



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **328429**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

G01V 11/00 (2006.01)

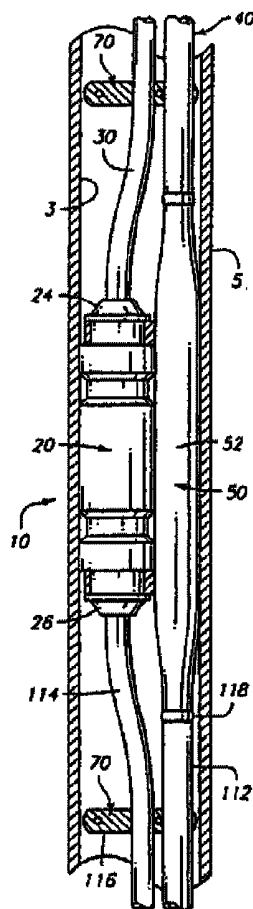
E21B 47/01 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20004506	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	1999.03.08 PCT/US99/05123
(22)	Inng.dag	2000.09.08	(85)	Videreføringsdag	2000.09.08
(24)	Løpedag	1999.03.08	(30)	Prioritet	1998.03.11, US, 38856
(41)	Alm.tilgj	2000.11.13			
(45)	Meddelt	2010.02.15			
(73)	Innehaver	Seismic Reservoir 2020 Ltd, Suite 1900, 520 - 5th Avenue SW, ABT2P3R7 CALGARY, CA			
(72)	Oppfinner	Bjørn N. P. Paulsson, Fullerton, CA, US			
(74)	Fullmektig	Oslo Patentkontor AS, Postboks 7007 Majorstua, 0306 OSLO			

(54)	Benevnelse	Nedihulls seismisk deteksjonsanordning med mottakere festet til et kveilerør
(56)	Anførte publikasjoner	US 5027918 A
(57)	Sammendrag	

Foreliggende oppfinnelse vedrører fastklemming av en mottakerrekke (100) ved hjelp av pakningselementer som er fremført av kveilerør. Mottakerrekken (100) er tilpasset opptak i et borehull (4), og er derfor spesielt egnet for borehullsseismologi. Mottakerrekken har flere mottakere (20), for eksempel 3-komponents geofoner som er forbundet med hverandre ved hjelp av en signalkabel (30). Apparatet er ytterligere forsynt med en fluidkanal (40) som forløper hovedsakelig parallelt med signalkabelen (30), idet fluidkanalen har ekspanderende seksjoner (50) som befinner seg ved siden av mottakerne (20). De ekspanderende seksjoner (50) ekspanderer som respons til en økning av fluidtrykket i fluidkanalen (40) og forbinder den tilknyttede mottaker (20) slik at den presses inn i en koplet eller fastklemt kontakt med foringen av brønnboringen (5).



Oppfinnelsens område

Foreliggende oppfinnelse vedrører geofysiske, seismiske mottakere og nærmere bestemt nedihulls, geofysiske mottakerrekker.

5

Oppfinnelsens bakgrunn

Borehullsseismologi er et nytt felt innen seismologien. I tradisjonell seismologi befinner både en kilde og følerne seg ved overflaten eller så befinner mottakeren seg nedihulls mens kilden befinner seg på overflaten. I borehullsseismologi posisjoneres kilden i et borehull mens mottakerne enten kan være på overflaten eller fortrinnsvis i et borehull. Sistnevnte løsning er kjent som "kryssbrønnsseismologi". Borehullsseismologi er spesielt egnet for å bestemme tilstanden til et eksisterende reservoar, for å følge historien til et produserende reservoar og for å utforske potensielle nye reservoarer. Borehullsseismologi gjør det også mulig å rutinemessig nedtegne skjærbølger, noe som tillater kartlegging av litologien til olje- og gassreservoarer.

20

En begrensende faktor i borehullsseismologi er mangel på mottakerrekker for borehull som tilveiebringer det tette, romlige prøveuttak som kreves for å bruke de høye seismiske frekvenser som er mulig ved den konsoliderte geologiske formasjon. Skjærbølger (S) har for eksempel bare halve bølgelengden til kompresjonsbølger (P), noe som ytterligere øker behovet for tett, romlig prøveuttak. Nedtegningen av kompresjonsbølger så vel som polariserte skjærbølger gjør det mulig å kartlegge de mekaniske egenskaper til olje- og gassreservoarer, så vel som å kartlegge og skjelne mellom forskjellige fluider og litologiens virkning. Denne informasjon kan også brukes for å kartlegge forskjellige feltspenninger, som er den primære kilde for varierende gjennomtrengelighet i et reservoar. Store signal-til-støyforhold i tillegg til en tett, romlig prøveuttakning, vil ytterligere tillate direkte bruk av demping av kompresjons- og skjærebølger for karakterisering av olje- og gassreservoarer. Denne kombinasjon av seismiske målinger vil gjøre det mulig å trekke ut

mye mer informasjon om olje- og gassreservoarer. For å nedtegne og samle denne ønskede mengde målinger fra borehullsseismologi behøves en seismisk mottakerrekke som kan utplasseres i et borehull og som har evnen til å detektere både

