tilknytningselementet er inngrep for å tilknytte serviceverktøyet med huset når serviceverktøyet er i den sirkulerende stillingen og i den sammenpressede stillingen.

Et annet aspekt med den foreliggende oppfinnelsen fremskaffer en fremgangsmåte for gruspakking av en brønn ved bruk av en verktøysammenstilling som definerer minst en nedstrøms strømningsvei og en returstrømningsvei og har en kuleventil i returveien. Fremgangsmåten omfatter passering av verktøysammenstillingen i brønnen og selektiv sjalting av verktøysammenstillingen mellom minst en sirkulerende stilling og en sammenpresset stilling for å utføre gruspakningen og å aktuere kuleventilen til en åpen stilling i sirkuleringsstillingen og en lukket stilling i den sammenpressede stillingen.

Enda et aspekt med den foreliggende oppfinnelsen fremskaffer en verktøysammenstilling for å utføre en gruspakking som omfatter et verktøysammenstillingslegeme med midler for retting av fluid gjennom verktøysammenstillingslegemet for å utføre gruspakningen; midler for selektivt å blokkere en returstrømning gjennom legemet for å definere minst en sammenpresset stilling og en sirkuleringsstilling; og midler for å bære en last på verktøysammenstillingslegemet når verktøysammenstillingslegemet er i minst den sammenpressede stillingen og i sirkuleringsstillingen.

## KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

Måten disse målene og andre ønskelige egenskaper kan oppnås på blir forklart i den følgende beskrivelsen og i de tilknyttede tegningene der:

- Fig. 1 er et skjematisk riss av en servicestreng som omfatter den foreliggende oppfinnelsen plassert i en brønn.
- Fig. 2A-D er et delvis tverrsnitt, sideriss av den foreliggende oppfinnelsen i den sammenpressede stillingen.
- Fig. 3 er et toppriss av kuleventilen.
- Fig. 4 er et skjematisk riss av j-slissene i den sammenpressede stillingen.
- Fig. 5A-D er delvis tverrsnitt, sideriss av en alternativ utførelsesform av den foreliggende oppfinnelsen i den sammenpressede stillingen.
- Fig. 6 er et sideriss av j-slissene i den sammenpressede stillingen.
- Fig. 7A-D er et delvis tverrsnitt, sideriss av den foreliggende oppfinnelsen i den sirkulerende stillingen.
- Fig. 8 er et sideriss av j-slissene i den sirkulerende stillingen.

- Fig. 9A-E er et delvis sideriss av den foreliggende oppfinnelsen i returstillingen.

- Fig. 10 er et skjematisk riss av j-slissene i returstillingen.

5 Det skal imidlertid bemerkes at de vedlagte tegningene kun illustrerer typiske utførelsesformer av oppfinnelsen og er derfor ikke betraktet som begrensende for oppfinnelsens omfang, og oppfinnelsen kan tillate helt andre effektive utførelsesformer.

#### 10 DETALJERT BESKRIVELSE AV OPPFINNELSEN

Den foreliggende oppfinnelsen fremskaffer generelt sett et fulldiameterverktøynedsetningssammenstilling som fremskaffer en full boringsdiameter gjennom verktøyet, i en foretrukket utførelsesform, og som er satt i en pakning i borehullet i konstant kompresjon når i det minste den sirkulerende og den sammenpressede stillingen for å sikre skikkelig plassering og drift av verktøysammenstillingen.

15 Generelt sett omfatter verktøysammenstillingen en sjaltbar kuleventil for å alternere mellom en sirkulerende og en sammenpresset stilling. Når den er i den lukkede stilingen fremskaffer kuleventilen fulldiametertilgang gjennom verktøysammenstillingen og den lukkede stillingen hindrer den hovedsakelige strømning gjennom returveiene i verktøysammenstillingen for å tillate en sammenpresset eller reversert drift.

20

Fig. 1 er et skjematisk riss av en brønnboring 1 med en servicestreng 3 deri. Servicestrengen 3 omfatter et perforeringsapparat innrettet med sonen som skal produseres, en bunnpakning 5, en sandsil 6, en gruspakningsverktøysammenstilling 10, og en verktøysammenstillingspakning 7. Servicestreng 3 bæres av en produksjonsrørstreng 8 som strekker seg til overflaten. I denne utførelsesformen, avfyres perforeringsapparatet og perforerer produksjonssonen. Så senkes servicestreng 3 for å innrette pakningene over og under perforeringene og pakningene blir satt og isolerer produksjonssonen, samt definerer et ringromsområde mellom servicestreng 3 og føringsrør 2. Gruspakningen blir så utført og sonen blir produsert. Den foreliggende oppfinnelsen er nyttig under slike operasjoner i tillegg til andre operasjoner som foreskriver en gruspakning, og er nyttig under operasjoner også andre de som foreskriver perforering og gruspakning i en enkelt tur.

25

30

En typisk gruspakningsoperasjon omfatter tre operasjoner (bl.a.) vist til som sammenpresningsoperasjonen, sirkuleringsoperasjonen og reverseringsoperasjonen. Under sammenpresningsoperasjonen, blir grusslurryen tvunget ut inn i formasjonen 4 ved å pumpe slurry inn i produksjonssonen, mens man blokkerer returstrømningsveien 46. Fraværet av en returstrømningsvei 46 forårsaker trykkoppbygning som tvinger slurry inn i formasjonen 4. Når hulrommene inne i formasjonen 4 blir «fylt», vil trykket øke raskt, betegnet som «tupputsiling» (tip screen out). Ved tupputsiling er det neste vanlige trinnet å utføre en sirkuleringsoperasjon der grusslurry pumpes inn i ringromsområdet 9 mellom sandsil 6 og føringsrør 2. Ved sirkuleringsstillingen, er returstrømningsveien 46 åpen og returfluidet tillates å strømme tilbake til overflaten. Sandfilteret 6 holder på grusmaterialet i grusslurryen i ringromsområdet 9, men tillater at fluider passerer derigjennom. Følgelig, avleirer sirkulering av grusslurryen til sandsilen 6 grusmaterialet i ringromsområdet 9. Imidlertid, under sirkuleringsoperasjonen, når det avleirede grusmaterialet når toppen av sandsilen 6, vil trykket øke raskt og indikere at silen er ute, og et fullt ringrom (screen out and a full annulus). Det skal bemerkes at en alternativ måte å operere verktøyet på er å utforme sammenpresningsoperasjonen med verktøy-sammenstillingen 10 i den sirkulerende stillingen og med en overflateventil (ikke vist) lukket for å hindre returstrøm. Ved bruk av denne fremgangsmåten, kan sjaltingen fra den sammenpressede operasjonen til sirkuleringsoperasjonen bli gjort rett og slett ved å åpne overflateventilen uten at det er behov for å sjalte verktøyet.

Når ringrommet er pakket, kan strengen bli trukket ut av borehull 1. Imidlertid, for å hindre at man mister grusmaterialet som gjenværer i servicestreng 3 og i produksjonsrør 8 inn i brønnen når man trekker strengen ut av brønnen, blir grus i produksjonsrør 8 og servicestrengen 3 reversibelt sirkulert til overflaten før strengen fjernes. Denne prosedyren i forbindelse med reversert sirkulering av den gjenværende grusen fra brønnen vises til som den reverserte operasjonen.

Generelt sett, blir strømning av fluid reversibelt sirkulert gjennom produksjonsrør 8 for å pumpe den gjenværende grusen inn i produksjonsrørstrengen 8 og servicestrengen 3 og til overflaten.

