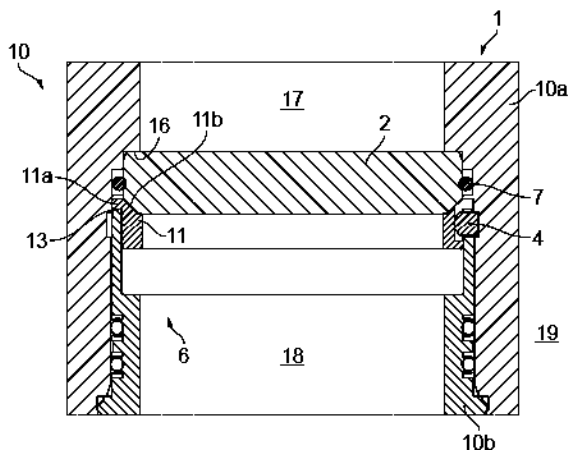




PLUGGANORDNING, KOMPLETTERINGSRØR OG METODE FOR Å ANORDNE ET KOMPLETTERINGSRØR I EN BRØNN

Den foreliggende oppfinnelse angår en plugganordning for bruk i borehull, for
5 eksempel borehull i petroleumsbrønner.

BAKGRUNN

Mange brønner for olje- og gassproduksjon blir i dag boret med lange
10 horisontale seksjoner. Typisk starter man boring av en brønn for utvinning av
hydrokarboner med boring vertikalt rett ned, for så å bøye av når man nærmer
seg et hydrokarbonførende lag i formasjonen. De hydrokarbonførende lagene
ligger typisk horisontalt og det er ofte ønskelig at den horisontale delen av
15 brønnen følger dette laget så langt som mulig. Særlig er dette aktuelt for
landbrønner som bores i tett skiferformasjon, da skiferen kan ha dårlig
permeabilitet og gjerne også må sprekkes opp med hydraulisk trykk for å kunne
produseres økonomisk effektivt. Det er en utfordring i dag å komplettere lange
horisontale brønner med bruk av konvensjonelle landrigger; dette skyldes blant
20 annet friksjon i hullet når man skal tre kompletterings røret på plass i brønnen.

For å avhjelpe dette problemet så kan man lage et luftkammer i røret ved at
man har en mekanisk ventil i bunnen av røret samtidig som man installerer en
plugg lenger opp i røret. Da får man et luftfylt kammer mellom disse, hvor det
luftfylte kammeret gjør at røret blir lettere «flyter» og man reduserer friksjonen
25 mellom hullet i fjellformasjonen og kompletteringsrøret. Slik blir det mulig å
komplettere lengre horisontale seksjoner også for eksempel i landbrønner som
har mindre kraft til å trykke kompletteringsrøret ned i brønnen.

Når kompletteringsrøret er på plass, må man hente ut eller fjerne pluggen fra
30 røret og åpne den mekaniske ventilen for å gjøre brønnen klar til etterfølgende
operasjoner så som sementering, trykktesting og produksjon. Det finnes i dag
mange mekaniske plugger som kan settes og trekkes med kveilerør eller
vaiertau. Disse er upraktiske da trekking kan medføre problemer, og det uansett
påløper kostbar rigg-tid for slike intervensjonsoperasjoner.

Det finnes også andre senarioer der det er behov for å installere en fjernbar plugg i en rørledning. Foreliggende oppfinnelse vedrører også slik plugger.

- 5 Forskjellige plugganordninger som brukes for testing av produksjonsbrønner eller midlertidig blokkering av rørledninger er kjent. Det vanligste har vært å benytte plugger av metall. Ulempen med slike typer plugger er at de vanskelig(ere) lar seg fjerne og ofte fører til at det vil befinne seg skrap/restdeler i brønnen som igjen kan føre til andre problemer senere. Det finns også plugger
10 av andre materialer, så som gummi etc., men disse har også ulemper.

- En glassplugg kan fremstilles med et enkelt glasslag eller kan omfatte flere glasslag, eventuelt med andre materialer i mellom lagene. Slike materialer kan være faste stoffer, som keramiske stoffer, plastikk, filt eller til og med papp, men
15 de kan også omfatte fluider i væske- eller gassform. Områder med vakuum kan også inkorporeres i pluggen. I dette skrift må «glass» forstås som enten ett enkelt lag glass eller flere lag. Det skal også forstås at referansen til «glass» kan omfatte andre liknende materialer, så som keramiske materialer, dvs. materialer som har egenskaper som i denne sammenheng tilsvarer de glass
20 har, i tillegg til andre egenskap som også er ønsket. Et glasslag kan også omtales som en glasskive eller en glassdisk. Glasspluggen anbringes vanligvis i et hus, i tillegg til at det vil være behov for en anordning som er i stand til å fjerne pluggen. Huset kan omfatte en separat del eller være inkorporert i en rørseksjon. Det vil vanligvis anvendes glass som har gjennomgått en eller
25 annen form for behandling, gjerne for å gjøre de sterkere/seigere i tettefasen, samtidig som den knuser lett(ere) i knusefasen. En slik behandling kan f.eks. omfatte bearbeiding av selve glasstrukturen og/eller glassoverflaten.

- Anordninger for å fjerne pluggen er vanligvis innebygd eller lagt ved pluggen,
30 det vil si at de er installert sammen med eller samtidig som pluggen, enten i selve pluggen eller i huset eller i forbindelse med en rørseksjon. Når pluggen skal fjernes er det velkjent å bruke sprengladninger for å knuse pluggen, vanligvis da ved at denne plasseres inne i pluggen, eller på overflaten derav. Dette er kjent teknikk fra WO 2005/049961 A1. Der foreligger en del ulemper

ved å installere og bruke sprengladninger i produksjonsbrønner. Der er for eksempel alltid en viss risiko for at eksplosiver eller deler derav kan ligge udetonert igjen i brønnen, og dette anses ikke akseptabelt av operatøren.

- 5 Håndteringen av plugger med eksplosiver, både ved transport (særlig internasjonalt) og selve installasjonen, er også mye mer komplisert da mange sikkerhetsforhold må tas hensyn til, siden eksplosivene utgjør en potensiell risiko for brukere ved håndtering av pluggen.

- 10 Det finnes også knusemekanismer som baserer seg på mekaniske løsninger, f.eks. pigger, trykk, hydrauliske systemer etc. En løsning som ikke bruker eksplosiver og er innebygd i pluggkonstruksjonen, er å utsette pluggen for punktvis stor trykkbelastning. Dette vises i WO 2009/116871 A1, hvor anordningen for å ødelegge pluggen omfatter et organ innrettet til å bevege seg radielt ved føring av et utløserелеment i aksial retning, og i WO 2009/110805
- 15 A1, hvor punkter som utsettes for en slik stor trykkbelastning er svekket under konstruksjonen av pluggen, slik at den da knuses lettere.

- En annen løsning er å fylle et fluid som ikke kan komprimeres, eller i meget liken grad kan komprimeres, mellom et antall glasskiver, som ved signal om
- 20 åpning blir drenert ut i et eget atmosfærisk kammer. Pluggelementene vil så kollapse ved hjelp av det hydrostatiske trykket. Dersom det er en lekkasje i det atmosfæriske kammeret, vil dette imidlertid ikke fungere, siden væsken ikke kan dreneres. En annen ulempe med denne løsningen er at pluggens konstruksjon må være svakere enn ønskelig, siden det kreves at de forskjellige
- 25 pluggorganene må være tynne nok til å bryte ved hjelp av bare brønntrykk.

- Lignende løsninger og andre dokumenter som kan være nyttig for å forstå bakgrunnen omfatter WO 2009/126049 A1, WO 2007/108701 A1, WO 2014/154464 A2, US 9,593,542, NO 340829 B1, US 5181571 A, NO 340634
- 30 B1, US 2011/0277988 A1, US 2017/0096875 A1 og US 2008/0223572 A1.

Da industrien beveger seg mot utvinning av mer ukonvensjonelle ressurser og mer utfordrende reservoarer, samt at kravene til driftssikkerhet og oppetid øker også for konvensjonelle brønner, er det et kontinuerlig behov for forbedret

teknikk innenfor plugganordninger for bruk i borehull. Det er et siktemål med foreliggende oppfinnelse å tilveiebringe en plugg og en plugganordning som oppviser slike fordeler og/eller ikke er beheftet med én eller flere ulemper i kjent teknikk.

5

SAMMENDRAG

I en utførelse er det tilveiebragt en plugganordning omfattende et oppløsbart pluggelement anordnet i et plugghus i en rørstreng, hvor rørstrengen har en trykkfast vegg som avgrenser en indre passasje i rørstrengen fra en utside av rørstrengen, hvor pluggelementet er anlagt mot den trykkfaste veggen og et tetteelement er anordnet til å tette mellom pluggelementet og den trykkfaste veggen, hvor pluggelementet er bevegelig i rørstrengens aksielle retning mellom en første posisjon hvor pluggelementet har en avstand til en belastningsanordning som er fast montert i plugghuset og en andre posisjon hvor pluggelementet er i kontakt med belastningsanordningen, og tetteelementet er anordnet til å tette mellom pluggelementet og den trykkfaste veggen i både den første og den andre posisjonen. Et seteelement med et sete er anordnet for å støtte pluggelementet og forhindre aksial bevegelse av pluggelementet i den første posisjonen, og et skjærelement er anordnet for å forhindre aksial bevegelse av seteelementet inntil skjærelementet blir påført en kraft høyere enn en forhåndsbestemt kraft fra seteelementet (11).

I en utførelse er det tilveiebragt et kompletteringsrør omfattende en plugganordning, hvor rørstrengen utgjør deler eller hele kompletteringsrøret.

I en utførelse er det tilveiebragt en metode for å anordne et kompletteringsrør i en brønn, hvor kompletteringsrøret omfatter en første plugganordning i henhold til den ovennevnte utførelsen og/eller en andre plugganordning i henhold til den ovennevnte utførelsen, og hvor den første og andre plugganordningen mellom hverandre avgrenser et indre volum i kompletteringsrøret, hvor metoden omfatter: å føre kompletteringsrøret ned i brønnen, å oppløse pluggelementet i den andre plugganordningen ved aktivering av aktiveringsmekanismen fra en overflate, å oppløse pluggelementet i den første plugganordningen ved

aktivering av aktiveringsmekanismen fra en overflate og å pumpe en sement ned gjennom kompletteringsrøret og ut av en endeåpning av kompletteringsrøret.

- 5 De vedlagte avhengige krav beskriver ytterligere utførelser.

KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

- 10 I det påfølgende gis en detaljert, men ikke-begrensende, beskrivelse av oppfinnelsen under henvisning til de vedlagte figurer, der:

Figur 1-20 viser utførelser av en plugganordning, et kompletteringsrør og en metode i henhold til forskjellige utførelser.

15 DETALJERT BESKRIVELSE

- 20 I en utførelse er det tilveiebragt en plugganordning som kan brukes som en flotasjonsplugg for bruk i hydrokarbonbrønner, der pluggen omfatter et knusbart materiale av glass eller annet sprøtt materiale som keramikk e.l.

- 25 Figur 1 viser plugganordningen 1 omfattende et oppløsbart pluggelement 2 anordnet i et plugghus 6 i en rørstreng 10. Rørstrengen 10 og plugghuset 6 omfatter trykkfaste vegger 10a,10b som er anordnet som en trykktett barriere mellom en innside 17,18 og en utside 19 av rørstrengen 10. Rørstrengen 10 kan være en del av et fôringsrør eller et kompletteringsrør for bruk i en
- petroleumsbrønn. Pluggelementet 2 kan være en glassplugg, eventuelt en plugg som er helt eller delvis utført i glass, et keramisk materiale, eller et vitrifisert materiale. Materialer beskrevet i de ovennevnte patentdokumentene kan for eksempel også være passende for bruk i denne utførelsen.