5 kompresjons- og skjærbølger, så vel som å overføre denne informasjon fra borehullet til overflaten, der den kan samles og/eller behandles ytterligere. Borehullsmiljøet gjør det imidlertid vanskelig å nedtegne nyttig seismisk informasjon for borehullsseismologi. Å senke ned en rekke hydrofoner i

10 et borehull er ikke tilstrekkelig for å nedtegne dataene som er nødvendige for nyttig borehullsseismologi. Hydrofoner er utsatt for nedtegningsenergi fra rørbølgestøy som kan forkludre nyttige seismiske signaler. Hydrofoner er ubrukelige i gassfylte brønner da gassfluidet i borehullet ikke leder

15 energien fra borehullet til hydrofonen.

Det som derfor behøves er en mottaker som kan brukes for borehullsseismologi. Nærmere bestemt er det som behøves en mottakerrekke som kan plasseres i et borehull og som kan

20 nedtegne skjær- og kompresjonsbølger som er nyttige for å karakterisere reservoaret og som kan overføre de mottatte opplysninger til et sted på overflaten der de kan anvendes.

Fra US-patent 5 027 918 er det kjent en seismisk deteksjonsanordning for bruk i et borehull. Deteksjonsanordningen omfatter mottakere, signalkabel og fluidkanal med en ekspanderende seksjon ved hver mottaker.

25

Kort omtale av tegningsfigurene

30 Foretrukne utførelser av oppfinnelsen er beskrevet nedenfor under henvisning til de vedføyde tegninger.

Fig. 1 er et overblikk som viser en utførelse av en mottakerrekke utplassert i et borehull i et reservoar.

35

Fig. 2 er et sideriss som viser en utførelse av et parti av en mottakerrekke utplassert i et borehull.

Fig. 3 er et utsnitt av mottakerrekken vist på fig. 2.

Fig. 4 er et utsnitt av et ekspanderende delkoplingsstykke som kan brukes i foreliggende mottakerrekke.

5

Fig. 5 er et utsnitt av et ekspanderende delkoplingsstykke som kan brukes i foreliggende mottakerrekke.

10 Fig. 6 er et sideriss som viser mottakerrekken på fig. 10 i en aktivert posisjon der mottakeren er koplet til borehullsveggen.

Fig. 7 er en alternativ utførelse av mottakerrekken vist på fig. 2.

15

Fig. 8 er et grunnriss av mottakerrekken vist på fig. 7.

Fig. 9 er et utsnitt av en posisjoneringsinnretning som kan brukes i foreliggende mottakerrekke.

20

Fig. 10 er et grunnriss av en posisjoneringsring for å holde posisjonen av mottakeren i forhold til det ekspanderende element.

25 **Sammenfatning av oppfinnelsen**

Ifølge oppfinnelsen er det angitt et apparat for detektering av geofysisk energi. Omfanget av oppfinnelsen fremgår av de etterfølgende patentkrav.

30 Apparatet har en mottaker som er innrettet for å motta geofysisk energi, idet energien er særpreget ved bestemte karakteristikker som er tilknyttet geofysisk energi. Mottakeren omdanner den geofysiske energi til et signal som er representativt for i hvert fall én karakteristikk av den geofysiske energi. Innretningen omfatter ytterligere en signal-
35 overførende innretning som er innrettet for å motta signalet fra mottakeren og føre det videre til et fjerntliggende sted. Apparatet omfatter ytterligere en fluidkanal som er

innrettet for å inneholde et trykksatt fluid. Fluidkanalen har en ekspanderende seksjon som er posisjonert i nærheten av mottakeren. Den ekspanderende seksjon reagerer på en økning av trykket i fluidkanalen, noe som får den ekspanderende del til å ekspandere og presse mot mottakeren. Mottakeren vil dermed bli presset mot innsiden av en brønnboring for å oppnå en ønsket kopling mellom mottakeren og en brønnboring.

Systemet beskrevet i dette skrift tilveiebringer 1) et lite mottakerhylster, 2) mottakerhylster av lav vekt, 3) høy klemmekraft fra det ekspanderende element, og 4) et forhold mellom klemmekraft og vekt som er stort.

Detaljert beskrivelse av en foretrukket utførelse ifølge oppfinnelsen

Et apparat for detektering av geofysisk energi er beskrevet i dette skrift. Apparatet omfatter en mottaker, en signaloverføringsinnretning og en fluidkanal som har en ekspanderende del i nærheten av mottakeren. En økning av fluidtrykket i fluidkanalen får den ekspanderende del til å ekspandere slik at den presser mot mottakeren for å øke koplingen mellom mottakeren og en fast flate, noe som tillater forbedret signalmottak av mottakeren. De ekspanderende seksjoner kan regnes som pakningselementer ved bruk i et borehull.