Generelt sett, og på grunn av at brodannelse kan oppstå når avleiring eller avsetning av grusen i brønnen danner spalter i eller hulrom i gruspakningen, kan sammenpresnings og/eller sirkuleringsoperasjonene bli utført mer enn en gang for

hver gruspakningsoperasjon. Dette beskrives ofte som nybelastning av pakningen («restressing the pack»). Den reverserte driften kan bli utført før nybelastning av pakningen eller mellom sammenpresning og sirkuleringsoperasjonene etter ønske.

5 En verktøysammenstilling 10 letter gruspakningsoperasjonen. Som hittil brukt, skal uttrykkene sammenpresningsstilling, sirkuleringsstilling og reversert posisjon vise til en posisjon av verktøysammenstillingen 10 som samsvarer med sammenpresningsoperasjonen, sirkuleringsoperasjonen og den reverserte operasjonen.

10 I tillegg, av hensyn til denne redegjørelsen, skal uttrykkene «øvre» og «nedre» «oppihulls» og «nedihulls», «opp» «ned», og «oppover» og «nedover» er relative uttrykk for å indikere stilling og retning og bevegelsesretning på mer lett gjenkjennbare uttrykk. Vanligvis er disse uttrykkene relative til en linje trukket fra en øverste stilling ved overflaten til et punkt ved jordens senter og vil være pas-  
15 sende for bruk ved relativt rette vertikale borehull. Imidlertid, når borehull 1 er betydelig avviksboret, eksempelvis fra omtrent 60° fra vertikal, eller horisontal, er disse uttrykkene ikke fornuftig og skal følgelig ikke bli vurdert som begrensninger. Disse uttrykkene er kun brukt for å lette forståelsen og som en indikasjon av hva stillingen eller bevegelsen ville være hvis den var plassert inne i et vertikalt bore-  
20 hull 1.

Fig. 2A-D er tverrsnittssideriss av en foretrukket utførelsesform av verktøysammenstillingen 10 (også vist til som gruspaknings-sammenstillingen). Verktøysammenstillingen 10 omfatter generelt sett et hus 12 tilknyttet en pakning 7 og et serviceverktøy 14 tilpasset for fjernbar tilknytning med huset 12. Ved å sjalte ser-  
25 viceverktøy 14 og styring av den relative stillingen av serviceverktøyet 14 i forhold til huset 12, er verktøysammenstillingen 10 sjaltbar mellom sammenpresning, sirkulerings- og reverseringsposisjoner. Når betraktet i kombinasjon, er huset 12 og serviceverktøyet 14 også betegnet som hussammenstilling 16.

Huset 12 har en langstrakt rørformet legeme som definerer en gjennomgå-  
30 ende boring 20. Minst en blender eller munning definert av huset 12 strekker seg gjennom en sidevegg 24 i huset 12 for å fremskaffe fluidmessig kommunikasjon mellom boringen 20 og husets 12 ytre 26. Den første ende 28 av huset 12 ofte den øvre enden, er tilknyttet til eller er nær en pakning 7. Når den er satt, opprett-

holder pakningen 7 stillingen til pakningen 7 og huset 12 i forhold til produksjons-  
sonen og hindrer deres bevegelse inne i brønnboringen 1. Bemerk at pakningen 7  
kan definere en del av huset 12. Tilknyttet en andre, eller bunnenden 30 av huset  
12 er sandsil 6.

5           Serviceverktøy 14 har et hovedsakelig sylindrisk legeme dimensjonert og  
tilpasset for å passe inne i og være sammenpassende med boring 20 i huset 12.  
Serviceverktøy 14 er tilpasset for selektiv løsbar tilknytning til og plassering av  
minst en del av denne inne i huset 12. En første, eller øvre, ende 34 av service-  
verktøyet 14 er tilpasset for tilknytning til produksjonsrørstreng 8 eksempelvis ved  
10   hjelp av en gjengeforbindelse, med serviceverktøyboring 60 som er i fluidmessig  
kommunikasjon med produksjonsrørstreng 8. For å lette gruspakningsoperasjo-  
nen, definerer serviceverktøy 14 minst to alternative strømningsveier 38, som om-  
fatter minst første og andre strømningsveier, henholdsvis 40 og 42. Generelt sett,  
leverer en strømningsvei, nedstrømsstrømningsvei 40, gruspakningsmateriale i  
15   sirkulerings- og sammenpresningsoperasjonene; og den andre, andre strømnings-  
vei fremskaffer en returvei 42.

Den alternative strømningsvei 38 er tilpasset for å fremskaffe et levende  
ringrom (live annulus) hvori brønnringrommet over serviceverktøypakning 7 kom-  
muniserer med formasjonen, mens serviceverktøy 14 er i bruk. Følgelig, hvis  
20   pumpingen stopper opp, kan operatøren fremdeles overvåke trykket under pak-  
ningen 7. Tidligere systemer fremskaffer ikke et slikt levende ringrom.

Serviceverktøy 14 er løsbart tilknyttet huset 12 ved hjelp av et tilknytnings-  
element 48. Generelt sett er tilknytningselement 48 tilpasset for midlertidig å til-  
knytte serviceverktøy 14 med huset 12 og å bære en last som er nødvendig for å  
25   holde en kompresjonsbelastning på serviceverktøy 14. I den foretrukne utførelses-  
formen vist i fig. 1, er serviceverktøy 14 tilknyttet huset 12 ved hjelp av tilknyt-  
ningselement 48 som er i inngrep under sirkulerings- og sammenpresningsopera-  
sjonene. Serviceverktøy 14 blir frakoplet og sammenkoplingselement 14 går ut av  
inngrep under den reverserte operasjonen. Tilknytning av serviceverktøy 14 med  
30   huset 12 under sammenpresnings- og sirkuleringsoperasjonen sikrer at verktøy-  
sammenstillingen 10 er i en passende stilling under de relevante operasjonene og  
fremskaffer økt pålitelighet.

Tilknytningselementets 48 relativt høye lastbæringsevne tillater at verktøysammenstillingen 10 kan operere med lodd satt ned på verktøysammenstilling 10 og dette øker ytterligere verktøyets pålitelighet.

I en utførelsesform, omfatter tilknytningselement 48 en hylse 50 tilknyttet huset 12 og definerer et profil 52 deri. En krage eller flens 54 er tilknyttet den andre, bunnenden 36 av serviceverktøy 14 og er tilpasset for løsbar samvirkende sammenpassing med profil 52 i hylse 50. Hylsens 54 fjærkraften, eller snepptkraften fremskaffer en motstand mot oppoverrettet bevegelse og frakopling av kragen 54 fra hylse 50 tilbyr motstand mot frakopling og fremskaffer en forsikring for operatøren av at den skikkelige relative plasseringen av serviceverktøy 14 og huset 12. Under sjalting av serviceverktøy 14, trekkes kragen 54 fra hylsen 50 og så, typisk, tvinges tilbake inn i hylsen 50. Motstanden som tilbys av snepptkraften fra kragen 54 fremskaffer en positiv indikasjon ved overflaten for operatøren om at verktøyet 14 har sjaltet. Andre tilsvarende tilknytninger til serviceverktøy 14 til huset 12 er åpenbart for de som kjenner fagområdet og er følgelig betraktet som en del av omfanget av den foreliggende oppfinnelsen. Videre, er tilknytningselement 48, i en alternativ utførelsesform (ikke vist) byttet ut med en skulder tilpasset for å bære lastbehovene. I denne alternative utførelsesform, er serviceverktøy 14 ikke «tilknyttet» huset 12, men opprettholdes i huset 12 ved hovedsakelig å opprettholde nedoverrettet kraft på serviceverktøyet 14.