- 30 Pluggelementet 2 er bevegelig i rørstrengens 10 aksielle retning mellom en første posisjon hvor pluggelementet 2 har en avstand til en belastningsanordning 4 som er fast montert i plugghuset 6 og en andre posisjon hvor pluggelementet 2 er i kontakt med belastningsanordningen 4. I figur 1 er

pluggelementet 2 i den første posisjonen. Figur 2 viser pluggelementet 2 i den andre posisjonen. Belastningsanordningen 4 kan være for eksempel en tapp, pigg, kniv eller tilsvarende element.

- 5 Pluggelementet 2 er anlagt direkte mot minst en av de trykkfaste veggene 10a,10b og et tetteelement 7 er anordnet til å tette mellom pluggelementet 2 og veggen 10a,10b i plugghuset 6 i både den første og den andre posisjonen, samt kontinuerlig gjennom pluggelementets 2 bevegelse fra den første til den andre posisjonen. Tetteelementet 7 kan for eksempel være en eller flere tettering(er)
- 10 anordnet rundt pluggelementet 2, for eksempel i en utsparing eller et på annen måte tilveiebragt rom i veggen 10a,10. Alternativt kan tetteelementet 7 være anordnet i en utsparing i pluggelementets 2 ytre sidevegg.

- Et seteelement 11 med et sete 11b er anordnet for å støtte pluggelementet 2 og
- 15 forhindre aksiell bevegelse av pluggelementet 2 i den første posisjonen. Seteelementet 11 er aksielt bevegelig i plugghuset 6 og har en første del 11a som er arrangert til å hvile mot en støtteflate 13 i plugghuset 6 for å hindre aksiell bevegelse av seteelementet 11 og hvor setet 11b er anordnet på en andre del 11d av seteelementet 11. I sin øvre del er pluggelementet 2 støttet av
- 20 en støtteflate 16 i plugghuset 6. Pluggelementet 2 hviler således i setet 11b i den første posisjonen, og kan ikke bevege seg aksielt i plugghuset 6.

- Den første delen 11a er i denne utførelsen utformet som et fremspring rundt i det minste en del av en omkrets av seteelementet 11, og er forbundet med den
- 25 andre delen 11d med en forbindelsesdel 11c. Forbindelsesdelen 11c er anordnet som et skjærelement, dvs. anordnet for å gå i stykker når denne blir utsatt for en kraft som her høyere enn en forhåndsbestemt bruddkraft, for eksempel ved at forbindelsesdelen 11c tøyres, slites av, rives av eller knekker under slik belastning. Alternativt kan støtteflaten 13 være arrangert til å gi etter
- 30 når denne blir utsatt for en kraft som her høyere enn en forhåndsbestemt støttekraft, eller en annen type skjærelement, slik som skjærpiller eller skjærdisker brukes.

Når plugganordningen 1 skal aktiveres, dvs. fjernes for å frigjøre rørstrengens 10 indre passasje for fluidstrømning, kan det påsettes et trykk over pluggelementet 2. Volumet 17 i den indre passasjen av rørstrengen 10 som er over pluggelementet 2 er tilgjengelig fra overflaten gjennom rørstrengen 10. Et
5 høyt trykk kan således påsettes. En nedover-rettet kraft vil da virke på pluggelementet 2. Hvis et seteelement 11 brukes, vil forbindelsesdelen 11c rives av, og seteelementet 11 kan bevege seg aksielt i plugghuset 6. Dersom et seteelement 11 ikke brukes, må trykket i volumet 17 kun overkomme friksjonsmotstanden for å bevege pluggelementet 2.

10

I figur 2 vises situasjonen hvor pluggelementet 2 er flyttet til den andre posisjonen, og er kommet i inngrep med belastningsanordningen 4. I denne utførelsen er belastningsanordningen 4 en kniv. Ved at det påføres et trykk på pluggelementet 2 ovenfra (dvs. fra volumet 17), vil pluggelementet 2 presses
15 mot kniven 4 og knuses. Pluggelementet 2 er med fordel utført i et slikt materiale og/eller forhåndsbehandlet (for eksempel ved herding) slik at det knuses i forholdsvis små biter.

Figur 3-5 viser en sekvens med aktivering av plugganordningen 1, hvor figur 3
20 viser pluggelementet 2 i sin første posisjon, figur 4 viser pluggelementet 2 i sin andre posisjon, og figur 5 viser rørstrengen 10 etter at pluggelementet 2 har knust og hvor rørstrengens 10 indre passasje således er åpen.

Som vist i Figur 1-5 kan plugghuset 6 være anordnet i en utsparing i den
25 trykkfaste veggen 10a,10b, og/eller rørstrengen 10 kan omfatte et framspring 14 radielt anordnet rundt plugghuset 6. Ved å anordne plugghuset 6 i en utsparing og/eller anordne et framspring 14 som en del av den trykkfaste veggen 10a,10b kan rørstrengens strukturelle integritet opprettholdes, for eksempel ved at veggtykkelsen er tilstrekkelig for å opprettholde en påkrevet trykk-rating for
30 rørstrengen 10. I en utførelse er den trykkfaste veggen anordnet med en første seksjon 10a anordnet på en første rørseksjon og en andre seksjon 10b anordnet på en andre rørseksjon, hvor den første og den andre rørseksjonen er sammenkoplet med en løsbare kopling 15 (se fig. 3-5). I denne utførelsen er den løsbare koplingen 15 en gjenget forbindelse.

I utførelsen vist her har plugganordningen 1 tre belastningsanordninger (kniver) 4. Figur 6A-6C viser seteelementet 11 i noe mer detalj. Seteelementet 11 omfatter tre utsparinger 12a-c hvor hver kniv 4 er arrangert i en respektiv
5 utsparing 12a-c. Således kan seteelementet 11 og knivene 4 arrangeres mer kompakt i forhold til hverandre i plugganordningen 1.

Figur 7 viser et snitt ovenfra av plugganordningen 1. Knivene 4a-c har respektive kontaktflater 4a',4b',4c' anordnet for å påføre en trykkraft på en del
10 av pluggelementets 2 overflate, for å knuse dette. Når pluggelementet 2 bringes i kontakt med kontaktflatene 4a',4b',4c' påføres det derfor en såkalt punktlast, som for eksempel et glasselement bare i begrenset grad kan motstå. Ved å påføre en trykkraft høyere enn grensen for hva glasselementet kan motstå av slike punktlaster, kan derfor glasselementet knuses.

15

I en utførelse av oppfinnelsen er det tilveiebragt et kompletteringsrør 100, illustrert i figur 8 og 9, omfattende en plugganordning 1 i henhold til en av utførelsene beskrevet her, hvor rørstrengen 10 utgjør deler eller hele kompletteringsrøret 100. Kompletteringsrøret 100 kan ha flere enn en
20 plugganordning, for eksempel en første plugganordning 1a og en andre plugganordning 1b, som illustrert i figur 8 og 9. Den første og andre plugganordningen 1a,1b kan mellom hverandre avgrense et indre volum 101 (se figur 9) i kompletteringsrøret 100. Den første og andre plugganordningen 1a,1b kan være like i sin utførelse, eller ulike, for eksempel hvis det er ulike krav
25 til de to plugganordningene 1a,1b pga. deres plassering i kompletteringsrøret 100. Kompletteringsrøret 100 kan i en utførelse også omfatte en låsemekanisme 102 arrangert i kompletteringsrøret 100 og anordnet for å låse fast en sement-skyveelement. Kompletteringsrøret 100 i henhold til disse utførelsene vil bli beskrevet i mer detalj under.

30

I en utførelse, illustrert i figur 11 og 12, er det tilveiebragt en plugganordning 1 med et oppløsbart pluggelement 2 anordnet i et plugghus 6 i en rørstreng 10 og et tetteelement 7 anordnet til å tette mellom pluggelementet 2 og rørstrengen 10. Pluggelementet 2 er bevegelig i rørstrengens 10 aksielle retning mellom

en første posisjon hvor pluggelementet 2 har en avstand til et første ringformet sete 30 i plugghuset 6 og en andre posisjon hvor pluggelementet 2 er i kontakt med det første ringformede setet 30. Figur 11 viser den første, øvre posisjonen og figur 12 viser den andre, nedre posisjonen.

5

Et aksielt bevegelig seteelement 31 med et andre ringformet sete 32 er anordnet til å støtte pluggelementet 2 i den første, øvre posisjonen, som vist i figur 12. Seteelementet 31 har et skjærelement 33 anordnet mot plugghuset 6, for eksempel i en utsparing i plugghuset 6 for dette formålet, for å forhindre

10 aksiell bevegelse av seteelementet 11 inntil skjærelementet 33 blir påført en kraft høyere enn en forhåndsbestemt motstandskraft.

For å aktivere plugganordningen 1 påføres et trykk i rørstrengens 10 indre volum 17 over pluggelementet 2. Dette fører til at skjærelementet 33 brekker,

15 slik at støtten til pluggelementet 2 fra setet 32 reduseres eller forsvinner, og pluggelementet 2 kan da beveges aksielt i plugghuset 6. På grunn av trykket i volumet 17 beveges pluggelementet 2 mot sin nedre posisjon og dermed i kontakt med setet 30.

20 Setet 30 kan være konstruert for å tilveiebringe mindre støtte til pluggelementet 2, slik at pluggelementet 2, når det kommer i kontakt med setet 30 og er utsatt for trykket i volumet 17, knuser, brekker eller går i oppløsning på annen måte.

Setet 30 kan med fordel ha en større diameter enn setet 32. Dette fører til at

25 pluggelementet 2 når det ligger mot setet 30 blir utsatt for større bøyekrefter enn når det ligger mot setet 32. Disse bøyekreftene kan være tilstrekkelige til å starte oppløsningen av pluggelementet 2. En glassplugg kan for eksempel ha stor toleranse for skjærkrefter, men liten toleranse for bøyekrefter, slik at å utføre setet 30 med større diameter enn setet 32 kan tilveiebringe en sikker

30 oppløsning av pluggelementet 2, og samtidig lav risiko for uønsket oppløsning av pluggelementet 2 før det er ønskelig å aktivere plugganordningen 1.

Alternativt, eller i tillegg, kan setet 30 være anordnet med mindre flate (areal) enn setet 32. Det gjør at trykket som virker på pluggelementet 2 fra setet 30 er

høyere enn trykket fra setet 32. Trykket fra setet 30 kan være høyere enn toleransetrykket for pluggelementet 2, slik at trykkreftene som virker fra setet 30 fører til en oppløsning av pluggelementet 2.

- 5 En øvre støtteflate 35 kan være anordnet til å støtte pluggelementet 2 i den øvre posisjonen, på en motstående side av det andre ringformede setet 32.

Et støttemateriale 34a, 34b kan være anordnet mellom setet 32 og pluggelementet 2, og/eller mellom støtteflaten 35 og pluggelementet 2.

- 10 Støttematerialet 34a,b kan være et relativt sett mykt materiale, for eksempel PEEK, messing, aluminium, gummi eller et plastmateriale. Støttematerialet 34a,b kan bidra til å redusere risikoen for utilsiktet knusing pluggelementet 2, ved at støttematerialet 34a,b beskytter pluggelementet 2 mot lokalt høye kontaktspenninger mot støtteflaten 35 eller setet 32.

15

Tetteelementet 7 kan være anordnet til å tette mellom pluggelementet 2 og rørstrengen 10 i både den øvre og den nedre posisjonen. Dette gjør at man kan bedre sikre en pålitelig aktivering av plugganordningen 1, idet trykket i volumet 17 i rørstrengen 10 kan økes inntil oppløsning av pluggelementet 2 oppnås.