Apparatet omfatter fortrinnsvis flere mottakere og en felles fluidkanal, der den felles fluidkanal har flere ekspanderende seksjoner som befinner seg i nærheten av hver mottaker slik at en økning av trykket i fluidkanalen fører til en hovedsakelig samtidig ekspansjon av alle de ekspanderende seksjoner. Når mottakerrekken for eksempel befinner seg i et borehull, kan de ekspanderende seksjoner dermed alle aktiveres hovedsakelig samtidig slik at mottakerne koples til brønnboringen hovedsakelig samtidig. Fluidkanalen kan tilvirkes av rør, så som produksjonsrør. Fluidkanalen omfatter mer foretrukket kveilerør som er anordnet mellom de ekspanderende seksjoner. Kveilerør er rør som kan utføres fra en spole som vist på fig. 1. Apparatet kan dermed i denne

utførelse beskrives som en fastklemt mottakerrekke som bruker opp tetningselementer som er nedført av kveilerør.

I foreliggende oppfinnelse av mottakerrekken kan et stort antall mottakere koples sammen over en lang strekning, for eksempel 1000 meter (m) eller mer. Når mottakerrekken utplasseres i et borehull, er det fortrinnsvis tilveiebrakt en bæremekanisme som bærer vekten av mottakerrekken mens den er i en utilkoplet posisjon. En utførelse av oppfinnelsen beskrevet i dette skrift innbefatter strekkelementer som eliminerer behovet for en separat bæremekanisme for å bære vekten av apparatet i en brønnboring. Når mottakerrekken utplasseres i en brønnboring, vil normalt lokale mottakere og den ytre flate av den ekspanderende seksjon i nærheten i mottakeren utsettes for lokale trykk i brønnboringen. En metode som bevirker til at den ekspanderende seksjon ekspanderer og beveger mottakeren til kontakt med brønnboringssveggen er å øke trykket i fluidkanalen til et trykk som er større enn det rådende trykk i brønnboringen. Apparatet danner derfor en trykkforskjell som kopler mottakeren til brønnboringen. I en utførelse omfatter apparatet en strømnings- eller trykksikret ventil som befinner seg ved enden av fluidkanalen som er anbrakt i brønnboringen og bevirker til at de ekspanderende seksjoner responderer til en trykkøkning i fluidkanalen over det rådende trykk i brønnboringen.

Fig. 1 viser et eksempel på en mottakerrekke i et oversiktsbilde der mottakerrekken er utplassert i en brønnboring 5 i en jordformasjon 2. I utførelsen vist på fig. 1 kan apparatet 100 beskrives som en nedihulls, fastklemt mottakerrekke. Mottakerrekken 100 har et flertall mottakerseksjoner 10 med mottakere 20 forbundet ved hjelp av en felles signalkabel 30. Hovedsakelig parallelt med signalkabelen 30 går fluidkanalen 40. Fluidkanalen 40 har ekspanderende seksjoner 50 som befinner seg ved siden av mottakerne 20. Fluidkanalen 40 omfatter fortrinnsvis kveilerør slik at apparatet kan kveiles på en spole 40 som kan bæres av et fartøy 6, noe som tillater enkel transport og utplassering av apparatet i brønnbo-

ringen. Selv om den foretrukne utførelse viser et flertall mottakere og ekspanderende seksjoner i apparatet, forstås det at apparatet kan konstrueres og utplasseres ved hjelp av bare en enkelt mottaker og en enkel ekspanderende seksjon.

- 5 Som et eksempel kan en signalkabel 30 tilveiebringes med mellom 20 og 2000 mottakere som er adskilt med mellom 0,3 m og 60 m.

Fig. 2 viser en detalj av apparatet 10 med en enkel mottaker 20, en tilknyttet fluidkanal 40 og en ekspanderende seksjon 50 utplassert i en brønnboring med en foring 5. Apparatet omfatter fortrinnsvis ytterligere posisjoneringsinnretninger 70 som er egnet for posisjonering og beskyttelse av mottakeren 20 og fluidkanalen 40 i foringen 5. En midtstilling av 15 mottakeren 20 og fluidkanalen 40 i foringen 5 er fordelaktig for å redusere uønsket kontakt mellom disse komponenter mens apparatet 10 føres ned i foringen. En slik uønsket kontakt kan føre til skade på apparatet og blir forsøkt forhindret. Posisjoneringsinnretningen 70 kan også anvendes for å for- 20 binde signalkabelen 30 med fluidkanalen 40 for å redusere deres innbyrdes bevegelse. I en utførelse av oppfinnelsen der det bare anvendes en enkelt mottaker er signalkabeldelen 114 og fluidkanaldelen 112 terminert rett nedenfor posisjoneringsinnretningen 116. I en første variant av en utførelse 25 med en enkel mottaker er signalkabeldelen 114 og fluidkanaldelen 112 utelatt eller terminert rett under henholdsvis en andre mottakerende 26 og den andre ekspanderende seksjonsende 118.

30 I en ytterligere utførelse av apparatet kan flere mottakere 20 forbindes med signalkabelen 30 mellom ekspanderende seksjoner 50. Dvs at mottakerrekker der bestemte mottakere er utplassert uten dedikerte ekspanderende seksjoner.