Serviceverktøy 14 definerer en gjennomgående boring for serviceverktøyet 60 som strekker seg i lengderetningen. Serviceverktøyåpninger 62 (minst en) strekker seg gjennom veggen i serviceverktøy 14 og fremskaffer fluidmessig kommunikasjon mellom serviceverktøyboringen 60 og det ytre 64 av serviceverktøyet 14. Serviceverktøyåpning 62 er plassert i serviceverktøy 14, slik at når serviceverktøy 14 er plassert i og tilknyttet med huset 12, slik at verktøysammenstillingen 10 er i sin sirkulerende eller sammenpressede stilling, at serviceverktøyåpning eller munning 62 kommuniserer med en hussammenstillingsringrom 66 dannet mellom serviceverktøy 14 og huset 12. Husåpning 22 er også plassert for å kommunisere med hussammenstillingsringrom 66. Tetninger 68 montert over og under serviceverktøyåpning 62 og husåpninger 22 tetter toppen og bunnen av hussammenstillingsringrom 66 mellom serviceverktøy 14 og huset 12. Tilsvarende, fremskaffer serviceverktøy 62, hussammenstillingsringrom 66, og husmunning 22 en

fluidmessig kommunikasjonspassasje fra serviceverktøyets boring til ringromsområdet 9 mellom verktøysammenstilling 10 og føringsrør 2 i borehull 1 når verktøysammenstilling 10 er i sirkulerings- eller sammenpresningsstilling. Følgelig, definerer serviceverktøyboring 60 og serviceverktøyåpning 62 en nedstrøms strømningsvei 40 gjennom serviceverktøy 14; der serviceverktøyboring 60, serviceverktøyåpning 62, hussammenstillingsrom 66 og husåpning 22 definerer en nedstrøms strømningsvei gjennom hussammenstilling 16 som fremskaffer kommunikasjon mellom produksjonsrørstreng 8 og ringrommet dannet mellom servicestreng 3 og borehull 1 når verktøysammenstilling 10 er i den sirkulerende eller sammenpresede stillingen.

En plugg 70 i serviceverktøy 14 plassert under serviceverktøyåpning 62 hindrer strømning gjennom serviceverktøyets boring 60 forbi plugg 70. I alternative utførelsesformer, blir plugg 70 enten fastgjort og er integrert med legeme av serviceverktøy 14 eller er en fjernbar plugg 70 (fig. 5A-D) som er tilpasset for valgfri innsetting og plassering inne i serviceverktøyets boring 60. Eksempelvis, foreskrives det i de utførelsesformene at en full åpen boring gjennom verktøysammenstillingen 10 for å fremskaffe en passasje for et brønnverktøy, eksempelvis en detonasjons-/fallestav, en kule, et loggingsverktøy, en vaierledning eller glatt ledningsverktøy, en kjemisk kutter eller tilsvarende, gjennom verktøysammenstilling 10, og den innsettbare pluggtypen 70 er foreskrevet. Ved bruk av den innsettbare pluggtypen 70, passerer brønnverktøyet gjennom verktøysammenstillingen 10 før innsetting av pluggen 70. Verktøysammenstilling 10 blir så drevet med pluggen 70 på plass.

Serviceverktøy 14 definerer ytterligere minst en, men fortrinnsvis en rekke returpassasjer 74 som strekker seg langsgående gjennom serviceverktøyets 14 vegg. Innløpene 76 til returpassasjen 74 er plassert på en side av pluggen 70 tvers overfor eller på motsatt side av stillingen av serviceverktøyåpningene 62, slik at pluggen 70 hindrer fluidmessig kommunikasjon mellom serviceverktøyåpningene 62 og returpassasjene 74 innløpene 76 via serviceverktøyboringen 60. Videre er returpassasjene 74 forskjøvet i forhold til serviceverktøyåpninger 62 i veggen av serviceverktøy 14 for å hindre kommunikasjon derimellom. Utløpene i returpassasjene 74 plassert i nærheten av den første, øvre enden av serviceverktøyet 14 og kommuniserer med et ytre 64 på serviceverktøyet 14. Følgelig, fremskaffer retur-

passasje 74 fluidmessig kommunikasjon mellom serviceverktøyboringen 60 under plugg 70 til det utvendige 64 av serviceverktøyet 14 i en stilling i nærheten av den første øvre enden av serviceverktøyet 14. Utløpene 78 til returpassasjene 74 er plassert i serviceverktøy 14, slik at når verktøysammenstillingen 10 er i den sirkulerende eller sammenpressede stillingen, er utløpene 78 over pakningen 7 og fremskaffer kommunikasjon mellom ringrommet dannet mellom produksjonsrørstreng 8 og føringsrør 2 og serviceverktøyboringen 60 under pluggen 70. Serviceverktøyboringen 60 under pluggen 70 og returpassasjene 74 har samlebetegnelsen som returvei 42.

En kuleventil 80 (fig. 3 er et toppriss av kuleventilen 80) på serviceverktøy 14 er anbrakt i returvei 42, spesifikt i serviceverktøyboringen 60 under pluggen 70 i en foretrukket utførelsesform. Kuleventilen 80 er tilpasset til å bevege seg mellom en åpen og en lukket stilling. I den lukkede stillingen, tetter kuleventilen 80 hovedsakelig serviceverktøyboringen 60 og endrer strøm gjennom returvei 42. I den åpne stillingen, tillater kuleventil 80 fluidstrømning derigjennom og gjennom returvei 42. Videre, i den foretrukne utførelsesformen, definerer kuleventil 80 en ventilpassasje 82, når den er i sin åpne stilling, som har en diameter som hovedsakelig er lik serviceverktøyets boring 60's diameter for å fremskaffe fulldiameters tilgang gjennom serviceverktøy 14. Følgelig, er serviceverktøyboring 60 og ventilpassasjene 82 dimensjonert og tilpasset for å tillate et brønnboringsverktøy å passere derigjennom og fremskaffer en fulldiameterpassasje gjennom verktøysammenstillingen 10. Kuleventil 80, omfatter i en foretrukket utførelsesform en energisatt tetning 84 (fjærbelastet tetning (spring loaded seal)) for å sikre tetning mellom kulen og serviceverktøyboringen 60. Det skal bemerkes at det i den foretrukne utførelsesformen er beskrevet en kuleventil 80, kan den foreliggende oppfinnelsen omfatte hvilken som helst type ventil 80 som er i stand til å fremskaffe en ventilpassasje 82 som gir fulldiameters gjennomgående boring som hovedsakelig ikke reduserer tverrsnittsarealet av boringen gjennom serviceverktøyet 14 for å tillate passasje av brønnverktøy gjennom verktøysammenstillingen 10.

En sjaltemekanisme 90 på serviceverktøyet 14 aktuerer kuleventil mellom de åpne og de lukkede stilingene. En øvre del 92 av serviceverktøyet 14 kan bevege seg fritt i aksiell retning i forhold til nedre stiling 94 for serviceverktøyet 14 inne i en forhåndsbestemt begrenset omfang. Den relative aksielle bevegelsen

oppnås når den nedre delen 94 er tilknyttet huset 12 ved hjelp av tilknytningsmekanismen. Den øvre delen 92 blir så beveget aksielt av en operatør som styrer stillingen av produksjonsrørstrengen fra overflaten. Følgelig, beveger operatøren produksjonsrørstreng 8, og følgelig, den øvre delen 92 av serviceverktøyet 14  
5 fremskaffer relativ bevegelse mellom de øvre og nedre delene 92 og 94, og aktuerer sjaltemekanismen 90. Merk at snepertkraften til kragen 54 fremskaffer en positiv indikasjon om at verktøyet 14 har sjaltet.

