



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **314054**

(13) B1

(51) Int Cl<sup>7</sup>

E 21 B 43/10, 33/10, 7/08

## Patentstyret

---

|                   |            |                                      |                         |
|-------------------|------------|--------------------------------------|-------------------------|
| (21) Søknadsnr    | 19973359   | (86) Int. inng. dag og søknadsnummer |                         |
| (22) Inng. dag    | 1997.07.21 | (85) Videreføringsdag                |                         |
| (24) Løpedag      | 1997.07.21 | (30) Prioritet                       | 1996.07.22, GB, 9615355 |
| (41) Alm. tilgj.  | 1998.01.23 |                                      |                         |
| (45) Meddelt dato | 2003.01.20 |                                      |                         |

|                  |  |
|------------------|--|
| (71) Patenthaver | Baker Hughes Inc, P O Box 4740, Houston, TX 77210-4740, US |
| (72) Oppfinner   | David G. Forsyth, Aberdeen, Skottland, GB                  |
| (74) Fullmektig  | Bryn Aarflot AS, 0104 Oslo                                 |

---

(54) Benevnelse **Anordning for forsegling av et lateralt borehull i en brønn**

(56) Anførte publikasjoner GB A 2282835

(57) Sammendrag

Et fôringsrørverktøy med en lateral rot (24) som på forhånd er maskinert deri og tettet med sement (26). En slitasjebøssing (28) er også plassert inne i inn- gangen til roten (24) fra den side av verktøyet som er oppe i brønnen, for å hindre forstyrrelse eller til og med ødeleggelse av roten (24) mens det laterale borehullet bores. Etter at det laterale borehullet er boret, fjernes slitasjebøssingen (28) og det innføres en fôring (30) som så forsegles til boringen av roten (24) ved hjelp av konvensjonelle forseglingsteknikker, for således å unngå behovet for å forsegle ovale hull.

Foreliggende oppfinnelse angår generelt komplettering av forbindelser mellom primære og laterale borehull. Mer spesielt gjelder oppfinnelsen en anordning for forsegling av et lateralt borehull i en brønn.

Foreliggende oppfinnelse kan spesielt anvendes for forsegling av forbindelser til multilaterale brønner, dvs. omgivelser nede i brønnen hvor en rekke adskilte laterale brønner i avstand fra hverandre strekker seg fra et felles hovedbrønnborehull.

Lateral brønnboring og produksjon er blitt stadig viktigere for oljeindustrien i de senere årene. Mens laterale brønner har vært kjent i mange år, er det bare relativt nylig fastslått at slike brønner er et kostnadseffektivt alternativt (eller i det minste en følgeslager) til konvensjonell brønnboring. Selv om boringer av en lateral brønn koster betydelig mer enn dens vertikale alternativ, forbedrer en lateral brønn ofte brønnproduktiviteten flere ganger. Lateral boring gir muligheten til å øke feltøkonomien ved tilgang til og utvikling av reservoarer som ellers ville være uøkonomiske å utvikle ved anvendelse av konvensjonell bore- og kompletteringspraktis. Hydrokarbonreservoarer som er ideelle kandidater for lateral teknologi er de som er tynne og har begrenset størrelse, har flere forkastninger eller er naturlig frakturert. Andre grunner til å anvende laterale brønner er å gi seg i kast med loddrett reservoartilpasning, olje- og gass-koningspotensiale og sveipeeffektivitet. Miljøspørsmål, slik som antallet boresteder i følsomme områder, kan også møtes med lateral teknologi. I tillegg kan det oppnås forbedrede feltutviklingsøkonomier i store reservoarer ved anvendelse av flere laterale borehull ved å forbedre produktiviteten av enkelte brønner og derved investere investerings- og operasjonskostander.

Noen brønner inneholder ytterligere borehull som strekker seg lateralt fra det laterale borehullet. Disse ytterligere laterale brønnene refereres ofte til som dreneringshull og primære brønner som inneholder mer enn en lateral brønn refereres til som multilaterale brønner. Multilaterale brønner er blitt stadig viktigere, både fra de nye boreoperasjonenes synspunkt og fra det økende viktige synspunktet å gjenåpne arbeide av eksisterende borehull inkludert hjelpe- og stimuleringsarbeid.