35 Apparatets hovedkomponenter 10, vist på fig. 3, er mottakeren 20, signalkabelen 30, fluidkanalen 40 og den ekspanderende seksjon 50. Den ekspanderende seksjon 50 er forbundet med fluidkanalseksjonen 42 og 112 ved hjelp av ekspanderende

seksjonskopling 60. Apparatet 100 på fig. 1 kan ytterligere omfatte en orienteringsinnretning 170 som kan omfatte et gyroskopisk orienteringsapparat. Orienteringsinnretningen 154 er nyttig for å bestemme apparatets kompassretning i borehullet 5. I det følgende er hver komponent beskrevet i ytterligere detalj.

Mottakeren

Mottakeren 20 er en mottaker som er konfigurert til å motta geofysisk energi og nedtegne bestemte karakteristikkertilknyttet den geofysiske energi. Den geofysiske energi kan beskrives med karaktertrekk som frekvens, amplitude, polarisering og retningspropageringen av energibølgen som er tilknyttet den geofysiske energi. Mottakeren har fortrinnsvis følere 22 som kan omfatte 3-komponent eller 3-dimensjonale geofoner, også kjent som trekomponent geofoner. Slike geofoner nedtegner geofysisk seismisk energi som beveger i en vertikal retning og i en første og andre horisontal retning. Et eksempel på følere som brukes i en mottaker ifølge foreliggende oppfinnelse er 30 Hz 3-komponentgeofoner for et frekvensområde fra 10 Hz til 1000 Hz og som digitaliseres med en prøvehastighet på fra og med 2 ms til og med $\frac{1}{4}$ ms. I tillegg til 3-komponentføleren beskrevet, kan også 1, 2 eller 4-komponentsfølere også anvendes.

I et eksempel omfatter mottakeren 20 et hylster eller et hus 142 av polyuretan som har en diameter på 7 cm og en lengde på omtrent 30 til 36 cm. Geofonene 22 er fortrinnsvis anbrakt med epoksy i huset 142. Geofonene 22 er fortrinnsvis ytterligere anbrakt i en halvfast gummi/plastsammensetning for å absorbere varme- og trykkspenninger på geofonholderen 144. Geofonholderen 144 er fortrinnsvis anbrakt med R828 Epon epoksy, som er tilgjengelig fra Shell Chemical Company.

Mottakeren 20 holdes i en bestemt posisjon i forhold til den ekspanderende seksjon 50 ved hjelp av posisjoneringsinnretning 70, som beskrevet nedenfor. Mottakeren 20 på fig. 3 omfatter fortrinnsvis ytterligere en plasseringsring 156 som

er konfigurert til å hindre mottakeren 20 fra å bevege seg lateralt i forhold til fluidkanalen 40. Plasseringsringen 156, vist i detalj på fig. 10, omfatter en åpning 160 for mottakeren 20, og et konkavt parti 158 for den ekspanderende seksjon 50.

Signalkabel

Som respons til geofysisk energi mottatt fra føleren 22, danner mottakeren 20 et signal som så kan sendes til et fjerntliggende sted, så som et sted på overflaten der signalet enten kan nedtegnes eller viderebehandles. En innretning for overføring av signalet kan omfatte signalkabelen 30 på fig. 3. Andre signaloverførende innretninger kan anvendes, så som radiooverføring. Signalene kan overføres til opptakeren 172 på fig. 1.

Signalkabel 30 omfatter ytterligere en signalleder 36. Eksempler på signalledere 36 er metalledninger eller optiske fibre. I en mottakerrekke med 80 3-komponent mottakere som resulterer i 240 kanaler for dataoverføring, ble det brukt en 256, snodd parkabel som signalleder. De snodde parene bestod av nr. 28 vaier med en tynn, flettet skjerm rundt bunten. Vaierene ble belagt med en dobbel kopolymer/polypropolenisolasjon klassifisert til 176°C (350°F). Kabelen hadde en dobbel, ekstrudert polyuretankappe, idet hvert lag hadde en tykkelse på 2,3 mm. Signalkabelen i eksempelet omfattet ytterligere et sentralt styrkeelement av Kevlar med en bruddstyrke på 1600 kg.

Signalkabel 30 kan være en analog kabel med hver føler 22 fastkoplet direkte til det fjerntliggende sted (for eksempel overflaten). Alternativt kan føleren 22 digitaliseres lokalt hvorpå de digitale data eller det digitale signal kan multiplakses og sendes til det fjerntliggende sted ved hjelp av multiplekssignalledere 36. Fordelen med å bruke multiplekssignalledere er at et lavere antall signalledere er påkrevet. I eksempelet beskrevet i dette skrift, der 240 følere ble anvendt, ble det for eksempel brukt 256 snodde par. Der-

som følerne er forsynt med digitaliserere for å digitalisere signalet og fire signalkanaler ble brukt, kan et snodd, 64 pars signallederarrangement anvendes. Bruken av optiske fibre kan senke antallet signalledere ytterligere.