Sjaltemekanismen 90 omfatter en stamme 96 plassert i serviceverktøyet 14, slik at den fritt kan rotere i forhold til det resterende av serviceverktøyet 14.  
10 Stammen 96 har en rekke j-slisser 98, (godt kjent innenfor fagområdet) tilpasset til å passe med en tapp 100 fastgjort til den nedre delen 94 av serviceverktøyet 14. j-slissene 98 og topp 100 samvirker for å danne en forhåndsbestemt rotasjon (eksempelvis  $45^\circ$ ) for stammen 96 for hver opp eller ned sykel fra den øvre delen 92 i forhold til den nedre delen 94. Fig. 4, 8 og 10 viser j-slissene 98 og tappen 100  
15 plassert henholdsvis sammenpressings- sirkulerings- og reverseringsstillinger. Fasongen, plasseringen og lengden av j-slissene 98 i kombinasjon med en forbundet styringsshakeelement 102 og passende styringshakemottaker 104 er tilpasset for valgfritt å begrense den tillatte aksielle bevegelsen av den øvre delen 92 i forhold til den nedre delen 94. Et åk (yolk) 106 tilknyttet stammen 96 i en ende er  
20 tilknyttet kuleventil 80 i den motsatte enden er tilpasset til å bevege seg aksielt inne i serviceverktøy 14. Stammens 96 bevegelse og styringsshakeelement 102 styrer åkets 106 stilling for selektivt å åpne og lukke kuleventil 80 som reaksjon på relativ bevegelse av den øvre stillingen 92 til serviceverktøy 14 til den nedre stilling 94. I en foretrukket utførelsesform, blir ventilen lukket ved opptagning (pickup) og  
25 åpnet ved alle andre nedsetninger av serviceverktøy 14.

Under drift, blir verktøysammenstillingen 10 typisk ført inn i brønnboringen 1 med serviceverktøy 14 tilknyttet huset 12 og nedstrømsstrømningsveien 40 fremskaffer et referansetrykk med ringrommet og produksjonsrørstreng 8. Verktøysammenstillingen 10 kan bli ført inn i brønnboring 1 med kuleventil 80 i enten den lukkede eller den åpne stillingen. Idet de er forskriftsmessig plassert, blir pakningene  
30 satt og huset 12's posisjon blir etablert.

Som diskutert, er generelt den første operasjonen sammenpresningsoperasjonen (fig. 2A-D, 4, og 5A-D). I sammenpresningsoperasjonen, blir serviceverktøy

14 tilknyttet huset 12 og kuleventil 80 blir lukket og hindrer strømming gjennom returveien 42. Gruslurry pumpes ned gjennom produksjonsrørstreng 8 inn i serviceverktøyets boring 60, gjennom nedstrøms strømningsvei 40, og inn i ringrommet mellom servicestreng 3 og føringsrør 2. Returvei 42 blir blokkert, og følgelig bygger trykket seg opp og tvinger eller presser gruslurry inn i formasjon 4 inntil trykket stiger raskt og indikerer en tupputsiling «tip screen out».

Idet tupputsiling oppstår, sjaltes verktøysammenstilling 10 til den sirkulerende stillingen (fig. 7A-D og 8) ved å heve og senke produksjonsrøret for å bevege den øvre delen 92 av serviceverktøyet 14 det nødvendige antall ganger, som definert av sjaltemekanismen 90 (se fig. 8 for j-slissestillingen), for å sjalte serviceverktøyet 14 og beveger kuleventil 80 til den åpne stillingen (fig. 7C). Under sjalting av serviceverktøy 14, blir kragen 54 på tilknytningselementet 48 trukket fra hylsen 50 og fremskaffer en overflateindikasjon om at verktøyet har sjaltet. Følgelig, blir snappkraften til kragen 54 valgt for å fremskaffe den ønskede overflateindikasjonen. Kragen 54 tvinges tilbake inn i hylse 50 for ytterligere å sjalte verktøysammenstillingen 10. Denne sjalteprosessen repeteres etter behov. Når den er i den åpne stillingen er returvei 42 åpen. Gruslurry pumpes gjennom rørstreng 8 til serviceverktøyboring 60, gjennom nedstrømsstrømningsvei 40 og inn i ringrommet mellom servicering 3 og brønnboringsrør 2 under verktøysammenstillingens pakning 7 der grusmaterialet avlegges. Returfluidet strømmer gjennom sandsil 6, inn i serviceverktøyets boring 60 gjennom den andre, nedre enden under plugg 70, gjennom returvei 42 på serviceverktøy 14, og inn i ringrommet mellom produksjonsrørstreng 8 og føringsrøret 2 til et punkt over pakning 7. Returfluidet strømmer så til overflaten. Ved tupputsiling blir sirkulasjonsoperasjonen stoppet. Sammenpresning og sirkuleringsoperasjonen kan gjentas etter behov ved å sjalte serviceverktøyet 14 som beskrevet for selektivt åpne og lukke kuleventil 80.

Etter at sirkulerings- og sammenpresningsoperasjonen er komplette, blir den reverserte operasjonen typisk utført ved forberedelse av trekning av servicestreng 3 fra borehull 1. For å plassere serviceverktøy 14 i sin reverserte posisjon (fig. 9A-E og 10), blir verktøysammenstilling 10 sjaltet ved å løfte produksjonsrøret for å bevege den øvre delen 92 av serviceverktøyet 14, definert som sjaltingsmekanisme 90 (se fig. 10 for j-slissestilling), for å sjalte serviceverktøy 14 og å bevege kuleventil 80 til den lukkede stillingen (i den foretrukne utførelsesformen vist,

blir kuleventilen lukket ved opptakning av serviceverktøy 14). Tilknytningselement 48 frakoples og løsgjør serviceverktøyet 14 fra huset 12 typisk ved å trekke opp produksjonsrørstreng 8 med tilstrekkelig kraft til å løsgjøre aktiveringsmekanismen. Når serviceverktøy 14 løftes fra huset 12 til en stilling der minst serviceverktøyets åpninger 62 er plassert over pakning 7. Brønnen blir sirkulert reversert og «rent» fluid pumpes ned gjennom ringrommet, gjennom serviceverktøyets åpninger 62 og inn i serviceverktøys boring 60, opp gjennom serviceverktøyboring 60 inn i produksjonsrørstreng 8 og gjennom produksjonsrørstreng 8 til overflaten. Gjenværende gruslurry i produksjonsrørstreng 8 og serviceverktøyboring 60 tvinges til overflaten med unntak muligens av en liten mengde avleiret mellom serviceverktøyets åpning 62 og kuleventil 80.