20

I en utførelse, illustrert i figur 13, omfatter plugganordningen 1 en utsparing 36 i plugghuset 6. Utsparingen 36 har en større diameter enn en ytre diameter av pluggelementet 2 og er arrangert slik at den omslutter en nedre del 2a av pluggelementet 2 når pluggelementet 2 er i sin nedre posisjon, som vist i figur

- 25 13. Idet et trykk påsettes i volumet 17 over pluggelementet 2 vil pluggelementet 2 bøyes lett. Utsparingen 36 gjør at pluggelementet 2 har plass til å bøyes utover i plugghuset 6 (dvs. utvides radielt). Dette øker bøyekreftene som virker på pluggelementet 2 (som et resultat av trykket i volumet 17), og gir dermed en sikrere oppløsning av pluggelementet 2 ved pluggelementet 2 ikke har ytre, 30 radiell støtte i den nedre delen 2a. Videre reduseres risikoen for at det blir stående igjen rester av pluggelementet 2 i plugghuset 6, idet man ved en slik bøyning får brudd i den ytre overflaten på sidene av pluggelementet 2, som kan sikre en mer komplett oppløsning.

Figur 14-17 illustrerer en sekvens for aktivering av plugganordningen 1. I figur 14 er pluggelementet 2 i sin første, øvre stilling, dvs. støttet av støtteflatene 32 og 35 (se fig. 11). I figur 15 er volumet 17 trykksatt slik at skjærelementet 33 er knekt eller revet av, og pluggelementet 2 er begynt å bevege seg nedover, drevet av trykket i volumet 17. I figur 16 er pluggelementet 2 kommet i sin andre, nedre posisjon, hvor det kommer i kontakt med setet 30. Setet 30, i samvirking med trykket i volumet 17, bevirker da økede trykk-, bøye- og skjærkrefter som virker på pluggelementet 2, og fører til at oppløsningen av dette starter. Figur 17 viser plugganordningen 1 etter at pluggelementet 2 er oppløst.

I utførelsene vist i figur 11-17 sikres derfor pålitelig aktivering av plugganordningen 1 ved en kombinasjon av bøyekrefter, skjærkrefter og kontaktspenninger på pluggelementet 2 som fører til dets oppløsning. Videre oppnås fordeler ved at de indre overflatene i rørstrengen 10 etter aktivering av plugganordningen 1 kan konstrueres slik at disse er i det vesentlige kontinuerlige, «glatte» og/eller uten store vinkler til den indre rørveggen. For eksempel kan støtteflatene 32,35 anordnes med en vinkel på ca. 45 grader. Det minimerer risikoen for at for eksempel brønnverktøy brukt senere (etter aktiveringen) henger seg fast i plugghuset 6. En videre fordel er at risikoen for at et skjærelement, slik som en kniv eller pigg, løsner og forhindrer pålitelig aktivering av plugganordningen 1, og/eller at kniven eller piggen utgjør en hindring i rørstrengens 10 indre løp etter aktivering.

Figur 18-20 illustrerer ytterligere utførelser av plugganordningen 1. Figur 18 viser et utsnitt av figur 16. Figur 19 og 20 viser andre utførelser. Som illustrert i figur 18-20 kan pluggelementet 2 ha en anslagsflate 41 som er anordnet for anslag mot det første ringformede setet 30 og en støtteflate 42 anordnet for samvirking med det andre ringformede setet 32.

30

I en utførelse er anslagsflaten 41 anordnet i en forlengelse av støtteflaten 42 og flukter med støtteflaten 42. (Se f.eks. figur 11.) Dette gir fordeler i tilvirkningen av pluggelementet 2 og gir god strukturell stabilitet for dette.

Som illustrert i figur 19 og 20, i en utførelse er anslagsflaten 41 separert fra støtteflaten 42 av en mellomflate 44 og/eller en maskinert kant 43 er anordnet mellom anslagsflaten 41 og støtteflaten 42. Dette gir frihet til å bedre bestemme pluggelementets 2 strukturelle styrke i området rundt støtteflaten 42 og anslagsflaten 41. For eksempel, som vist i figur 19, kan det være ønskelig med en mindre tykkelse B i forlengelsen av anslagsflaten 41 enn i forlengelsen av støtteflaten 42, for å tilveiebringe strukturell styrke i støttefasen, men tillate effektiv knusing/oppløsning av pluggelementet 2 når plugganordningen 1 skal aktiveres.

10

Tilsvarende kan man tilpasse støtteflatens 42 og anslagsflatens 41 vinkler i forhold til hverandre og/eller i forhold til den sentrale gjennomgående akse 45 (lengdeaksen) av plugganordningen 1. Anslagsflaten 41 kan for eksempel være vinklet i forhold til støtteflaten 42. Alternativt, eller i tillegg, kan anslagsflaten 41 være anordnet i det vesentlige vinkelrett i forhold til lengdeaksen 45. Alternativt, eller i tillegg, kan støtteflaten 42 være anordnet med en vinkel som ikke er vinkelrett i forhold til lengdeaksen 45, dvs. skråstilt. En skråstilt flate i ytterkant av pluggelementet 2 kan gi bedre strukturell stabilitet enn en rettvinklet flate, og ved å velge passende vinkler for støtteflaten 42 og anslagsflaten 41 kan pluggelementets 2 strukturelle styrke i støttefasen og i oppløsnings/knusefasen tilpasses til ønskede verdier. Pluggelementet 2 kan for eksempel maskineres for å oppnå de ønskede vinkler, for eksempel ved sliping hvis pluggelementet 2 er en glassplugg.

15

20

25

Tilsvarende kan det første ringformede setet 30 være anordnet i det vesentlige vinkelrett i forhold til plugganordningens 1 sentrale gjennomgående akse 45 (se figur 18). Alternativt, eller i tillegg, kan det andre ringformede setet 32 være anordnet med en vinkel som ikke er vinkelrett i forhold til plugganordningens 1 sentrale gjennomgående akse 45, dvs. at det andre ringformede setet 32 kan være skråstilt. Anslagsflaten 41 og det første ringformede setet 30 må ikke nødvendigvis ha samme vinkel; disse kan være anordnet med en innbyrdes vinkel i forhold til hverandre for å øke oppløsnings-/knuseeffekten. Se for eksempel figur 11.

30

Figur 20 viser en utførelsesform hvor anslagsflaten 41 er anordnet på et radielt fremspring 46 rundt pluggelementet 2. Dette kan ytterligere bedre oppløsnings-/knuseeffekten av pluggen, idet tykkelsen av pluggelementet 2 i forlengelsen av anslagsflaten 41 kan gjøres mindre. Pluggelementet 2 blir derfor utsatt for

5 høyere bøye- og skjærkrefter, og disse, kombinert med indre spenninger i pluggelementet 2, fører da til oppløsning / knusing av dette. Figur 20 viser også at anslagsflaten 41 kan anordnes i pluggelementets 2 øvre del, med tettelementet 7 under denne.

- 10 Et eksempel på bruk av en plugganordning 1 og et kompletteringsrør 100 i henhold til en eller flere av utførelsene beskrevet over vil nå bli beskrevet med referanse til figur 1-17. Det skal forstås at plugganordningen 1 også kan ha andre anvendelsesområder enn eksempelet beskrevet her, hvor
- 15 plugganordningen 1 er anordnet som flotasjonsplugg for installasjon av et kompletteringsrør. Videre skal det forstås at kompletteringsrør her er brukt som en generell benevnelse, og bruksområdet kan omfatte for eksempel casing-rør eller andre rør brukt i en petroleumsbrønn.

- Figur 8 illustrerer en brønn 104 boret i en underjordisk formasjon. Brønnen
- 20 forløper fra en overflate 110 (som kan være landjord, en havbunn eller et dekk på en offshore plattform) og mot, eller inn i, et petroleumsreservoar 105. En borerigg 111 har et heisesystem 112 som senker kompletteringsrøret 100 ned i brønnen 104.

- 25 Kompletteringsrøret har en første og en andre plugganordning 1a,1b (se figur 8 og 9) som avgrenser et indre volum 101 mellom dem i kompletteringsrøret 100. Det indre volumet 101 er gassfylt. Dette gir kompletteringsrøret 100 økt oppdrift og minsker friksjonen mellom kompletteringsrøret 100 og brønnveggene når kompletteringsrøret 100 føres inn i en delvis eller helt horisontal del 104a av
- 30 brønnen 104.

Når en tilstrekkelig lengde kompletteringsrør 100 er ført inn i brønnen 104 skal kompletteringsrøret 100 sementeres fast i brønnen 104. Den andre (øverste) plugganordningen 1b aktiveres så ved å trykksette volumet 17 over denne.

Dette volumet kan trykksettes fra boreriggen 111, via kompletteringsrørets 100 indre passasje. Plugganordningen 1b aktiveres således, og pluggelementet 2 i denne knuses. Kompletteringsrørets 100 indre passasje er nå åpen ned til den første plugganordningen 1a, og denne kan aktiveres (dvs. åpnes) på samme måte. Kompletteringsrøret 100 er nå åpent, og sementering kan gjennomføres ved å pumpe sement ned gjennom kompletteringsrøret 100, ut av dets endeåpning 103 (se figur 9) og opp i et ringrom 113 (se figur 8 og 10) mellom kompletteringsrøret 100 og brønnen 104.

- 10 Plugganordningene 1a og 1b kan være like i design, eller ulike. For eksempel kan den øvre plugganordningen 1b være utstyrt med et sete 11 som vist in figur 1, mens den nedre plugganordningen 1a er en plugg liknende den vist i figur 1, men uten sete, da pluggelementet 2 i den nedre plugganordningen 1a under gitte forhold kan holdes på plass av trykkforskjellen mellom det hydrostatiske trykket utenfor kompletteringsrøret 100 og trykket i det indre volumet 101.

- Ved avsluttet sementering kan det være behov for å sikre at ikke størknet sement flyter tilbake fra ringrommet 113 og inn gjennom åpningen 103. For dette formål kan kompletteringsrøret 100 omfatte en låsemekanisme 102 (se figur 9) arrangert i kompletteringsrøret 100 og anordnet for å låse fast en sement-skyveelement. Sement-skyveelementet kan være for eksempel en sementdart eller et tilsvarende element. Metoden kan således omfatte å føre et sement-skyveelement gjennom kompletteringsrøret 100 og å bringe sement-skyveelementet i inngrep med en låsemekanisme 102 arrangert i kompletteringsrøret 100 og anordnet for å låse fast sement-skyveelementet. Sement-skyveelementet kan for eksempel pumpes ned i kompletteringsrøret 100 i etterkant av sementen, og ha en utforming som skrapper kompletteringsrøret 100 rent på vei nedover, og så låses fast i låsemekanismen 102.

30

I enkelte utførelser, ved å bruke en plugganordning 1a i et kompletteringsrør 100 og i en metode som beskrevet over kan man oppnå at hele kompletteringsrørets 100 indre passasje har tilnærmet full indre diameter (ID) når plugganordningen(e) er aktivert/åpnet, fram til og inkludert i åpningen 103.

Man kan i tillegg unngå elementer i den indre passasjen som brønnverktøy, debris, etc. kan henge seg opp i under eller etter komplettering. Risikoen for plugging av kompletteringsrøret blir dermed redusert. Ved å bruke en plugganordning i henhold til utførelser beskrevet her i en tå-seksjon av et

5 kompletteringsrør vil denne kunne erstatte dagens sement flotasjonsventiler / tilbakeslagsventiler. Dette kan være en fordel da en typisk tilbakeslagsventil vil ha en indre diameter (ID) restriksjon som er utsatt for å tettes med urenheter og debris, og kan således kan hindre sementen i å bli pumpet ut i formasjonen som ønsket.