Som et resultat av det forangående har økt avhengighet av og betydning av laterale brønner, lateral brønnkomplettering og spesielt multilateral brønnkomplettering forårsaket store bekymringer og er gitt (og fortsetter å gi) en rekke vanskel-

ge problemer å overvinne. Lateral komplettering, spesielt ved forbindelsen mellom det primære og laterale borehullet, er svært viktig for å unngå kollaps av brønnen i ukonsoliderte eller dårlig konsoliderte formasjoner. Kompletteringer av åpne hull er således begrenset til kompetente bergformasjoner, og selv da er komplette-  
5 ringer av åpent hull inadekvate i mange tilfeller, siden det er begrenset kontroll eller evne til å gå inn igjen (eller gjenentre) det laterale borehullet eller å isolere produksjonssoner inne i brønnen. Koplet med dette behovet til å komplettere late-  
rale brønner er det et stigende ønske å bibeholde størrelsen av borehullet i den laterale brønnen så nær som mulig til størrelsen av det primære borehullet for å  
10 lette boring og komplettering.

Konvensjonelt er laterale brønner komplettert ved anvendelse av enten slisset produksjonsfôringsrør-forlengelse, ytre fôringsrørpakke (ECP) eller semen-  
teringsteknikker. Det primære formålet med å innføre en slisset fôring i en lateral  
brønn er å beskytte mot hullkollaps. I tillegg tilveiebringer en fôring en hensikts-  
15 messig vei for å innføre forskjellige verktøy slik som kveilede produksjonsrør i en lateral brønn. Tre fôringstyper er anvendt: (1) perforerte fôringer, hvor det er boret hull i fôringen, (2) slissede fôringer, hvor slisser av forskjellig bredde og dybde er freset ut eller trådduk-omhylllet langs med fôringslengden, og (3) forpakkede fôringer.

20 Slissede fôringer gir begrenset sandstyring ved valg av hullstørrelser og slissebredestørrelser. Disse fôringene er imidlertid utsatt for tiltetting. I ukonsolli-  
derte formasjoner er det anvendt trådduk-omhyllede, slissede fôringer for å kont-  
rollere sandproduksjon. Gruspakking kan også anvendes for sandstyring i en late-  
ral brønn. Hovedulempen ved en slisset fôring er at effektiv brønnstimulering kan  
25 være vanskelig på grunn av det åpne, ringformige rommet mellom fôringen og brønnen. På lignende måte er selektiv produksjon (f.eks. soneisolasjon) vanskelig.

En annen mulighet er en fôring med partielle isoleringer. Ytre fôringsrør-  
pakkere (ECP) er installert på yttersiden av den slissede fôringen for å dele et  
langt, lateralt borehull i flere små seksjoner. Denne metoden gir begrenset sone-  
30 isolasjon, hvilket kan anvendes for stimulering eller produksjonskontroll langsmed  
brønnlengden. ECP er imidlertid også forbundet med visse ulemper og mangler.  
Normale, laterale brønner har f.eks. mange bøyninger og kurver. I et hull med fle-  
re bøyninger kan det være vanskelig å innføre en fôring med flere ytre fôringsrør-  
pakkere.

Endelig er det mulig å sementere og perforere brønner med middels og lang radius, slik som f.eks. vist i US-patent 4.436.165.