**PATENTKRAV**

1. Verktøysammenstilling (10) for bruk i en verktøystreng for gruspakking av et ringromsområde i et borehull omgiende minst en del av verktøystrengen i borehullet, verktøysammenstillingen (10) omfattende:
- 5 en pakning (7);  
et hus (12) tilknyttet pakningen (7), der huset (12) definerer en gjennomgående boring (20) og ytterligere definerer minst én åpning som fremskaffer kommunikasjon mellom et ytre av huset (12) og boringen (20);
- 10 k a r a k t e r i s e r t v e d a t verktøysammenstillingen ytterligere omfatter: et serviceverktøy (14) selektivt tilknyttbart en produksjonsrørstreng og som er tilpasset for selektiv posisjonering inne i huset (12);
- en selektivt sjaltbar kuleventil (80) montert inne i serviceverktøyet, der kuleventilen (80) selektivt og fra et fjerntliggende sted er sjaltbar mellom en åpen stilling og en lukket stilling;
- 15 der serviceverktøyet (14) definerer minst to alternative strømningsveier (40, 42); og  
der kuleventilen (80) er tilpasset og plassert for selektivt å åpne og lukke den minst ene av de minst to alternative strømningsveiene (40, 42).
- 20
2. Verktøysammenstilling (10) i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d a t den ytterligere omfatter:
- en nedstrøms strømningsvei for minst to alternative strømningsveier (40, 42);
- 25 en returvei av de minst to alternative strømningsveiene (40, 42); og  
der kuleventilen (80) er plassert i returstrømningsveien.
3. Verktøysammenstilling (10) i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d a t den ytterligere omfatter:
- 30 at huset (12), serviceverktøyet (14), og kuleventilen (80) definerer og er sjaltbar mellom minst en sammenpresset stilling og en sirkuleringsstilling.
4. Verktøysammenstilling (10) i henhold til krav 3,

karakterisert ved at den ytterligere omfatter:

at huset (12), serviceverktøyet (14) og kuleventilen (80) også definerer og er sjaltbar mellom en reversert stilling.

5 5. Verktøysammenstilling (10) i henhold til krav 1, karakterisert ved at den ytterligere omfatter et tilknytningselement tilpasset for selektivt løsbar tilknytning av serviceverktøyet (14) til huset (12).

6. Verktøysammenstilling (10) i henhold til krav 5, karakterisert ved at tilknytningselementet ytterligere omfatter:  
en hylse tilknyttet huset (12);  
en krage tilknyttet serviceverktøyet (14);  
der hylsen og kragen er tilpasset for samvirkende løsbar sammenpassende tilknytning.

15 7. Verktøysammenstilling (10) i henhold til krav 5, karakterisert ved at den ytterligere omfatter:  
at huset (12), serviceverktøyet (14) og kuleventilen (80) definerer og er sjaltbare mellom minst en sammenpresset stilling og en sirkulerende stilling,  
20 der tilknytningselementet er tilpasset for å tilknytte serviceverktøyet (14) med huset (12) når huset (12), serviceverktøyet (14) og kuleventilen (80) er i den sammenpressede stillingen, og den sirkulerende stillingen.

8. Verktøysammenstilling (10) i henhold til krav 1, karakterisert ved at den ytterligere omfatter:  
25 kuleventilen (80) som definerer en gjennomgående ventilpassasje når kuleventilen (80) er i den åpne stillingen;  
serviceverktøyet (14) som definerer en gjennomgående serviceverktøyboring, der serviceverktøyboringen omfatter minst en del av den minst ene av de to  
30 alternative strømningsveiene (40, 42); og  
diametere til ventilpassasjen som hovedsakelig er lik serviceverktøyboringens diameter.

9. Verktøysammenstilling (10) i henhold til krav 8,  
karakterisert ved at den videre omfatter at serviceverktøyboringen og  
ventilpassasjen er dimensjonert og tilpasset for å tillate passasje av et brønnverk-  
tøy derigjennom.
- 5
10. Verktøysammenstilling (10) i henhold til krav 1,  
karakterisert ved at de alternative strømningsveiene (40, 42) er tilpas-  
set for å fremskaffe fluidmessig kommunikasjon for et gruspakningsmateriale og  
et returfluid,
- 10 kuleventilen (80) er tilpasset for å bli aktuert til en første posisjon for å blokkere  
strøm av returfluidet for å muliggjøre en sammenpresningsoperasjon og for å bli  
aktuert til en andre posisjon for å tillate strøm av returfluidet for å muliggjøre en  
sirkuleringsoperasjon.
- 15
11. Verktøysammenstilling (10) i henhold til krav 10,  
karakterisert ved at den ytterligere omfatter:  
at kuleventilen (80) definerer en gjennomgående ventilpassasje når kule-  
ventilen (80) er i en åpen stilling;  
der ventilpassasjens diameter er omtrent lik diameteren til den tilknyttede
- 20 av de alternative strømningsveiene inne i hvilket kuleventilen (80) er plassert.
12. Verktøysammenstilling (10) i henhold til krav 1 ytterligere omfattende:  
en sandsil tilpasset for å tillate strøm av fluider derigjennom i fluidmessig  
kommunikasjon med huset (12), der sandsilen er plassert under huset (12),.
- 25
13. Verktøysammenstilling (10) i henhold til krav 12,  
karakterisert ved at den ytterligere omfatter at serviceverktøyet (14),  
huset (12) og kuleventilen (80) definerer minst en sammenpresset stilling og en  
sirkulerende stilling.
- 30
14. Fremgangsmåte for gruspakking av en brønn ved bruk av en verktøysam-  
menstilling (10) som definerer minst en nedstrøms strømningsvei (40) og en retur-

strømningsvei (42) og som har en kuleventil (80) i returstrømningsveien (40), idet fremgangsmåten omfatter:

plassering av verktøysammenstillingen (10) i brønnen;

k a r a k t e r i s e r t v e d at fremgangsmåten videre omfatter:

- 5           selektivt sjalting av verktøysammenstillingen (10) mellom den minst ene sirkulerende stillingen og en sammenpresset stilling for å utføre gruspakkingen; og  
          aktuering av kuleventilen (80) til en åpen stilling i den sirkulerende stillingen og en lukket stilling i den sammenpressede stillingen.

15.   Fremgangsmåte i henhold til krav 14,

k a r a k t e r i s e r t v e d at aktivering av kuleventilen (80) til den lukkede posisjonen blokkerer fluidstrøm i returstrømningsveien (42).

16.   Fremgangsmåte i henhold til krav 15,

k a r a k t e r i s e r t v e d at aktivering av kuleventilen (80) til den åpne posisjonen muliggjør fluidstrøm i returstrømningsveien (42).

17.   Fremgangsmåte i henhold til krav 16,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den ytterligere omfatter pumping av grusslurry ned nedstrøms strømningsveien (40) for å utføre gruspakkingen.

18.   Fremgangsmåte i henhold til krav 17,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den ytterligere omfatter aktivering av kuleventilen (80) fra den lukkede posisjonen til en åpen posisjon som en reaksjon på detektering av tupputsiling.

19.   Fremgangsmåte i henhold til krav 18,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den ytterligere omfatter å kontinuerlig utføre gruspakking med kuleventilen (80) i den åpne posisjonen inntil utsiling (screen out) oppstår.

20.   Fremgangsmåte i henhold til krav 19,

karakterisert ved at den ytterligere omfatter å utføre en operasjon med reversert strømning etter at utsiling oppstår.