10

For å hindre at sementen siger inn igjen i røret, som normalt er tilbakeslagsventilens oppgave, kan en låsemekanisme 102 som fanger en sementdart og låser denne fast brukes. Låsemekanismen 102 for sementdarten kan plasseres hvor som helst, men typisk rett over eller i huset til

15 plugganordningen 1a.

20

Dette er illustrert i figur 10 hvor en sementdart 107 har gått i inngrep med låsemekanismen 102 og ringrommet 113 er fylt med sement. Ved å pumpe ned sementdarten 107 i kompletteringsrøret 100 bak sementen, skyver den

25 sementen nedover foran seg og ut gjennom enden 103 på kompletteringsrøret 100 og opp i ringrommet 113. Når sementdarten 107 når låsemekanismen 102 låses den fast og holder sementen på plass på utsiden. Dette kan være nødvendig da sementen som er trykket ut mellom røret og formasjonen ofte har høyere egenvekt enn vannet / væsken som står i kompletteringsrøret 100 over sementdarten og bruker tid på å størkne. Låsemekanismen 102 hindrer således at sementdart og vann blir presset tilbake opp i kompletteringsrøret 100. Ved lett og/eller raskt størknende sement kan bruk av en låsemekanisme 102 være

30 avsluttet.

En videre fordel med utførelser beskrevet her kan være at man på et senere tidspunkt, hvis ønskelig, slipper å bore ut en flotasjonsventil eller tilbakeslagsventil (som typisk er en stålkonstruksjon) i bunnen av

kompletteringsrøret 100 hvis man ønsker å bore en lenger brønn basert på den opprinnelige brønnbanen. En sementdart har ikke veldig store krav til styrke og kan fint bestå kun av ytre elastomer som skrapper kompletteringsrøret 100 rent for sement, og en kjerne av kompositt, aluminium, støpegods eller annet materiale som er lett å senere bore ut. En plugganordning 1 i henhold til utførelser beskrevet over vil også kunne være vesentlig enklere å lage enn for eksempel en tilbakeslagsventil og senker derfor også kostnaden for utstyret. Ytterligere en fordel kan være at man i enkelte utførelser får færre typer utstyr å forholde seg til, som gir produksjons-, logistikk-, og kostnadsfordeler.

10

Utførelser som beskrevet over gir derfor fordeler for eksempel ved at man kan erstatte dagens flotasjonsventiler og -plugger med en plugganordning 1, der man kan ha luft mellom to slike plugganordninger 1a,1b og således skape et flotasjonskammer mellom dem. Når man skal knuse pluggelementet 2 i den øverste plugganordningen 1b kan man pumpe opp trykket til et nivå der denne knuses, for deretter å vente til trykket når nedre plugganordning 1a og så gjenta prosessen for å åpne denne. Når begge plugganordningene 1a,1b er åpne kan man starte og pumpe sement. Ved at tetteelementet 7 er anordnet til å tette mellom pluggelementet 2 og plugghuset 6 i både den første og den andre posisjonen, dvs. gjennom hele den aksielle bevegelsen til pluggelementet 2, oppnår man en sikrere aktivering av plugganordningene 1a,1b, ved at hvis pluggelementet 2 ikke skulle knuses ved et gitt påført trykk så kan trykket, og dermed kraften som virker mellom belastningsanordningene (knivene) 4 og pluggelementet 2 økes ytterligere til pluggelementet 2 knuses. Mulige negative effekter av et eventuelt mottrykk fra utsiden av kompletteringsrøret 100 reduseres også.

20

25

30

Pluggelementet 2 kan for eksempel være av herdet glass som skjæres over knivene 4, slik at disse penetrerer det herdete sjiktet i glasset og de indre spenningene i glasset frigjøres. Plugganordningen 1 er ikke avhengig av at dette skjer hurtig eller med en gitt kinetisk energi, da pluggelementet 2 kun trenger å bli presset mot knivene 4. Dette kan skje sakte om nødvendig; penetreringen av det herdete sjiktet vil føre til at de indre spenningen i glasset frigjøres og knuser glasset, og plugganordningen 1 er ikke avhengig av for

- eksempel et slag mot en anslagsflate for å knuse pluggelementet 2. En ytterligere fordel er at ved slik kontrollert knusing vil størrelsen på partiklene etter knusing av pluggelementet 2 lettere kontrolleres, og man unngår risiko for store deler. Ved passende valg av materiale og forbehandling (f.eks. herding)
- 5 kan partikkelstørrelsen på debris / avfall fra pluggelementet 2 kontrolleres nøye, og knuseresultat vil bli mer konstant og forutsigbart, uavhengig av brønnforhold. Det kan fjerne behovet for å bruke en debris catcher, som er et fordyrende element og skaper en uønsket restriksjon i brønnløpet. Plugganordninger i henhold til en eller flere av utførelsene beskrevet over har også fordeler ved at
- 10 antall lekkasjeveier og/eller antall komponenter i anordningen reduseres, hvorved man dermed kan oppnå en enklere konstruksjon med høyere driftssikkerhet, og at plugganordningen er kompakt, men samtidig oppnår en høy indre diameter (ID) i rørstrengen 10 og/eller kompletteringsrøret 100 og liten ytre diameter (OD) av de samme, samtidig som strukturell integritet og
- 15 trykk-rating opprettholdes.

PATENTKRAV

1. Plugganordning (1) omfattende et oppløsbart pluggelement (2) anordnet i et plugghus (6) i en rørstreng (10), hvor rørstrengen (10) har en trykkfast vegg (10a,10b) som avgrenser en indre passasje (17,18) i rørstrengen (10) fra en utside (113) av rørstrengen (10),
hvor pluggelementet (2) er anlagt mot den trykkfaste veggen (10a,10b) og et tetteelement (7) er anordnet til å tette mellom pluggelementet (2) og den trykkfaste veggen (10a,10b),
hvor pluggelementet (2) er bevegelig i rørstrengens (10) aksielle retning mellom
en første posisjon hvor pluggelementet (2) har en avstand til en belastningsanordning (4) som er fast montert i plugghuset (6) og en andre posisjon hvor pluggelementet (2) er i kontakt med belastningsanordningen (4), og
et seteelement (11) med et sete (11b) anordnet for å støtte pluggelementet (2) og forhindre aksial bevegelse av pluggelementet (2) i den første posisjonen, **karakterisert ved**
at tetteelementet (7) er anordnet til å tette mellom pluggelementet (2) og den trykkfaste veggen (10a,10b) i både den første og den andre posisjonen, og ved
et skjærelement (11a,11c) anordnet for å forhindre aksial bevegelse av seteelementet (11) inntil skjærelementet (11a,11c) blir påført en kraft høyere enn en forhåndsbestemt kraft fra seteelementet (11).
2. Plugganordning (1) i henhold til krav 1, hvor pluggelementet (2) er
- i det minste delvis utført i et vitrifisert materiale, og/eller
 - i det minste delvis utført i glass eller i et keramisk materiale.
3. Plugganordning (1) i henhold til et av de foregående krav, hvor plugghuset (6) er anordnet i en utsparing i den trykkfaste veggen (10a,10b).

4. Plugganordning (1) i henhold til et av de foregående krav, hvor
tetteelement (7) er anordnet:
 - i en utsparing i den trykkfaste veggen (10a,10b), eller
 - i en utsparing i pluggelementet (2).
5. Plugganordning (1) i henhold til et av de foregående krav, hvor
rørstrengen (10) omfatter et framspring (14) radielt anordnet rundt
plugghuset (6).
- 10 6. Plugganordning (1) i henhold til et av de foregående krav, hvor den
trykkfaste veggen (10a,10b) omfatter en første seksjon (10a) og en
andre seksjon (10b) sammenkoplet med en løsbar kopling (15).
- 15 7. Plugganordning (1) i henhold til et av de foregående krav hvor
belastningsanordningen (4) har en kontaktflate (4a',4b',4c') anordnet for
å påføre en trykkraft på en del av pluggelementets (2) overflate.
- 20 8. Plugganordning (1) i henhold til det foregående krav, hvor
belastningsanordningen (4) omfatter minst en tapp, pigg, kniv eller
tilsvarende element.
9. Plugganordning (1) i henhold til et av de foregående krav, hvor
belastningsanordningen (4) er fast montert i plugghuset (6).
- 25 10. Plugganordning (1) i henhold til et av de foregående krav, hvor
seteelementet (11) er aksielt bevegelig i plugghuset (6) og har en første
del (11a) som er arrangert til å hvile mot en støtteflate (13) i plugghuset
(6) for å hindre aksiell bevegelse av seteelementet (11) og hvor setet
(11b) er anordnet på en andre del (11d) av seteelementet (11), og hvor
- 30 (i) den første del (11a) er forbundet med den andre del (11d)
med en forbindelsesdel (11c), og hvor forbindelsesdelen
(11c) er anordnet for å gå i stykker når denne blir utsatt for
en kraft som her høyere enn en forhåndsbestemt
bruddkraft, og/eller

- (ii) støtteflaten (13) er arrangert til å gi etter når denne blir utsatt for en kraft som her høyere enn en forhåndsbestemt støttekraft.

- 5 11. Plugganordning (1) i henhold til det foregående krav, hvor den første del (11a) er utformet som et fremspring rundt i det minste en del av en omkrets av seteelementet (11).
- 10 12. Plugganordning (1) i henhold til et av de foregående krav, hvor seteelementet (11) omfatter minst en utsparing (12a-c) og hvor belastningsanordningen (4) er arrangert i utsparingen (12a-c).
- 15 13. Plugganordning (1) i henhold til et av de foregående krav, omfattende en utsparing (36) anordnet i plugghuset (6), hvor utsparingen (36) har en større diameter enn en ytre diameter av pluggelementet (2), og hvor utsparingen (36) er arrangert slik at den omslutter en nedre del (2a) av pluggelementet (2) når pluggelementet (2) er i sin andre posisjon.
- 20 14. Kompletteringsrør (100) **karakterisert ved** en plugganordning (1,1a,1b) i henhold til et av de foregående krav, hvor rørstrengen (10) utgjør deler av eller hele kompletteringsrøret (100).
- 25 15. Kompletteringsrør (100) i henhold til det foregående krav, hvor plugganordningen (1,1a,1b) er en første plugganordning (1a) og kompletteringsrøret (100) videre omfatter en andre plugganordning (1b) i henhold til et av kravene 1-13, hvor den første og andre plugganordningen (1a,1b) mellom hverandre avgrenser et indre volum (101) i kompletteringsrøret (100).
- 30 16. Kompletteringsrør (100) i henhold til et av de to foregående krav, omfattende en låsemekanisme (102) arrangert i kompletteringsrøret (100) og anordnet for å låse fast et sement-skyveelement.

17. Metode for å anordne et kompletteringsrør (100) i en brønn, hvor kompletteringsrøret (100) omfatter en første (1a) og en andre plugganordning (1b), **karakterisert ved at** den første plugganordningen (1a) er en plugganordning i henhold til et av kravene 1-13, og/eller den andre plugganordningen (1b) er en plugganordning i henhold til et av kravene 1-13, og hvor den første og andre plugganordningen (1a,1b) mellom hverandre avgrenser et indre, gassfylt volum (101) i kompletteringsrøret (100), hvor metoden omfatter:
- 5 å føre kompletteringsrøret (100) ned i brønnen,
- 10 å oppløse pluggelementet (2) i den andre plugganordningen (1b) ved aktivering av aktiveringsmekanismen (4,11) fra en overflate (110),
- å oppløse pluggelementet (2) i den første plugganordningen (1a) ved aktivering av aktiveringsmekanismen (4,11) fra en overflate (110) og
- 15 å pumpe en sement ned gjennom kompletteringsrøret (100) og ut av en endeåpning (103) av kompletteringsrøret (100).
18. Metode i henhold til det foregående krav, videre omfattende
- å føre et sement-skyveelement gjennom kompletteringsrøret (100) og å bringe sement-skyveelementet i inngrep med en låsemekanisme (102)
- 20 arrangert i kompletteringsrøret (100) og anordnet for å låse fast sement-skyveelementet.