Problemet med komplettering av laterale borehull (og spesielt multilaterale borehull) har vært kjent i mange år slik det fremgår av patentlitteraturen. US-patent 4.807.704 beskriver f.eks. et system for komplettering av multiple laterale borehull ved anvendelse av en dobbeltpakke og en avbøyd føringsdel. US-patent 2.297.893 beskriver en fremgangsmåte for komplettering av laterale brønner ved anvendelse av et fleksibelt førings- og avbøyningsverktøy. US-patent 2.397.070 beskriver på lignende måte lateral borehullkomplettering med anvendelse av fleksibelt føringsrør sammen med en luknings skjerm for å stenge av den laterale brønnen. I US-patent 2.858.107 gir en fjernbar ledekile-sammenstilling et middel for å lokalisere (f.eks. gjeninnføring) av et lateralt borehull etter komplettering av dette. US-patent 3.330.349 beskriver en spindel for styring og komplettering av multiple, laterale brønner. US-patent 5.318.122, som tilhører foreliggende søker, beskriver deformerbare innretninger som selektivt forseglar forbindelsen mellom de primære og laterale brønnene ved anvendelse av en oppblåsbar form som anvender en herdbar væske for å danne en forsegling, ekspanderbare minnemetallinnretninger eller andre innretninger for plastisk å deformere et forseglingsmateriale. US-patenter nr. 4.396.075, 4.415.205, 4.444.276 og 4.573.541 eller alle generelle fremgangsmåter og innretninger for multilateral komplettering ved anvendelse av en boremal eller et rørføringshode. Andre patenter og patentsøknader av generell interesse på området lateral brønnskomplettering omfatter US-patenter nr. 2.452.920, 4.402.551, 5.289.876, 5.301.760, 5.337.808, australsk patentsøknad 10168/93, US-patent nr. 5.526.880 som tilhører søkerne av foreliggende søknad, og USSN 08/188998 innlevert 26.januar 1994, nå US-patent nr. 5.474.131 som også eies av foreliggende søker.

GB-A-2 282 835 omhandler en anordning for forsegling av et lateralt borehull i en brønn. Forbindelsen mellom et vertikalt eller primært borehull og en lateral brønn er forseglet med en sammenstilling bestående av en spindel med et grenrør som foldes sammen mot spindelen under installasjon og, når det er i stilling, ekspanderes for å danne en forbindelsesforing som kan sementeres på stedet. Foringen er stiv og har et vindu til hvilket det er forbundet et sammenfoldbart plast- eller gummi-grenrør hvor enden av røret plugges slik at det kan ekspanderes ved påføring av trykk i anordningen.

Til tross for de ovenfor beskrevne forsøk i å oppnå kostnadseffektive og brukbare, laterale brønnkompletteringer, er det fortsatt et behov for nye og bedre fremgangsmåter og innretninger for å tilveiebringe slike kompletteringer, spesielt forsegling mellom forbindelsen av primære og laterale brønner, evnen til å gjenentre laterale brønner (spesielt i multilaterale systemer) og oppnå soneisolasjon mellom respektive laterale brønner i et multilateralt brønnsystem.

Noen av de siste utviklingene omfatter det følgende: en fremgangsmåte for å sementere forbindelsen mellom hovedborehullet og det laterale borehullet gjelder spørsmålet om å danne et vindu i hoved- (eller det primære) hullet, bore et lateralt borehull og så forsegle tilslutningen mellom de laterale og primære borehullene slik at det foreligger mulighet for å komme inn i igjen i hvert lateralt borehull såvel som å bibeholde den mulighet å utføre en hvilken som helst funksjon som kunne utføres i et enkelt borehull. Av denne grunn er sementerte, laterale borehull ønskelig slik at det kan oppnås normal isolasjon, stimulering eller en hvilken som helst annen operasjon.

Overensstemmende med denne kjente fremgangsmåten anvendes ved en standard ledekile for å frese ut et vindu i siden av føringsrøret i det primære borehullet ved det sted hvor det er ønskelig å bore et lateralt borehull, før det bringes inn et nytt "hake"-føringssystem som er beskrevet nedenfor.

Ifølge denne kjente fremgangsmåten anvendes en standard ledekile for å frese et vindu i siden til føringsrøret i det primære borehullet på det sted der det er ønsket å bore et lateralt borehull, før det føres inn et hake-opphengssystem (fullstendig beskrevet i US-patent 5.477.925 og kort beskrevet nedenfor).

Hakeføringsopphengget anbringes på toppen av den laterale føringen. Føringen føres inn i hovedføringsrøret og så ut gjennom det forannevnte, fresede vinduet. Hakeføringsopphengget har et forhåndslaget vindu, et hakesystem og et gjeninnangssystem. Når haken på opphenget plasseres på det fresede vinduet i hovedføringsrøret, orienterer det opphenget, slik at det forhåndslagede vinduet er på linje med den nedre delen av hovedføringsrøret under det utfresede vinduet.