1/11

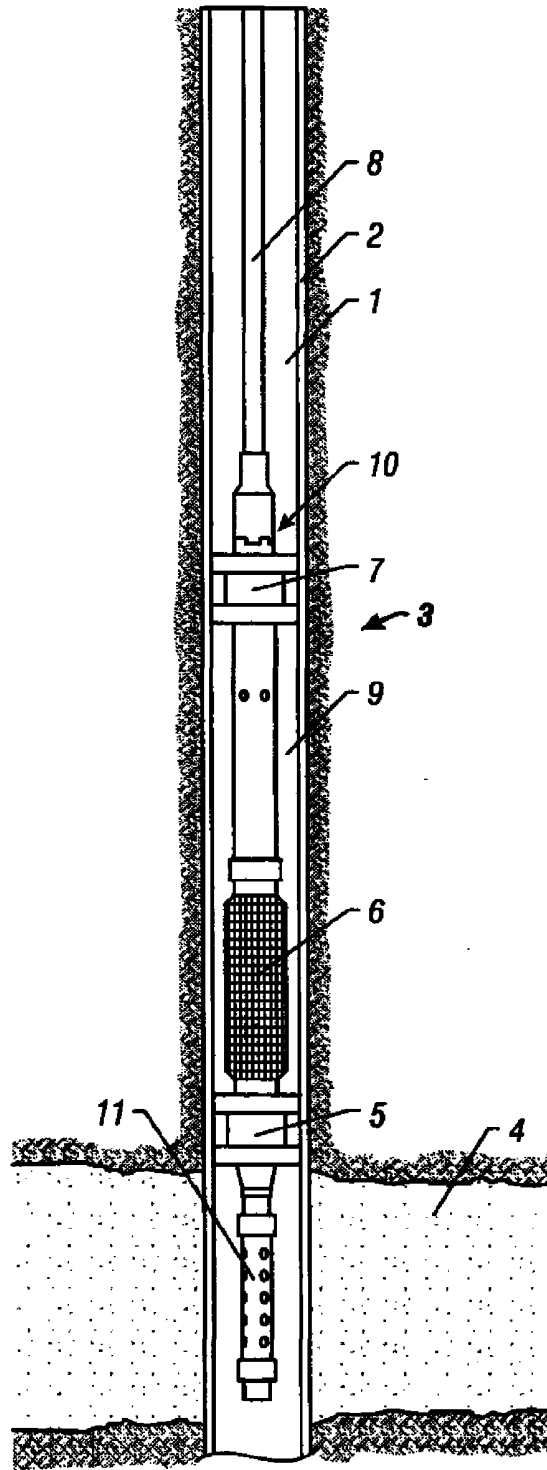


FIG. 1

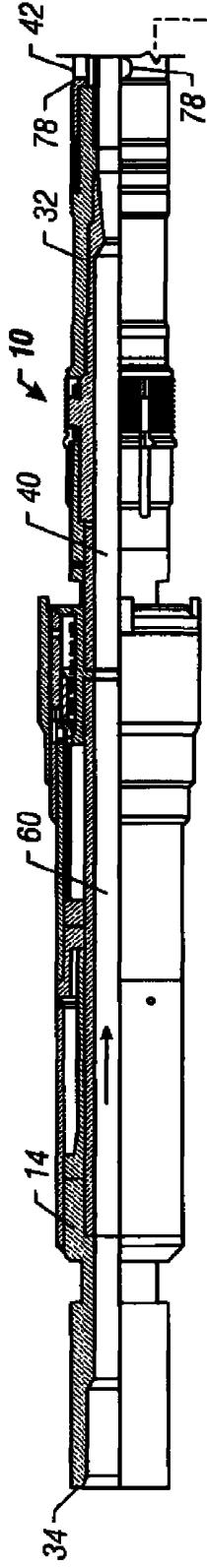


FIG. 2A

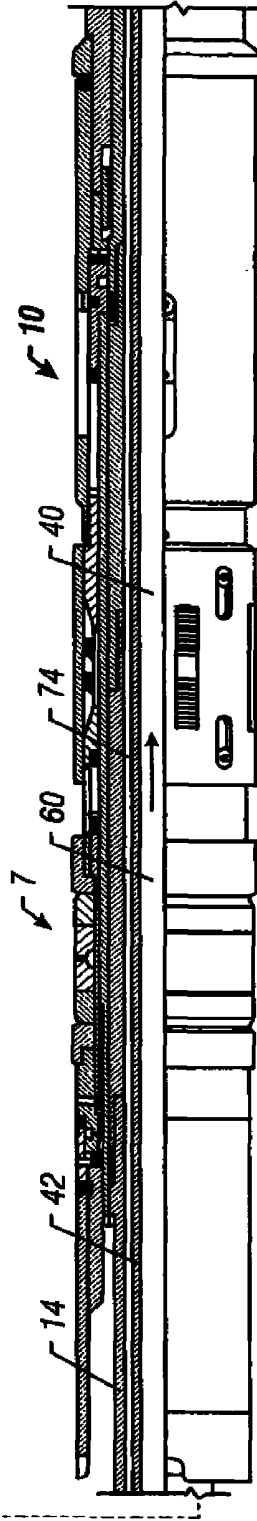


FIG. 2B

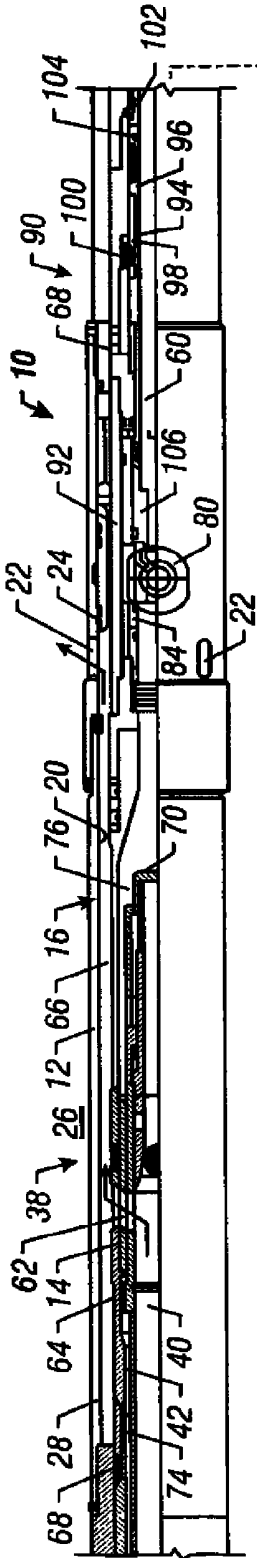


FIG. 2C

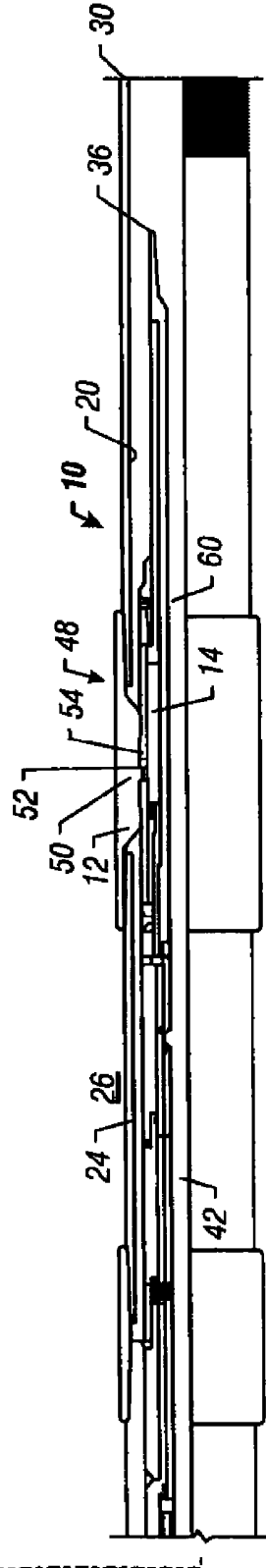


FIG. 2D

4/11

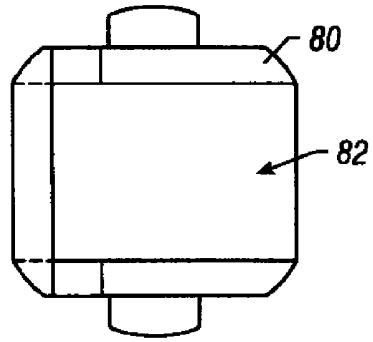


FIG. 3

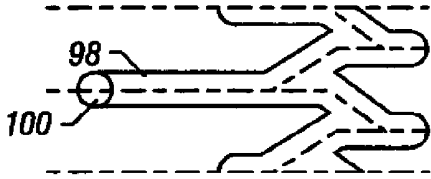