5

Fluidkanal

Fluidkanal 40 på fig. 3 er brukt for å overføre et fluid til den ekspanderende seksjon 50. Fluidet kan brukes for å ekspandere den ekspanderende seksjon 50 som bevirker til at mottakeren 20 presses opp mot den indre vegg 3 av borehullsforingen 5. Dette er vist grafisk på fig. 6 der mottakeren 20 er presset mot den indre sidevegg 3 som følge av ekspansjonen til den elastiske hylse 52 som danner en del av den ekspanderende seksjon 50 og fluidkanalen 40.

15

I en utførelse omfatter fluidkanal 40 et kontinuerlig stykke viklet rør som har elastiske, ekspanderende hylser, så som gummi-blærer, posisjonert ved utsiden av røret ved den ekspanderende seksjon 50. I de posisjonene der gummi-blæren er posisjonert ved kveilerøret, er røret tilveiebrakt med hull slik at fluidet i fluidkanalen kan tvinges ut av fluidkanalen og dermed bevirke til at gummi-blæren 52 ekspanderer og presser mottakeren 20 mot foringen 5. I denne utførelse er gummi-blæren 52 festet til kveilerøret ved hjelp av metallstrimler 154 på fig. 4. Fluidkanal 4 kan omfatte et standardrør eller et kveilerør.

25

Et kveilerør er et foretrukket materialvalg for fluidkanalen 40, da fluidkanalen dermed kan utplasseres i en kveilerør-sindustririgg som angitt på fig. 1. Slike rigger tillater at røret blir kveilet på en spole i stedet for å bli sammensatt av individuelle, rette rørlengder. Dette tillater en enklere utplassering av apparatet i felten. Kveilerøret er fortrinnsvis fra omtrent 2,3 cm til 7,9 cm (0,9 tommer til 3,1 tommer) i diameter. Den eneste praktiske grense på lengden av kveilerør som kan anvendes er vekten som nå bæres av kveilerøret når det utplasseres i et borehull. Kveilerørslengder på 9000 m og mer kan anvendes i apparatet angitt

35

i dette skrift.

I en første utførelse av fluidkanalen 40 angitt ovenfor er en elastisk hylse 52 anbrakt rundt den ytre diameter av et
5 kontinuerlig stykke kveilerør. I en foretrukket utførelse brukes ikke-kontinuerlige segmenter av kveilerør mellom de ekspanderende seksjoner 50. De ekspanderende seksjoner er fortrinnsvis forsynt med en elastisk hylse 52 som har en uoppblåst ytre diameter som er omtrent lik den ytre diameter
10 av kveilerør 52. På denne måte kan det opprettholdes en konstant diameter for fluidkanal 40, noe som letter oppkveilingen av fluidkanalen, idet det forstås at en elastisk hylse 52 med en ytre diameter større enn den ytre diameter av kveilerøret 42 ikke vil kunne sammenkveiles på en jevn, kontinuerlig måte.
15

Mest foretrukket omfatter fluidkanalen 40 ytterligere en ekspansjonseksjonkopling 60 som fordelaktig omfatter et ekspansjonseksjonstrekelement 54.

20

Posisjoneringsinnretning

En posisjoneringsinnretning 70 vist på fig. 3, som kan brukes i utførelsen beskrevet i dette skrift, er vist i ytterligere detalj på fig. 9. Fig. 9 viser et grunnriss av posisjoneringsinnretningen 70 på fig. 3. Posisjoneringsinnretningen 70 omfatter en første halvdel 144 og en andre halvdel 146 som er koplet sammen ved hjelp av festeorganer 148 og 150, som kan omfatte gjengede organer. Når den første halvdel 144 og den andre halvdel 146 er koplet sammen, definerer
25 de en første åpning 152 som kan oppta fluidkanal 40 på fig. 6 og en andre åpning 153 som kan oppta signalkabelen 30. På dette vis kan fluidkanalen 40 holdes i forhold til signalkabelen 30 og dermed mottakeren 20. Dette gjør det mulig for mottakeren 20 å bli holdt i en nøyaktig posisjon i forhold
30 til den ekspanderende seksjon 50.
35

I tillegg til å posisjonere mottakeren i brønnboringen, demper posisjoneringsinnretningen også støy i brønnboringen

("rørbølger") som ledes av foringen 5 på fig. 1.

Foretrukket utførelse av den ekspanderende seksjon

Fig. 4 viser en detalj av den øvre ende 122 av den ekspanderende seksjon 50 av fluidkanalen 40 vist på fig. 3. Den ekspanderende seksjon 50 omfatter en ekspanderende hylse 52 som fortrinnsvis er elastisk. Hylsen kan være tilvirket av et hvert materiale som har en tendens til å ekspandere når det utsettes for et differensialtrykk og som returnerer til sin originale størrelse og form når det påførte trykk fjernes. Den elastiske hylse 52 kan også beskrives som en gummi-blære. Et foretrukket konstruksjonsmateriale er en nitrilelastomer. Mer foretrukket er den elastiske hylse 52 tilvirket av nitril med en hardhet tilsvarende duro 60. Et alternativt konstruksjonsmateriale for den elastiske hylse 52 er viton med en hardhet tilsvarende duro 60.