Kjøresystemet for hakeføringsopphengget omfatter en fremgangsmåte for isolering av det forhåndslagede vinduet fra boringen og hakeføringsopphengget. Om ønsket kan føringen sementeres på plass, ved anvendelse av standard sementeringsteknikker som vanligvis anvendes i regulære føringsplasseringer. Hakeføringsopphengget kan anvendes i forskjellige kombinasjoner for å passe til borehullets be-

hov. Disse kombinasjoner kan omfatte utstyr slik som ytre føringsrørpakkere, sandkontrollsikter, partielt sementert føring, helt sementert føring, og føringsopp-hengspakkere.

Når hakeoppheget skal sementeres på plass, festes et rør til den nedre  
5 enden av kjøreverktøyet på føringsoppheget som strekker seg nedenfor det forhåndslagede vinduet. Det ringformige rommet mellom røret og føringsopphegs-  
legemet forsegles, slik at sementen ikke sirkulerer tilbake gjennom det forhåndslagede vinduet. Etter at sementen er pumpet på plass, kan røret trekkes tilbake  
over det forhåndslagede vinduet og så avledes tilbake ned gjennom det for-  
10 håndslagede vinduet for å rense ut strømningsveien tilbake til hovedføringsrøret nedenfor det utfresede vinduet.

En variasjon av hakeføringsoppheget er en versjon der formasjonen kan forsegles hydraulisk fra den laterale føringen, det nedre hovedføringsrøret og det øvre hovedføringsrøret. En kort seksjon av føringsrør strekker seg fra periferien av  
15 det forhåndslagede vinduet i hakeføringsoppheget. Enden av denne seksjonen er skåret på skrå slik at når den kjøres er det mulig å kjøre inne i hovedborehull-  
føringsrøret, og allikevel når den lander, fortsatt trekker seg fra hakeføringsoppheget. Etter at hakeføringsoppheget er helt plassert og eventuell sementering er  
funnet sted, anvendes den tilbakebindingssammentilling som vil gå gjennom det  
20 forhåndslagede vinduet i hakeføringsoppheget og lande i den pakker som er plasser nedenfor det vindu som opprinnelig var plassert for ledekilen. Når ankeret  
kommer inn i pakkeren vil det orientere seg på samme måte som ledekilen. Orienteringen vil også komme på linje med et forseglingsystem som vil komme inn i  
den korte seksjonen av føringsrør som strekker seg fra hakeføringsoppheget.  
25 Forseglingsystemet kan være av en hvilken som helst av de vanlige typer slik som et pakningselement, et vinkelforseglingsystem eller et interferens-  
forseglingsystem.

"Hake"-føringsopphegsystemet omfatter en "hake" og føres inn i borehullet og så gjennom det forannevnte, utfresede vinduet. "Hake"-føringsopphegs-  
30 systemet føres inn i det laterale borehullet inntil "hake"-oppheget lokaliseres på det utfresede vinduet i det primære hovedborehullet. Inne i "hake"-føringsopphegs-  
systemet er en sammenstilling med forlengelse av produksjonsrøret nedenfor produksjonspakningen med justerbare motstående sugekopper. Sammenstillingen med forlengelse av produksjonsrøret fører flytende sement eller andre flui-

der etter behov for å blåse opp ytre føringsrørpakker eller andre innretninger etter behov. Enden av "hake"-opphengsføringen tettes så for å tillate det hydraulisk herdede opphenget å herde ved hjelp av påført trykk. En ytre føringsrørpakke som befinner seg nær enden av "hake"-føringsopphengssystemet oppblåses så for å forsegle det ringformige rommet i det laterale borehullet akkurat nedenfor sementeringsventilen i "hake"-føringsopphengssystemet. Motstående "sugekopper" anvendes for å dirigere fluid for å blåse opp den ytre føringsrørpakkeren.

Strengen av sammenstillingen av produksjonsrørets forlengelse trekkes så ut høyt nok til å tillate enden av strengen av sammenstillingen av produksjonsrørets forlengelse å bli trukket fra det laterale borehullet og så senket inn i hovedborehullet gjennom det forhåndsutfresede vindu i "hake"-føringsopphengssystemet til å hjelpe til med å redusere avfall fra å falle inn i hovedborehullet. Selv om systemet danner en godt forseglet forbindelse, er det en vanskelig prosess og en lettere og raskere prosess er alltid ønskelig.