2/13

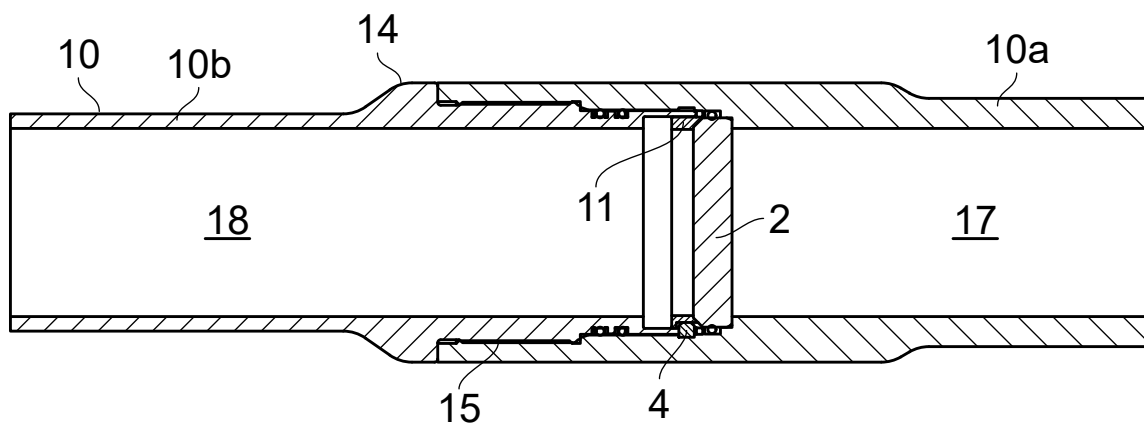


FIG. 3

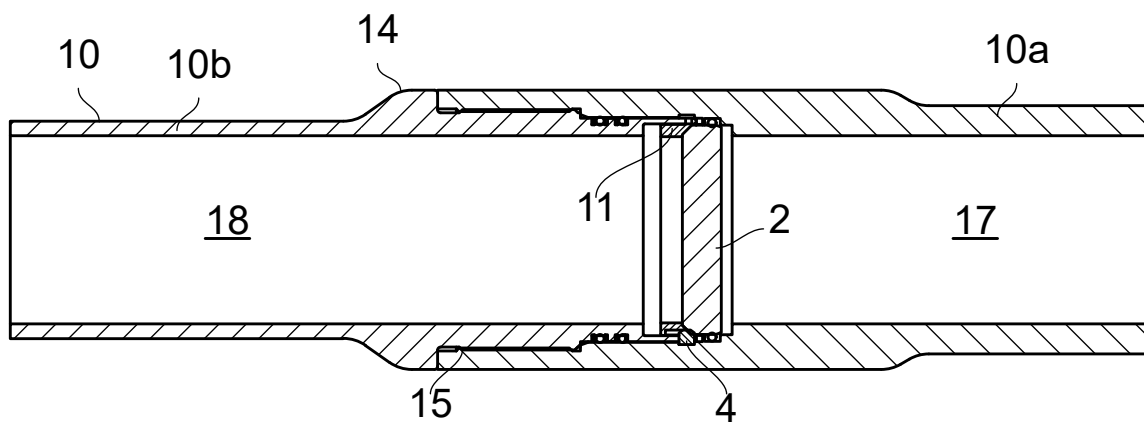


FIG. 4

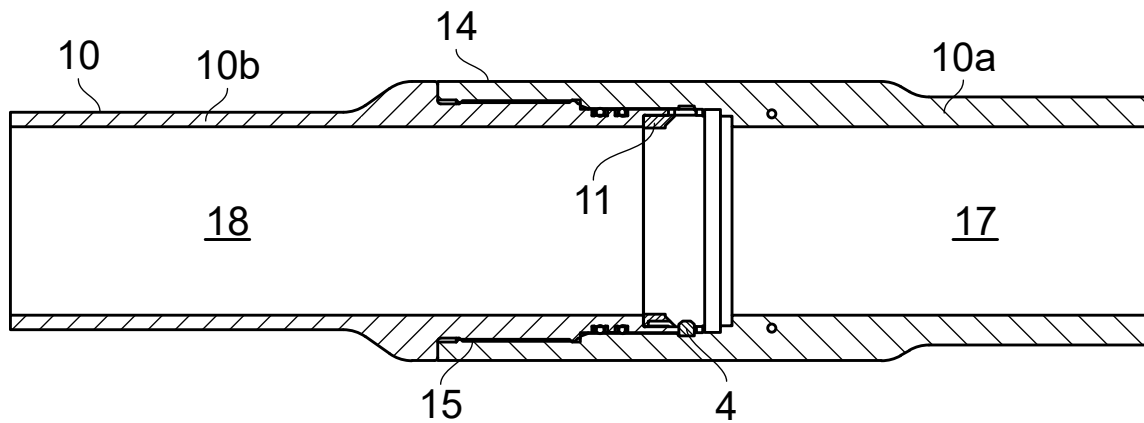
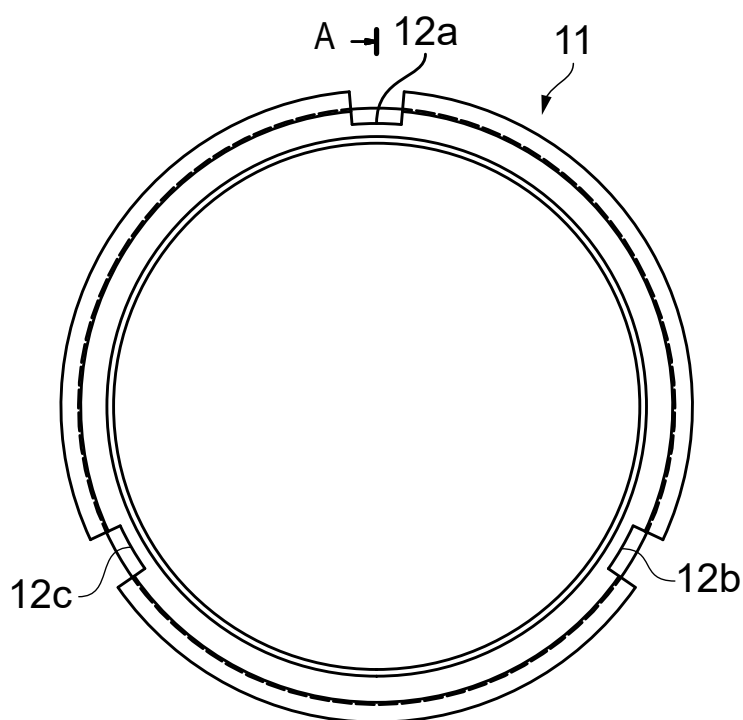
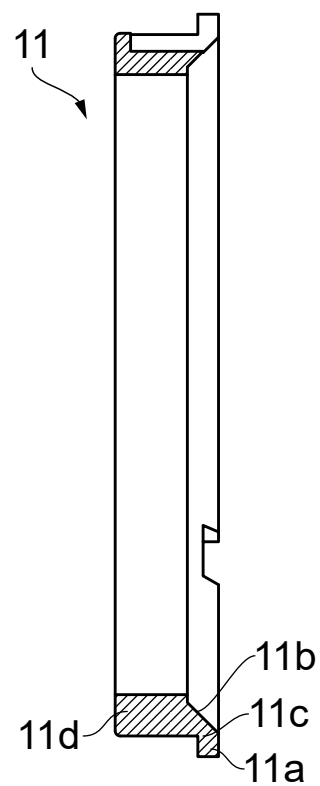