Den elastiske hylse 52 er koplet til hovedkveilerørsseksjon 42 av fluidkanalen 40 ved hjelp av ekspansjonseksjonskopling 60. Ekspansjonseksjonskopling 60 omfatter kveilerørsende-beslag 62 og ekspansjonseksjonskoplingsende-beslag 64. Ekspansjonseksjonskopling 60 omfatter ytterligere fortrinnsvis og fordelaktig ekspansjonseksjonsstrekkelement 54. Kveilerørs-ende-beslag 62 er fast koplet til det primære kveilerør 42. En metode for en slik fastkopling er å senke enden av kveilerør 42 over kveilerørsende-beslaget 62. En annen metode er å feste kveilerøret 42 til ende-beslaget 62 ved sveising. O-ringer 66 og 68 er fortrinnsvis tilveiebrakt for å danne en fluidtetning mellom kveilerøret 42 og kveilerørsende-beslaget 62.

Ekspansjonseksjonsstrekkelementet 54 holdes fast mot ekspansjonseksjonsende-beslag 64 ved hjelp av en egnet metode som et senkebeslag. O-ringene 63 og 65 anvendes for å tilveiebringe en fluidtetning mellom ekspansjonseksjonsstrekkelement 54 og ekspansjonseksjonskoplingsende-beslag 64. Kveilerørsende-beslag 62 koples fast ved hjelp av ekspansjon-

seksjonsendebe­slag 64 ved hjelp av for eksempel gjenger 69.

Den ekspanderende hylse 62 er fortrinnsvis anordnet rundt den ytre diameter av ekspansjonseksjonsstrekkelement 54 og det eksponerte parti av ekspansjonseksjonsstrekkelement 54 og det eksponerte parti av ekspansjonseksjonskopplingsendebe­slag 64. Den ekspanderende hylse 62 holdes fast i denne posisjon ved hjelp av en metallstrimmel 154 som kan tilvirkes av rustfritt stål. På denne måte tilveiebringer fluidkanal 40 et kontinuerlig styrkeelement som bærer apparatet når det utplasseres i for eksempel en brønnboring. Som vist på fig. 4 tilveiebringer dette også en konstant ytre diameter for fluidkanalen 40.

Under drift kan fluidet i fluidkanal 40 føres inn i ekspansjonseksjonskopling 60 gjennom fluidpassasje 101 som er anordnet i kveilerørsendebe­slag 62. Ekspansjonseksjonskopplingsendebe­slag 64 er likeledes forsynt med en fluidpassasje 124 som tillater fluidet å passere inn i ekspansjonseksjonsstrekkelement 54. Ekspansjonseksjonsstrekkelement 54 er fortrinnsvis en kveilerørsseksjon. I et eksempel er kveilerørsseksjon 42 et 3,8 cm (1,5 tomme) diameter kveilerør, og ekspansjonseksjonsstrekkelement 54 er en 2,5 cm (1 tomme) diameter kveilerørsseksjon.

25

Det hule røret brukt som ekspansjonseksjonsstrekkelement 54 er fortrinnsvis forsynt med hull 56 som tillater fluid å passere fra fluidkanalen til rommet 110 mellom den ytre diameter av ekspansjonseksjonsstrekkelement 54 og den elastiske hylse 52. Når fluidtrykket i fluidkanalen økes over trykket på utsiden av den ekspanderende hylse 52, vil den ekspanderende hylse ekspandere utover og dermed presse mot mottakeren 20 på fig. 3 og bevirke til at mottakeren 20 beveger seg mot den indre vegg 3 av foringen 5.

Fig. 5 viser et utsnitt av ekspansjonseksjonskoplingen 60 på fig. 4. Den øvre ende 122 og den nedre ende 124 er vist med

hensyn til tilsvarende øvre og nedre ende på fig. 3. Ekspansjonseksjonskopling 60 har et første ekspansjonseksjonskopplingsendebe-
 slag 64 og et andre ekspansjonseksjonskopplingsendebe-
 slag 61. Nedsenket rundt eller sveiset
 5 til hver av ekspansjonseksjonskopplingsendebe-
 slagene er eks-
 pansjonseksjonsstrekkelement 54 som her omfatter en 2,5 cm i
 diameter (1 tomme), hul kveilerørsseksjon 54. Gjengene 69 i
 det første ekspansjonseksjonskopplingsendebe-
 slag 64 er for-
 delaktig tilveiebrakt i en første retning, mens gjengene 106
 10 i det andre ekspansjonseksjonskopplingsendebe-
 slag 61 er til-
 veiebrakt i en andre retning. Gjengen 69 kan for eksempel
 være høyrehåndsgjenger mens gjengene 106 kan være venstre-
 håndsgjenger. I dette eksempel kan ekspansjonseksjonskopling
 60 roteres i en enkelt retning slik at den griper inn med
 15 kveilerørsendebe-
 slag på hver ende av ekspansjon-
 seksjonskoplingen 60. Når ekspansjonseksjonskopling 60 rote-
 res i den motsatte retning vil kveilerørsendebe-
 slagene på
 hver ende av ekspansjonseksjonskoplingen 60 løsne fra kop-
 lingen. Dette har den fordelaktige virkning at ekspansjon-
 20 seksjoner 50 kan fjernes fra fluidkanal 40 uten behov for å
 rotere den ene eller andre enden av fluidkanalen 40 med hen-
 syn til ekspansjonseksjon 50. Dette fordelaktige trekk kan
 anvendes eksempelvis for å erstatte ekspanderende hylser 52
 som blir skadet eller slitt under bruk.