US-patent nr. 5.318.122 beskriver en rekke utførelsesformer som anvender forskjellige former og herdbare fyllmaterialer. Metodene omfatter anvendelse av: 1) oppblåsbar form som anvender en herdbar væske slik som epoksy eller sement, 2) ekspanderbare metallinnretninger med minne, 3) senkeanordninger for plastisk deformering av et forseglingsmateriale, 4) føringsforseglinger for forsegling mellom føringen og det primære borehullet og 5) sidelommeanordninger for å styre en føring inn i det laterale borehullet.

Selv om alle anordninger og fremgangsmåter ifølge teknikkens stand virker godt for deres tenkte funksjoner, er det fortsatt behov for forbedring. Et spesielt område for ønsket forbedring er i sementen ved forbindelsen, som i teknikkens stand anvendes både som forbindelse og forsegling. Denne virker marginalt godt og er utsatt for svikt på grunn av begrensninger i sementmaterialet selv eller evnen til med hell å plassere sementen ved forbindelsen. Under betingelsene nede i hullet, kan sementen mer spesielt svikte ved å nedbrytes til en slik grad at forseglingen begynner å lekke og således forurenses produksjonen. Derfor er det vanskelig å tilveiebringe alternative arrangementer for å danne og forsegle forbindelsen, som kan være mer pålitelig og har bedre ytelse under betingelsene nede i hullet.

De ovenfor diskuterte og andre ulemper og mangler ved teknikkens stand er overvunnet eller unngått ved hjelp av anordningen for forsegling av et lateralt

borehull i en brønn ifølge oppfinnelsen, og som er kjennetegnet ved at den omfatter:

a) et føringsrørsegment med en primær boring som strekker seg gjennom den, og en sekundær boring som avskjærer den primære boringen og strekker seg i en vinkel til denne:

b) en slitasjebøssing anbrakt i den sekundære boringen ved i det minste en øvre seksjon derav; og

c) en fjernbar plugg anbrakt i den sekundære boringen ved i det minste en nedre del derav.

For å unngå behovet for å sementere en forbindelse som den eneste forseglingen, anvender oppfinnelsen et føringsrørsegment av sidelommetypen som anvendes som en del av den opprinnelige hovedboreføringsrørstrengen. Det vil plasseres så mange sidelommesegmenter som det er ønskelig med laterale borehull inne i hovedboreføringsrørstrengen. Det skal imidlertid bemerkes, at en 53,34 cm ytre diameter foretrekkes for denne sidelommeanordning, og derfor vil det være nødvendig med et stort borehull. En fordel med den store størrelsen er at, med henvisning til tegningene, kan det øvre og nedre tverrsnittet av føringsrørsegmentet ifølge oppfinnelsen være et fullt 24,46 cm føringsrør som tillater at konvensjonelle verktøy føres gjennom forbindelsessegmentet. Segmentet selv tilveiebringer et hovedborehull og et vinklet lateralt borehull, idet det laterale borehullet er tett med sement og tilveiebringes med en slitasjebøssing på dets øvre hullende. Hovedborehullseksjonen av sidelommeinnretningen tilveiebringes med en selektiv profil som deretter kan anvendes for å forandre og orientere en ledetube for å avlede en deretter ført borestreng inn i sidelommens laterale rot for å bore ut sementtettingen og bore det laterale borehullet. Borestrengen vil bli avledet inn i den laterale slitasjebøssingen og vil bore gjennom sementtettingen og ut i formasjonen. Så snart boringen er fullstendig, vil borestrengen bli fjernet, slitasjebøssingen fjernes og et verktøy som føres i boringen anvendes for å plassere en føring i det laterale borehullet der føringen kan forsegles med et konvensjonelt pakningselement på en sylindrisk boring i motsetning til et ovalt vindu. Det oppnås en større forseglings effektivitet og en lettere forsegling ved anordningen ifølge oppfinnelsen.