FIG. 5

3/13



A →
FIG. 6A



Section A-A
FIG. 6B

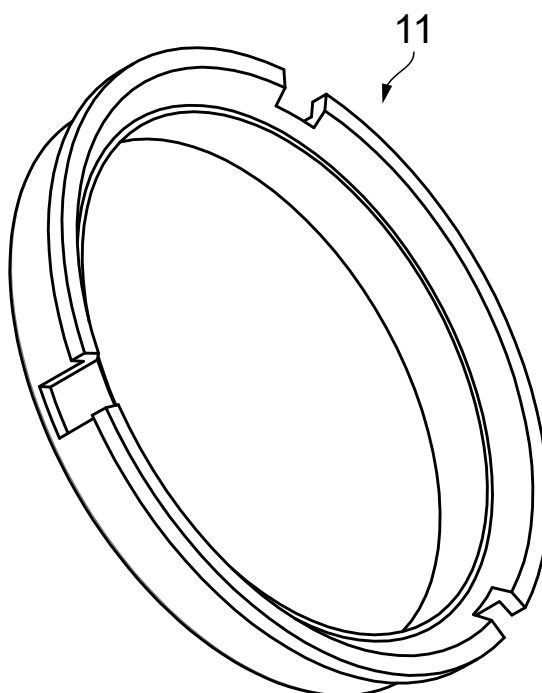


FIG. 6C

4/13

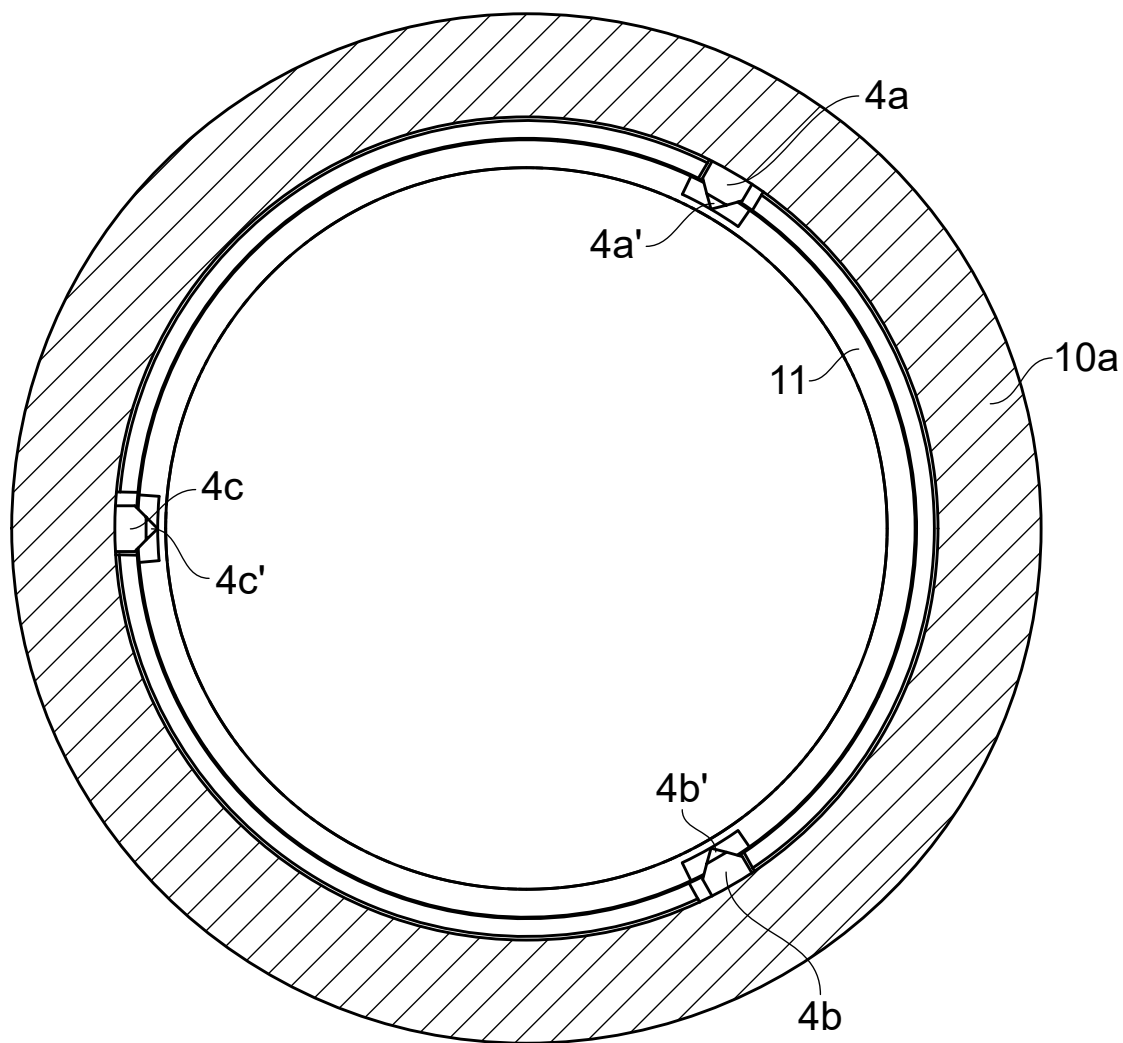


FIG. 7

5/13

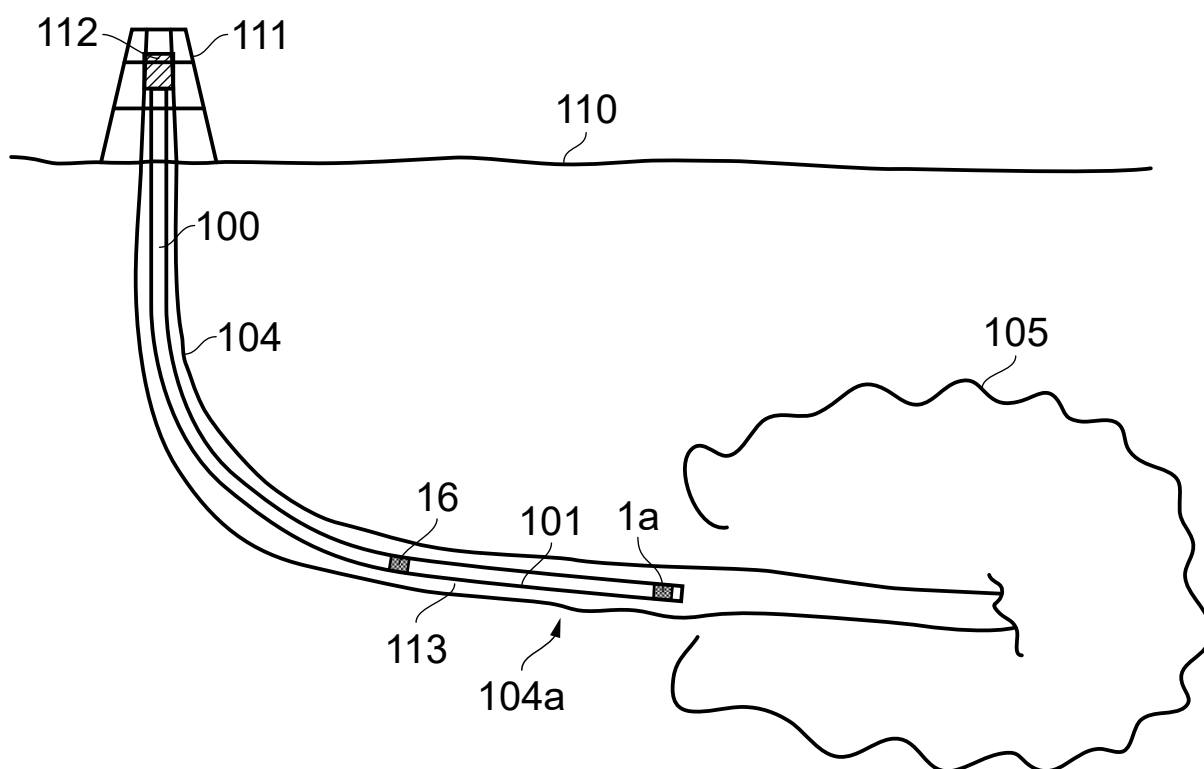


FIG. 8

6/13

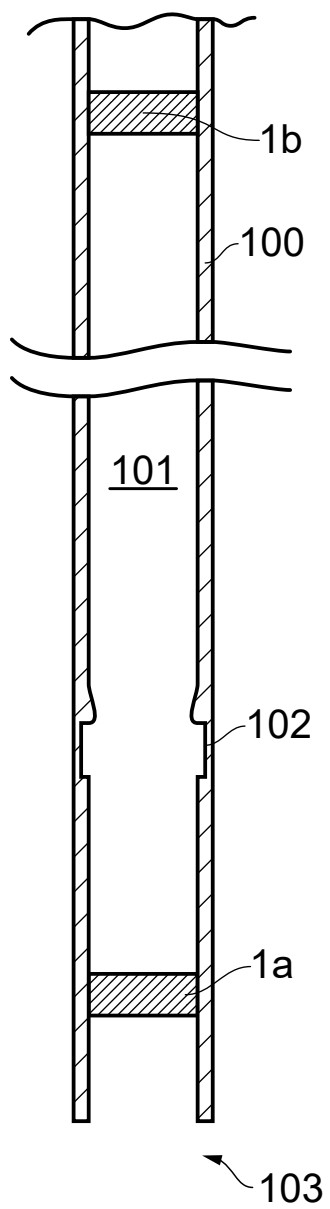


FIG. 9

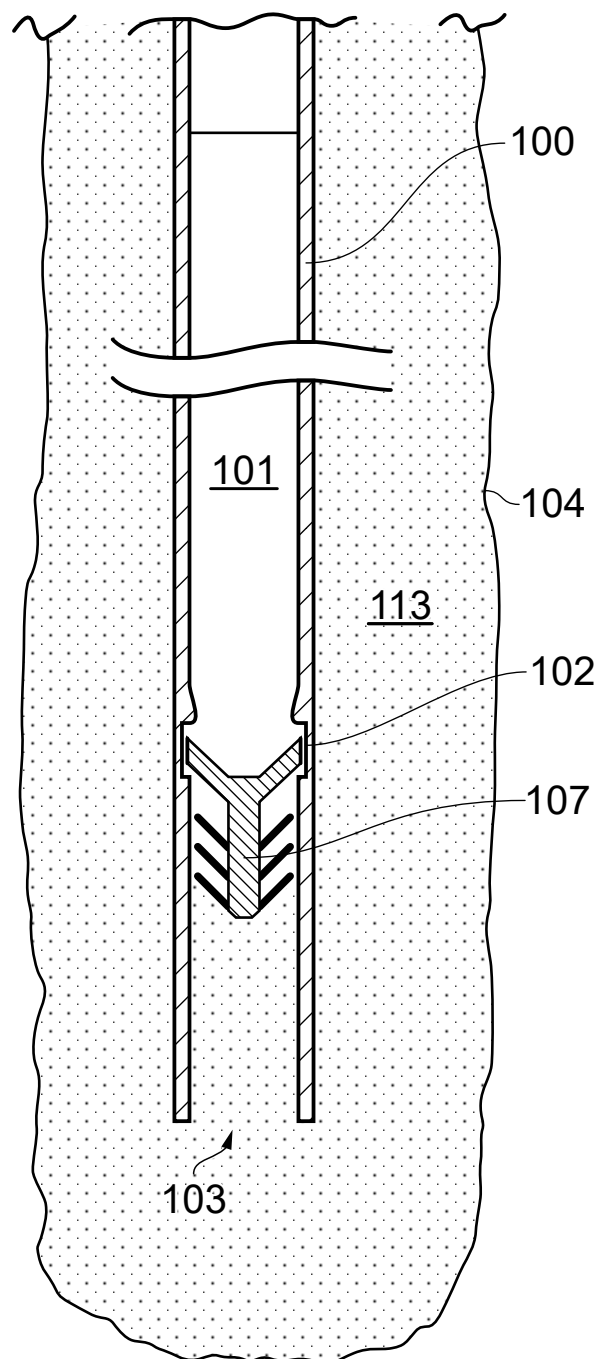