FIG. 4

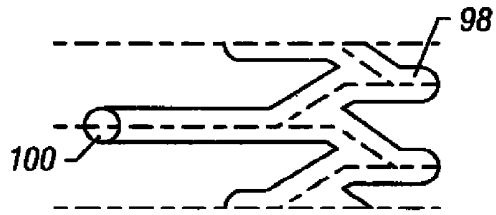


FIG. 6

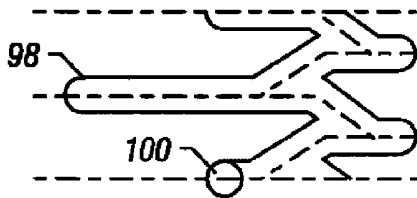


FIG. 8

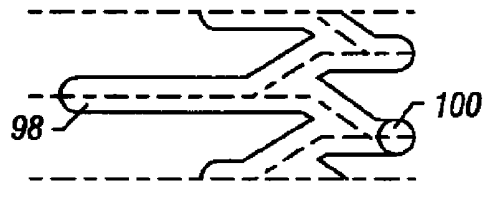


FIG. 10

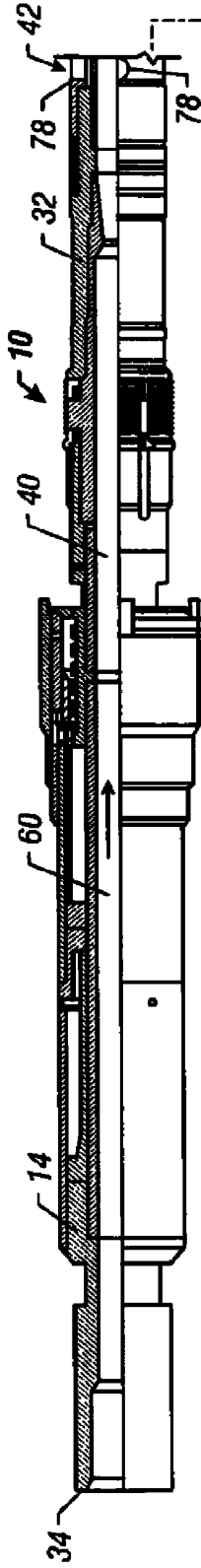


FIG. 5A

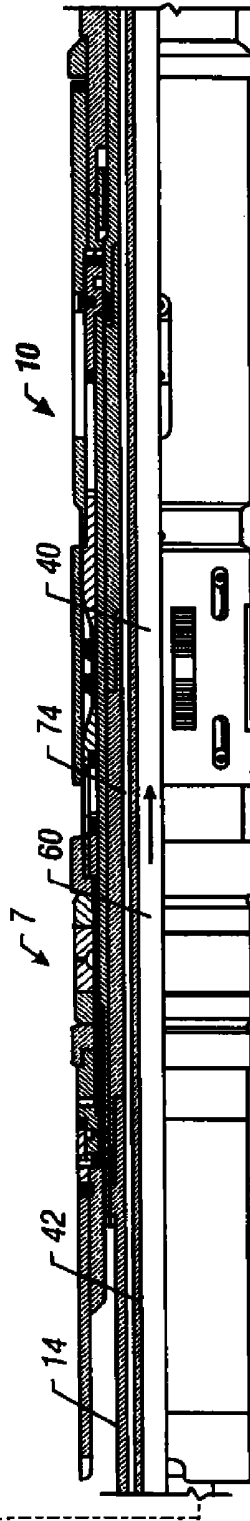


FIG. 5B

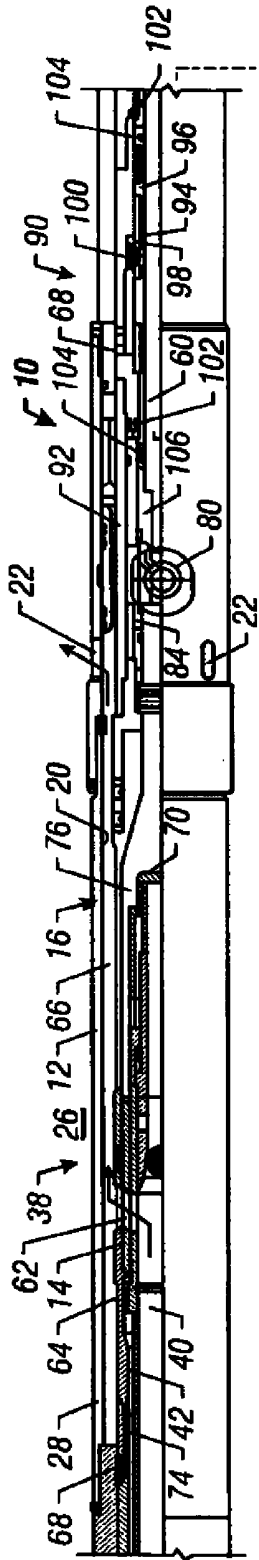


FIG. 5C

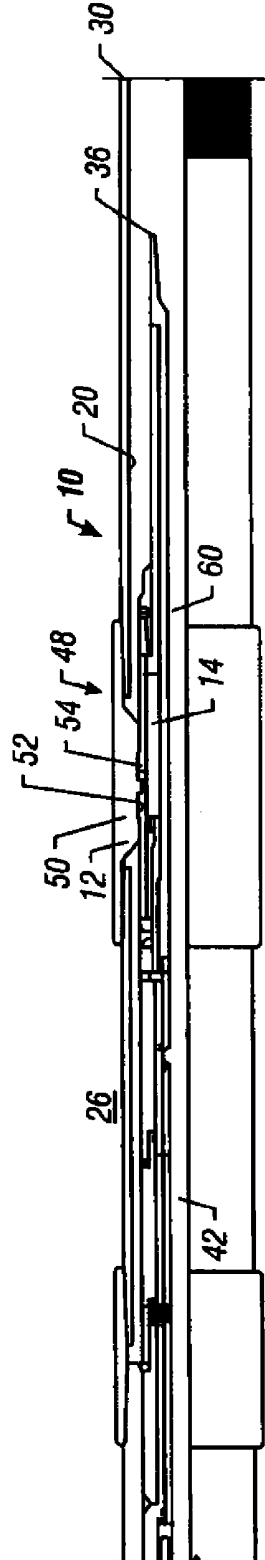


FIG. 5D