De ovenfor diskuterte og andre trekk og fordeler ved foreliggende oppfinnelse vil forstås av fagmannen ved hjelp av følgende detaljerte beskrivelse og tegninger.

Det skal nå henvises til tegningene, der like elementer er nummerert likt i figurene:

Fig. 1 er en tverrsnittillustrasjon inne i borehullet og sementert i dette, fig. 2 illustrerer, ved hjelp av tverrsnitt, huset etter at plassering og orientering av ledekilen og fôringen er fullstendig,

fig. 3 er en tverrsnittillustrasjon der den beskyttende slitasjebøssingen er fjernet og den laterale fôringen er fremført og forseglet mot forseglingsboringen, og

fig. 4 er et tverrsnitt som illustrerer innretningen ferdig for komplettering av det laterale borehullet.

Hussegment 10 er illustrert i stilling nede i brønnen som er sementert på plass med sement 12 i borehull 14. Seksjon 16 av huset 10 har mest foretrukket en diameter på 24,46 cm for å tillate passasje av konvensjonelle verktøy. Det bemerkes imidlertid at en hvilken som helst ønsket dimensjon er mulig. Det bemerkes videre at seksjon 18 nede i brønnen har samme ytre diameter som seksjon 16 og er aksialt på linje med denne for å tilveiebringe lett tilgang til soner nede i brønnen i hovedborehullet. Hovedseksjonen av huset 10 inneholder videre en selektiv profil 20 for selektivt å motta, feste og orientere en ledekile (avledeanordning), synlig i fig. 2 og identifisert som nr. 22. Huset 10 omfatter videre lateral rot 24 som strekker seg fra en relativt sentral del av hus 10 til husets 10 ytre diameter og hvilken boring er tett med sement 26. Sement 26 strekker seg fra den ytre diameters utgang av lateral rot 24 oppover i brønnen inntil den minst kommer i kontakt med beskyttende slitasjebøssing 28. Det er fordelaktig å la minst en del av slitasjebøssing 28 være eksponert for hovedborehullet for å hjelpe til riktig orientering av borestrengen når den går mot det ønskede laterale borehullet. Fig. 2 illustrerer ledekilen i stilling og illustrerer borestrengen som avledes inn i den laterale rot. Etter at det laterale borehullet er boret fjernes en beskyttende slitasjebøssing 28 og en lateral fôring 30 tilføres. Den laterale fôringen 30 forsegles i den laterale rot 24 ved hjelp av forsegling 32 som kan være et konvensjonelt pakningselement eller en annen konvensjonell forsegling. En fordel med anordningen ifølge oppfinnelsen er at det ikke er nødvendig med en ellipsoidal forsegling. Etter forsegling

av den laterale føring 30 fjernes ledekilen 22 oppover i hullet og brønnen er klar for komplettering. Fortrinnsvis kunne et lateralt inngangsverktøy slik som Baker Hughes Part No. 802-15 anvendes som en del av kompletteringsstrengen for å lette gjeninngang til det laterale borehullet.

5

### PATENTKRAV

1. Anordning for forsegling av et lateralt borehull i en brønn,  
10 k a r a k t e r i s e r t v e d a t den omfatter:
  - a) et føringrørsegment med en primær boring som strekker seg gjennom den, og en sekundær boring (24) som avskjærer den primære boringen og strekker seg i en vinkel til denne:
  - 15 b) en slitasjebøssing (28) anbrakt i den sekundære boringen (24) ved i det minste en øvre seksjon derav; og
  - c) en fjernbar plugg anbrakt i den sekundære boringen (24) ved i det minste en nedre del derav.
  
2. Anordning ifølge krav 1,  
20 k a r a k t e r i s e r t v e d a t den primære boringen videre omfatter en selektiv profil (20) for understøttelse av en avledeanordning (22).