FIG. 10

7/13

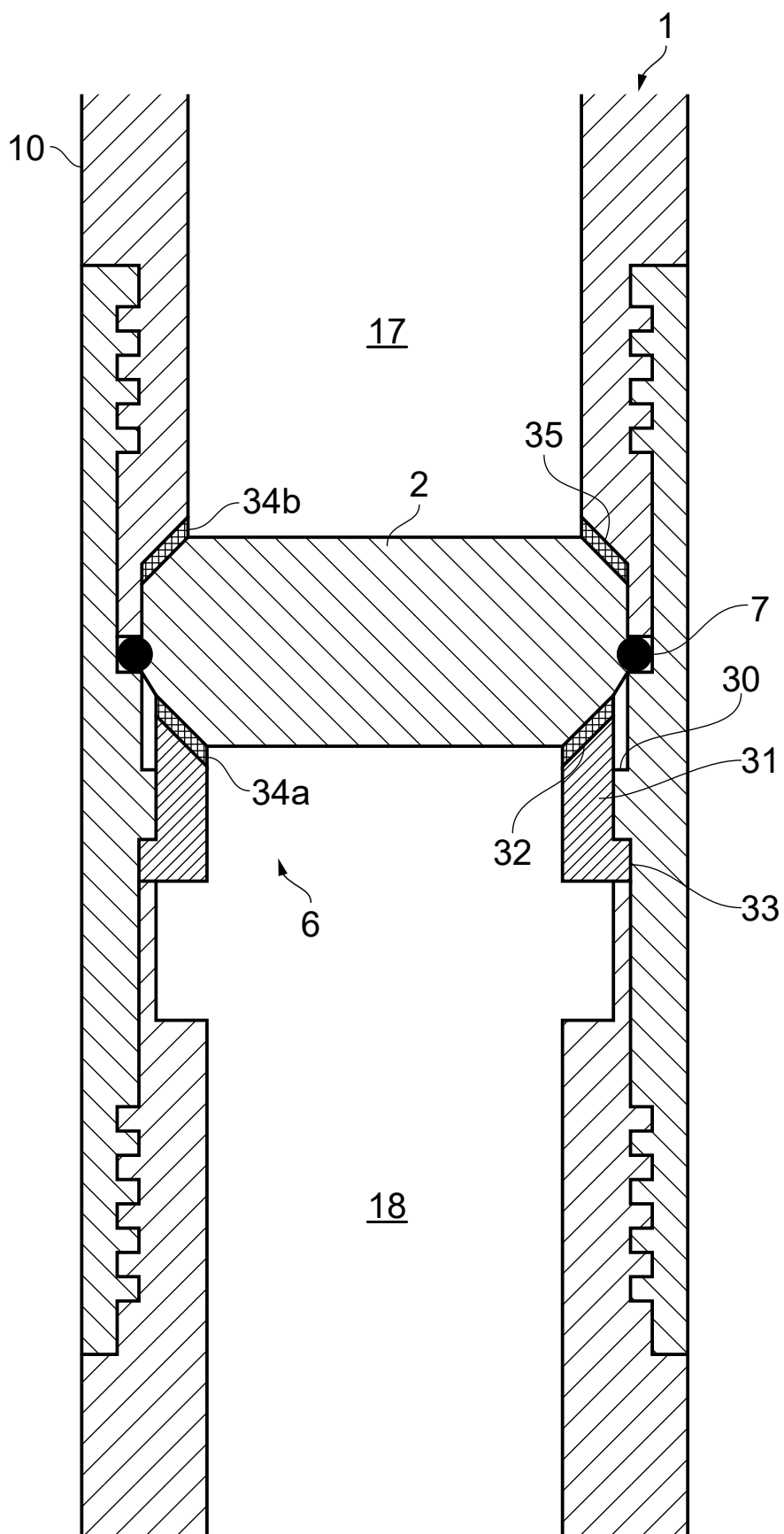


FIG. 11

8/13

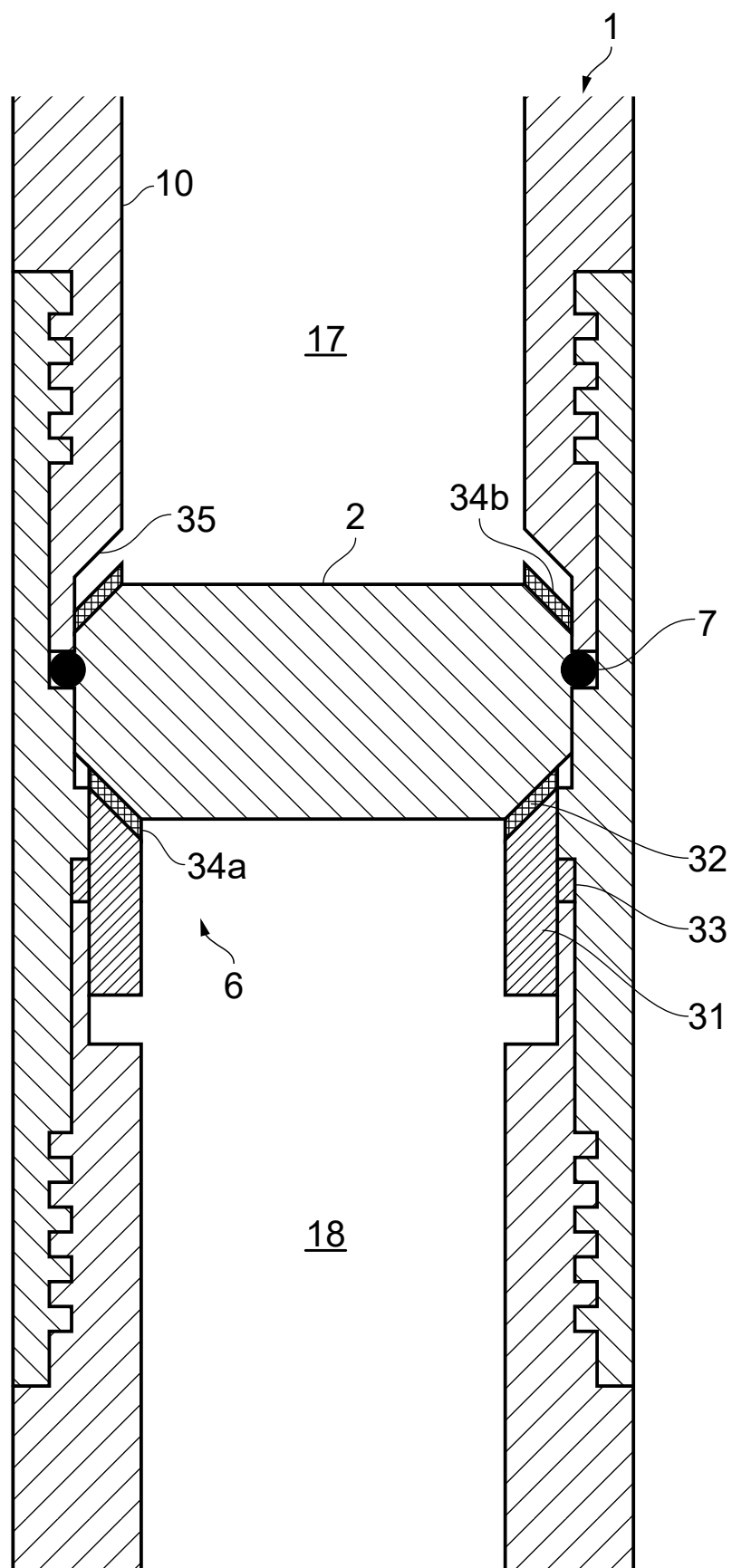


FIG. 12

9/13

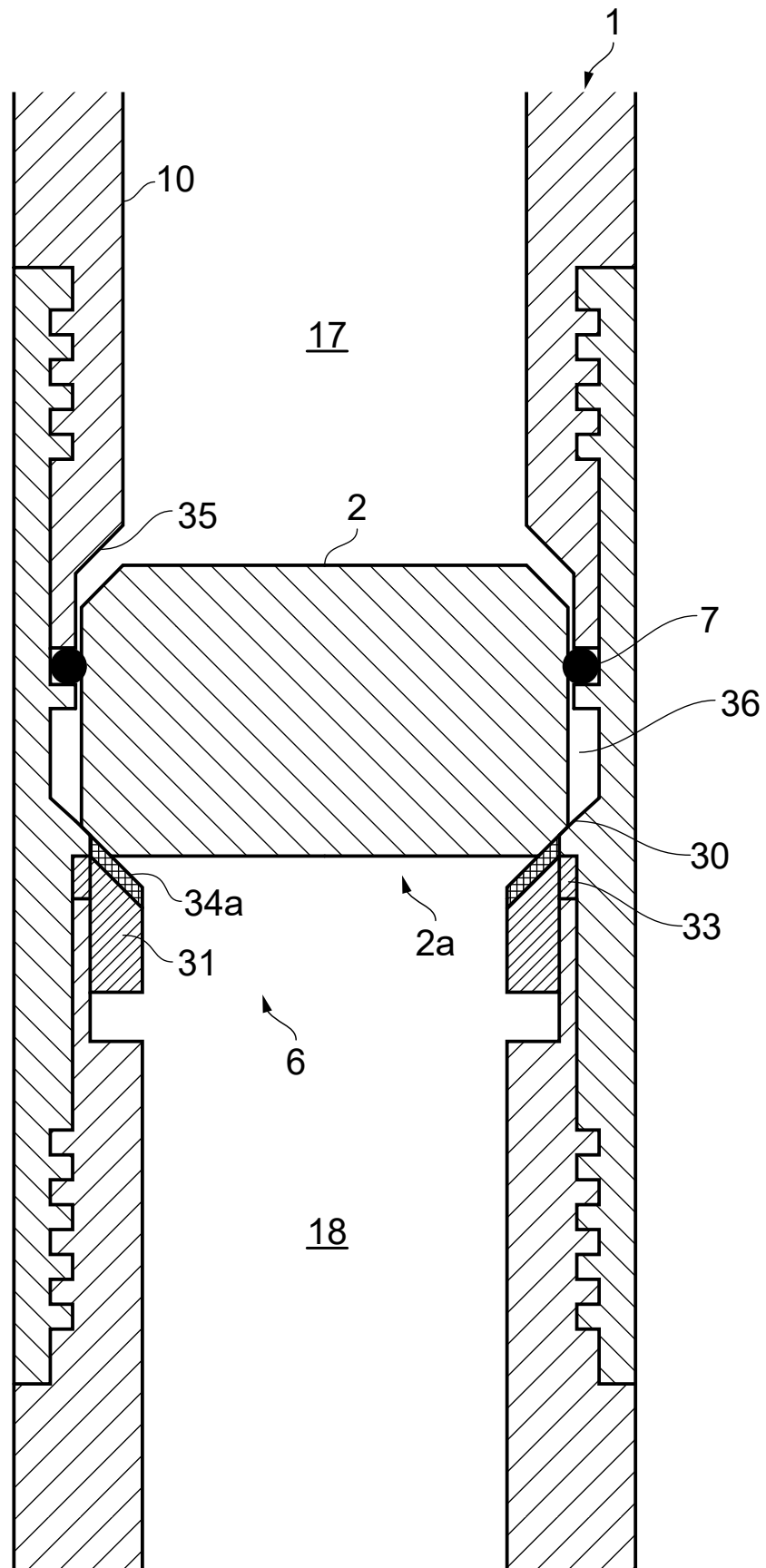


FIG. 13

10/13

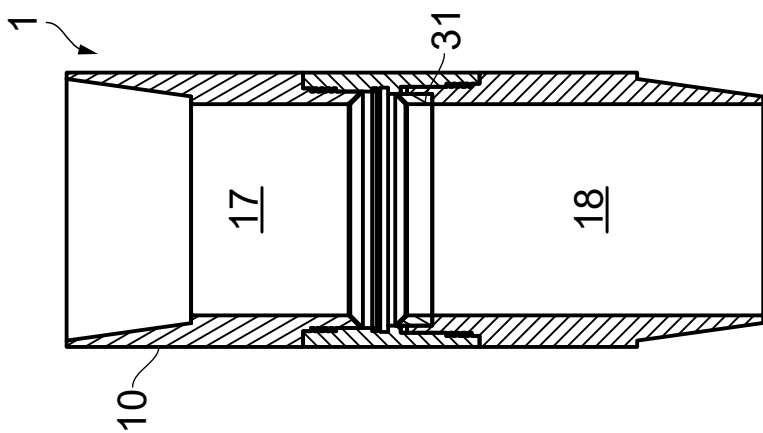


FIG. 17

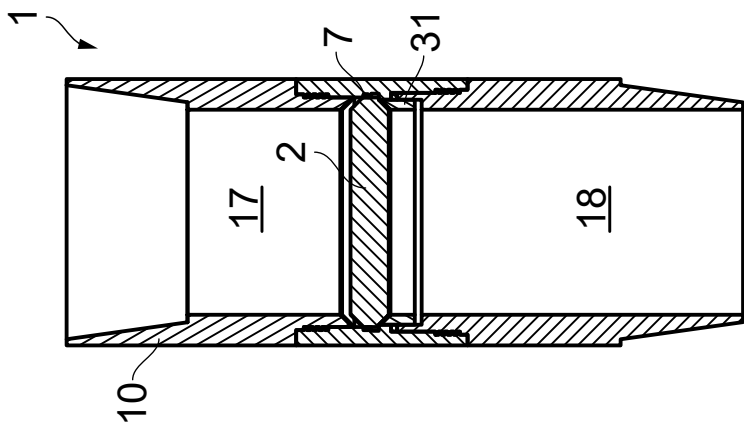