25

Den ytre hylse

I enda en annen utførelse kan signalkabelen 30, mottakerne
 20 og fluidkanalen 40 opptas i et andre kveilerør 130. Dette
 er vist på sideriss fig. 7 og tverrsnittet fig. 8. Når de
 30 ekspanderende seksjoner 50 i fluidkanalen 40 ekspanderer,
 vil mottakerne 20 dyttes ut av det sekundære kveilerør 30 og
 i kontakt med den indre vegg 3 av foringen 5. I denne utfø-
 relse fungerer det sekundære kveilerør 130 hovedsakelig som
 en beskyttende, ytre hylse der apparatet 10 er beskyttet til
 35 apparatet skal aktiveres i borehullet. Når trykket i den
 ekspanderende seksjon 50 reduseres, vil mottakerne 20 og
 signalkabelen 30 trekke seg tilbake i det sekundære kveile-
 rør 130.

Drift

På fig. 1 er som beskrevet tidligere apparatet fortrinnsvis igangsatt ved å blåse opp de ekspanderende seksjoner 50 slik at mottakerne 20 presses mot foringen. Dette kan oppnås ved
5 å øke trykket i fluidkanalen 50 til et trykk som er høyere enn trykket i brønnboringen 4, noe som bevirker til at de ekspanderende seksjoner ekspanderes. I en første utførelse kan fluidkanalen 40 inneholde et statisk fluid med et trykk som opprettholdes av en trykkkilde 7 på fig. 1, for eksempel
10 en pumpe eller en kompressor.

Mer foretrukket sirkuleres et fluid i fluidkanalen 40. I denne utførelse er den nederste ende 126 av fluidkanalen 40 forsynt med en strømningsbegrenser 15. Strømningsbegrenseren
15 kan omfatte en ventil som er utformet til å lukke når trykket i fluidkanalen stiger til et bestemt, forhåndsvalgt trykk. Mer foretrukket omfatter strømningsbegrenseren 15 en sikringslastventil som er konfigurert til å lukke ved et forhåndsbestemt differensialtrykk mellom trykket i fluidka-
20 nalen 40 og brønnboringen 4. Apparatet 100 kan aktueres ved å øke fluidtrykket i fluidkanalen 40, for eksempel ved hjelp av fluidtrykkilden 7. Sikringslastventilen 15 tilveiebringer fordelaktig en hurtigvirkende respons til trykkøkninger i fluidkanalen 40. Når de ekspanderende seksjoner 50 er ak-
25 tuert, beveger mottakerne seg mot foringen 5 som vist på fig. 6. Når trykket i fluidkanalen 40 faller under et forhåndsvalgt trykkdifferensial med hensyn til trykket i brønnboringen 4, åpner sikringslastventilen seg og tillater at fluid sirkuleres gjennom fluidkanalen 40.

30 Når apparatet er utplassert i et reservoar der borehullet er fylt med et væskefluid, er det foretrukket å bruke det samme væskefluid i fluidkanalen som arbeidsfluidet for å ekspandere de ekspanderende seksjoner. Dette vil tilveiebringe et trykkbalansert system før ventilen lukkes. Dette er kritisk
35 med hensyn til den riktige funksjon av pakningene. I andre applikasjoner kan apparatet utplasseres i brønnboringen som inneholder et gassfluid, så som i et naturgassfelt. I denne

applikasjon er det foretrukket å bruke et gassfluid i fluidkanalen som det arbeidende fluid for å ekspandere de ekspanderende seksjoner.

5 Industriell anvendbarhet

Foreliggende oppfinnelse er egnet for borehullsseismologi og nærmere bestemt i tverrbrønnsseismologi der en energikilde er plassert i et første borehull og mottakerne befinner seg i et andre borehull. Borehullsseismologi er spesielt egnet for å bestemme tilstanden til et eksisterende reservoar, for å følge historien til et produserende reservoar og avdekke potensielle, nye reservoarer. Borehullsseismologi gjør det også mulig å rutinemessig nedtegne skjærbølger som gjør det mulig å kartlegge litologien for olje- og gassreservoarer.