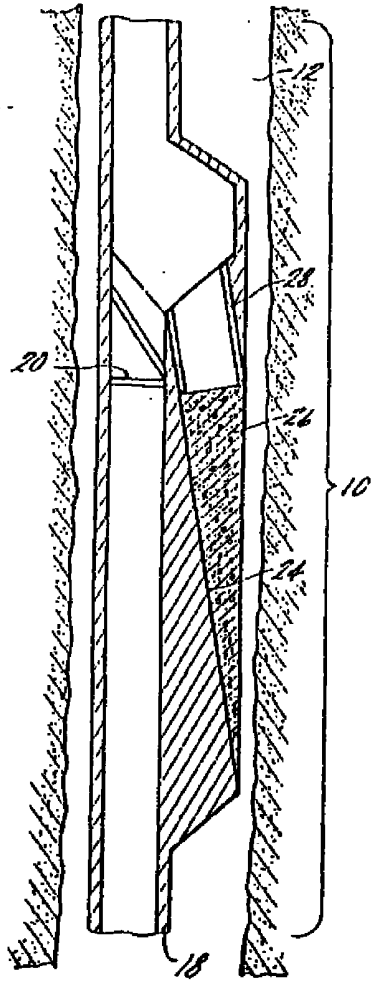


FIG. 1

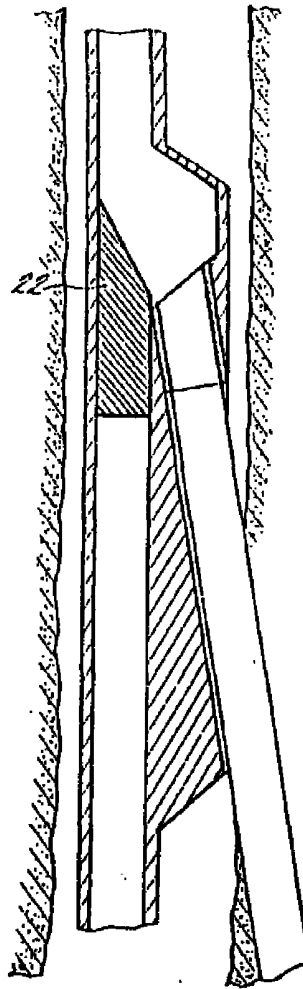


FIG. 2

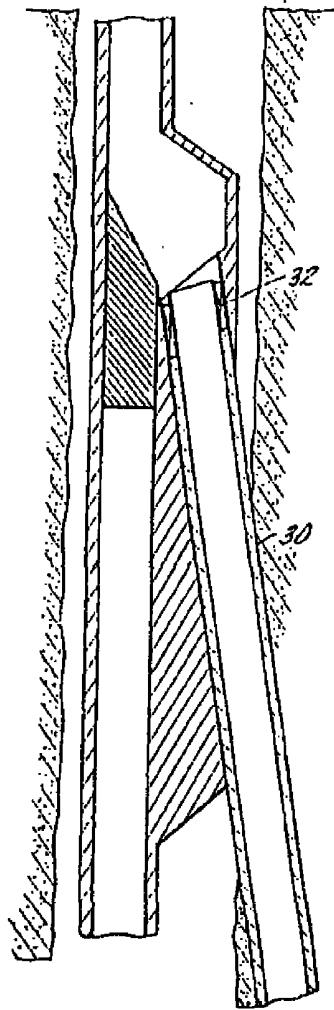


FIG. 3

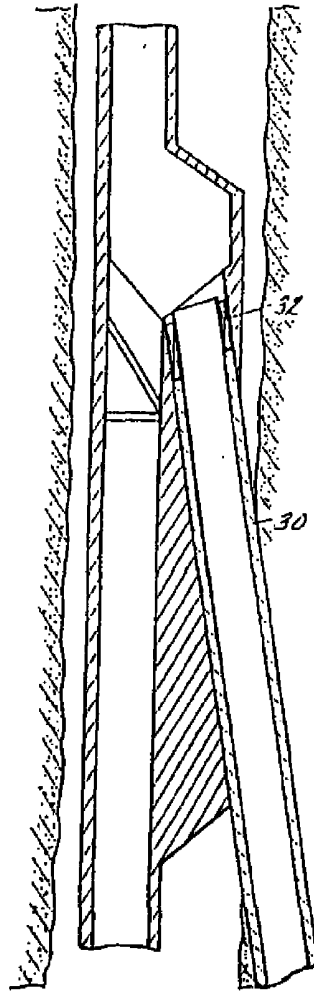


FIG. 4