FIG. 16

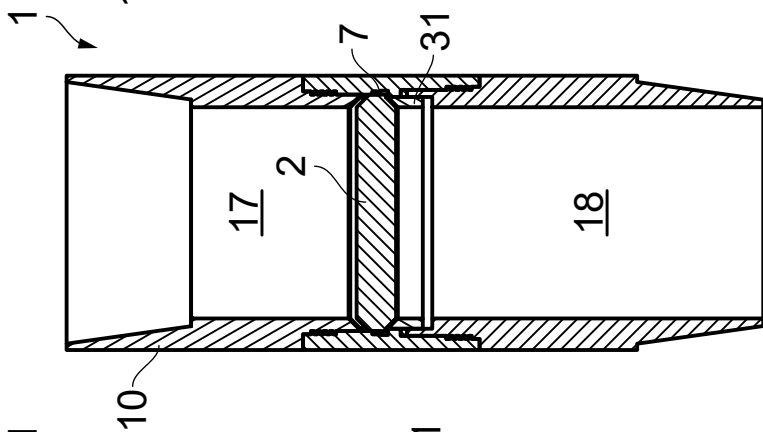


FIG. 15

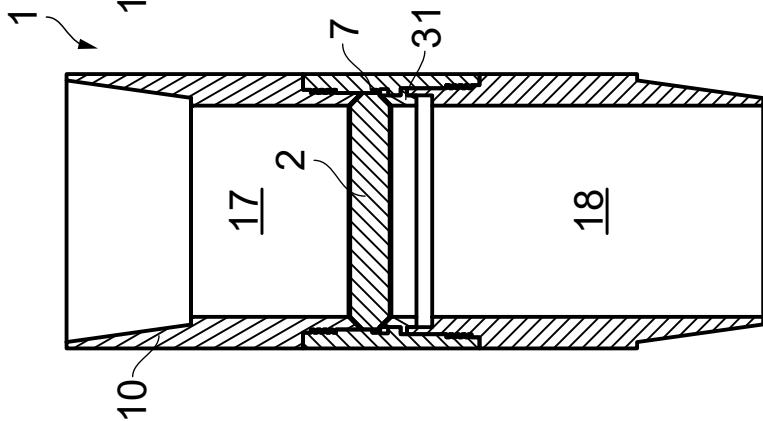


FIG. 14

11/13

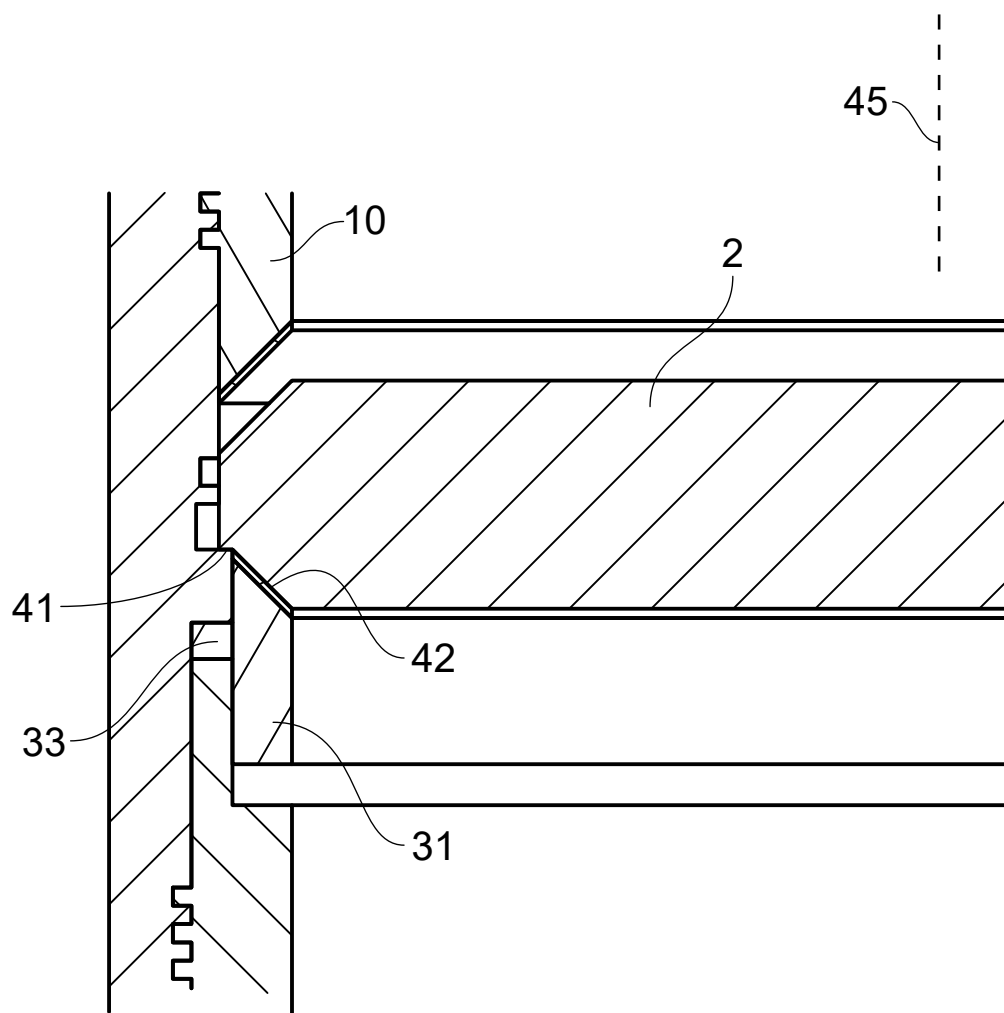


FIG. 18

12/13

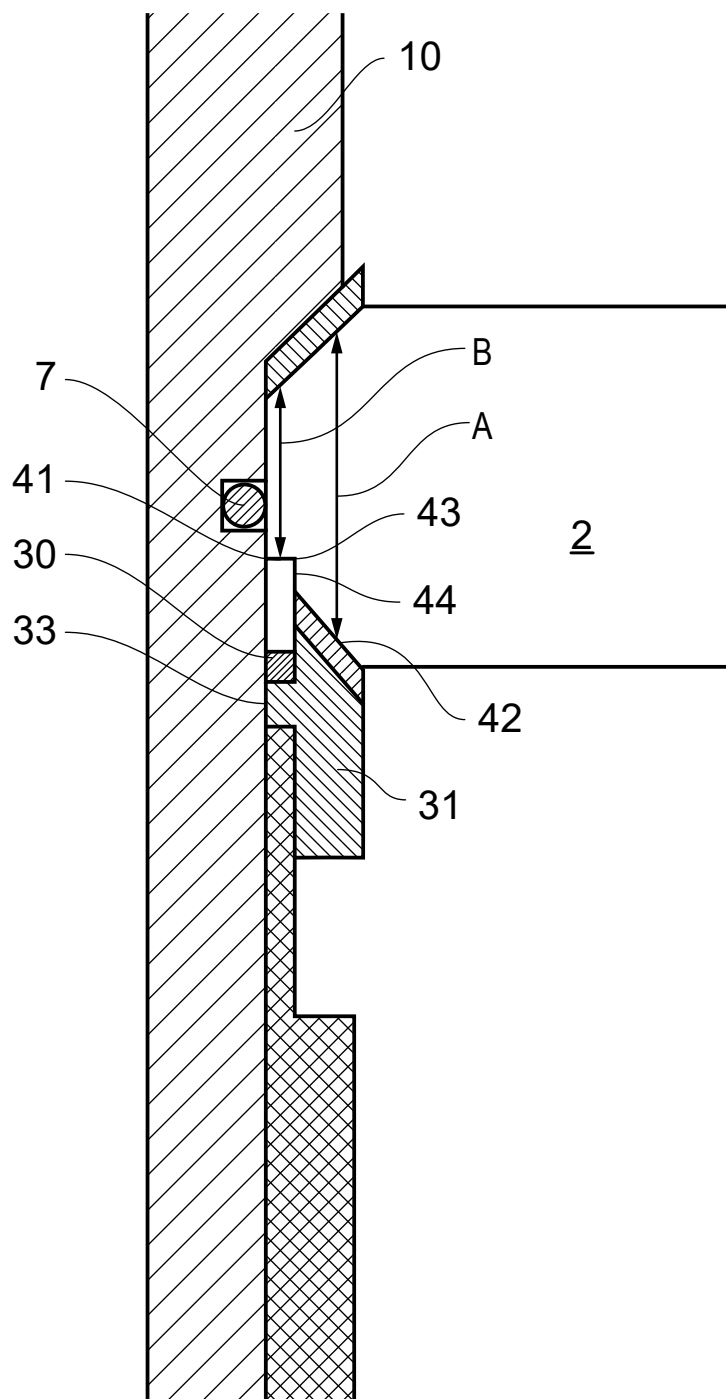


FIG. 19

13/13

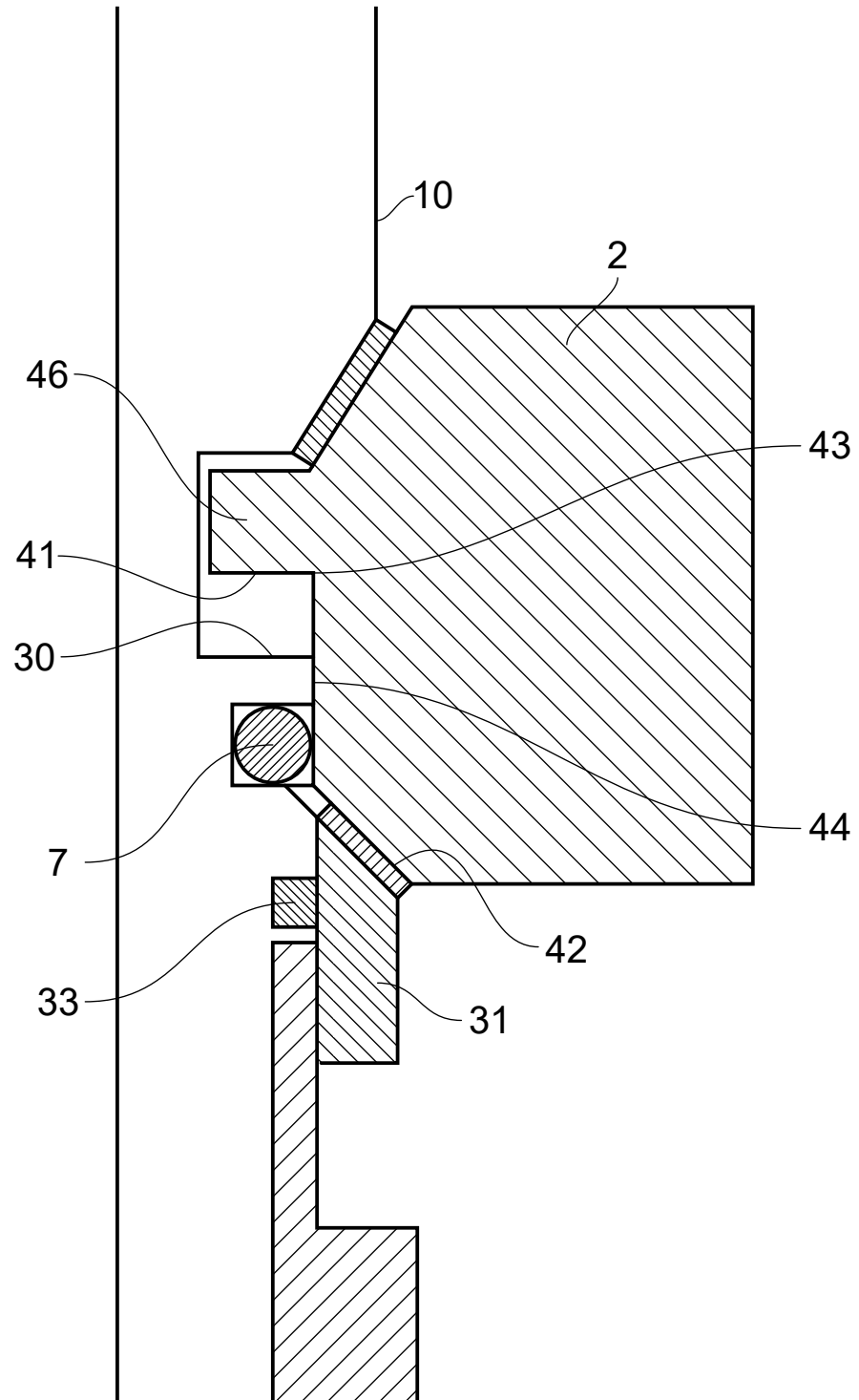


FIG. 20