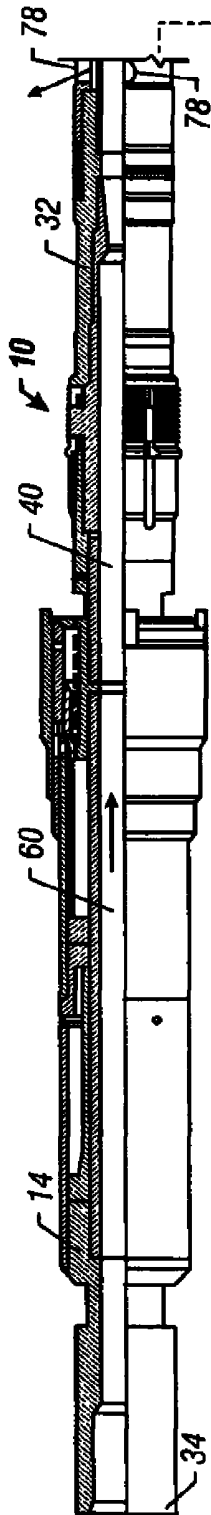


FIG. 7A

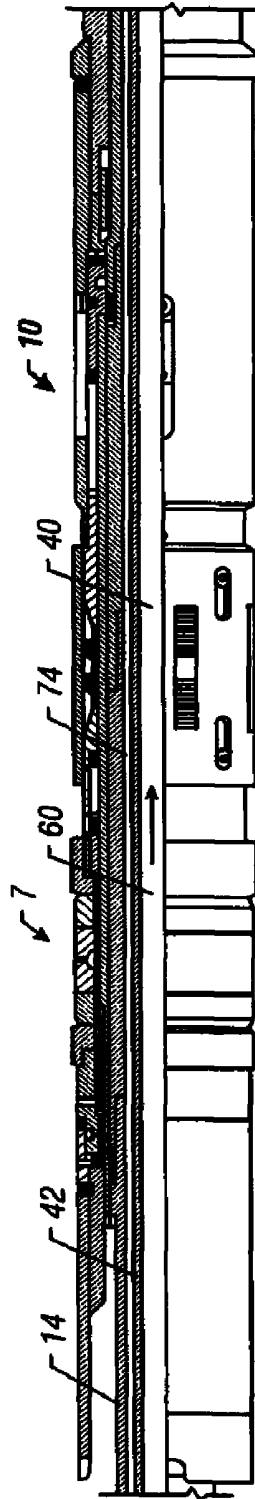


FIG. 7B



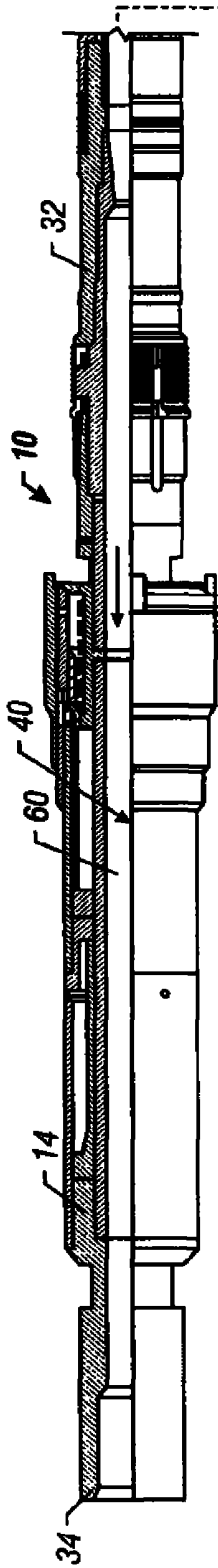


FIG. 9A

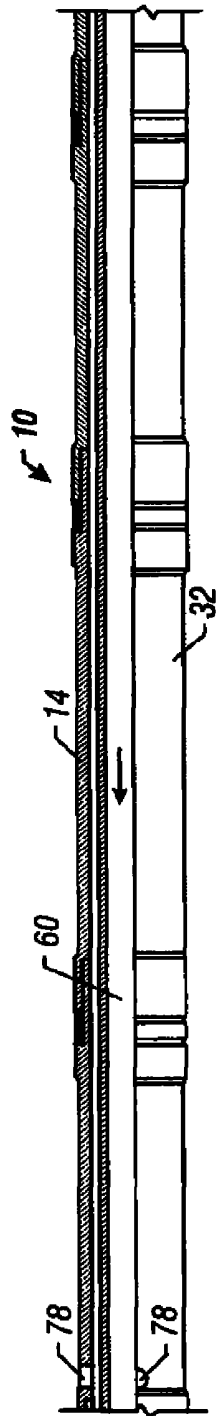


FIG. 9B

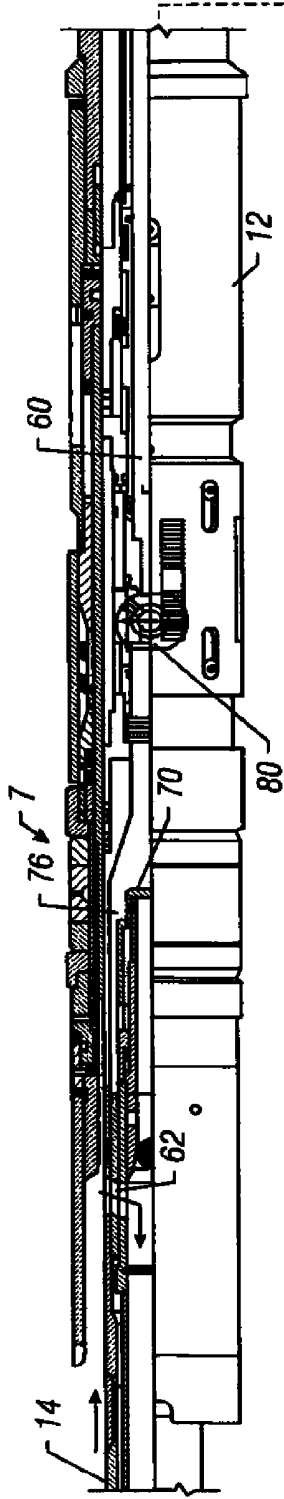


FIG. 9C

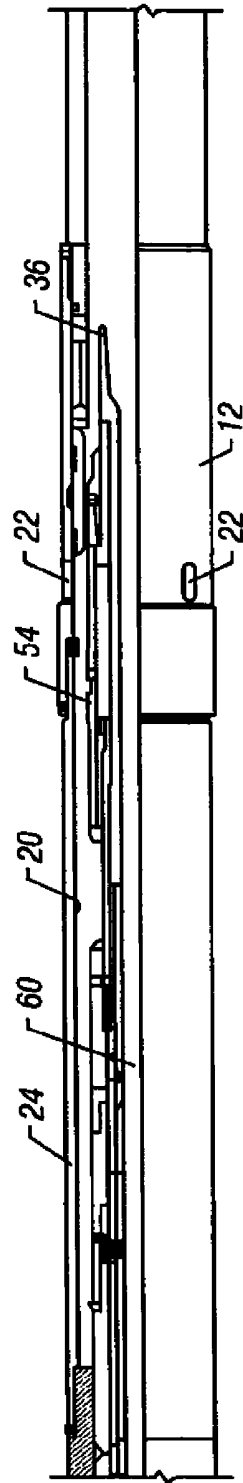


FIG. 9D

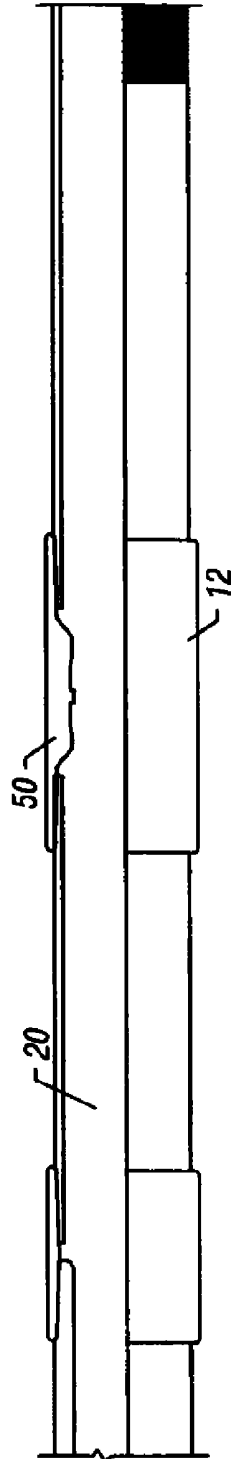


FIG. 9E