Foreliggende oppfinnelse gjør det mulig å plassere et stort antall mottakere i et borehull, noe som baner vei for den tette, romlige prøvefrekvens som kreves for å anvende de høye seismiske frekvenser som er mulig som følge av den konsoliderte geologiske formasjon. Oppfinnelsen er spesielt egnet for å hjelpe til med å nedtegne kompresjonsbølger så vel som polariserte skjermbølger, noe som gjør det mulig å kartlegge de mekaniske egenskaper av olje- og gassreservoarer, i tillegg til å kartlegge og skille mellom forskjellige fluider og virkninger av litologi. Denne informasjonen kan også brukes for å kartlegge differensielle feltspenninger, noe som er den primære kilde for differensiell permeabilitet i et reservoar. Foreliggende oppfinnelse forbedrer også signal/støyforholdene til mottatt seismisk energi ved å forbedre koplingen mellom mottakeren og borehullsveggen. Disse trekk tillater for direkte bruk av demping av kompresjons- og skjærbølger for karakterisering av olje- og gassreservoarer. Denne kombinasjon av seismiske målinger gjør det mulig å ekstrahere mye mer informasjon om olje- og gassreservoarer.

Oppfinnelsen er beskrevet med et språk som er mer eller mindre spesifikt med hensyn til strukturelle og metodiske

trekk. Det forstås imidlertid at oppfinnelsen ikke er begrenset til de bestemte trekk som er vist og beskrevet, idet de angitte organer omfatter foretrukne utførelser ifølge oppfinnelsen.

5

Oppfinnelsen er derfor angitt i enhver av sine utførelser eller modifikasjoner innenfor de vedføyde kravs egentlige ramme.

P a t e n t k r a v

1. Apparat for detektering av geofysisk energi, idet apparatet har en mottaker konfigurert for å motta geofysisk energi k a r a k t e r i s e r t ved flere egenskaper og å overføre nevnte geofysiske energi til et signal som er representativt for i hvert fall én egenskap av nevnte geofysiske energi,

idet apparatet videre har en signaloverføringsinnretning konfigurert til å motta nevnte signal og videreføre nevnte signal til et fjerntliggende sted, og

en fluidkanal konfigurert til å inneholde et trykksatt fluid, og hvor nevnte fluidkanal understøtter mottakerrekken fra det fjerntliggende stedet, og nevnte fluidkanal omfatter en ekspanderende seksjon som befinner seg nær nevnte mottaker, idet nevnte ekspanderende seksjon er definert av en ytre dimensjon og konfigurert til å øke nevnte ytre dimensjon og presse mot nevnte mottaker som respons til en økning av fluidtrykket i nevnte kanal.

20

2. Apparat ifølge krav 1, hvor nevnte signaloverføringsinnretning omfatter en signalkabel omfattende en signalleder, idet nevnte signalkabel er forbundet med nevnte mottaker.

25

3. Apparat ifølge krav 2, hvor nevnte signalleder omfatter en optisk fiber.

4. Apparat ifølge krav 1, hvor nevnte mottaker omfatter en 3-komponent geofon.

30

5. Apparat ifølge krav 1, hvor nevnte fluidkanal omfatter kveilerør og ved at nevnte ekspanderende seksjon omfatter et elastisk materiale.

35

6. Apparat ifølge krav 5, hvor nevnte fluidkanal er definert av en ytre fluidkanal diameter, der nevnte ekspanderende seksjon er definert av en

ytte ekspansjonseksjonsdiameter, og ved at nevnte ytte fluidkanaldiameter er hovedsakelig lik nevnte ytte ekspansjonseksjonsdiameter.

5 7. Apparat ifølge krav 5,
hvor nevnte elastiske materiale velges fra gruppen bestående
av nitrile eleastomerer og viton.

8. Apparat ifølge krav 7,
10 hvor nevnte nitrile elastomerer eller viton har en hardhet
av omtrent duro 60.

9. Apparat ifølge krav 1,
ytterligere omfattende et flertall adskilte mottakere, der
15 nevnte fluidkanal ytterligere omfatter flere adskilte, ekspanderende seksjoner, idet nevnte individuelle mottakere er posisjonert nær nevnte individuelle, ekspanderende seksjoner.

20 10. Apparat ifølge krav 9,
hvor nevnte fluidkanal ytterligere omfatter et flertall kveilerørsseksjoner, der individuelle kveilerørsseksjoner er anordnet mellom nevnte individuelle, ekspanderende seksjoner.

25 11. Apparat ifølge krav 1,
ytterligere omfattende en posisjoneringsinnretning som er festet til nevnte fluidkanal for posisjonering av nevnte mottaker i et borehull.

30 13. Apparat ifølge krav 10,
ytterligere omfattende et flertall ekspansjonseksjonskoplinger, idet individuelle ekspansjonseksjonskoplinger er anordnet mellom nevnte individuelle ekspanderende seksjoner og ved siden av nevnte individuelle kveilerørsseksjoner for å forbinde nevnte individuelle, ekspanderende seksjoner med nevnte individuelle kveilerørsseksjoner.

14. Apparat ifølge krav 13,

hvor nevnte individuelle ekspansjonseksjonskoplinger omfatter første ender som er forbundet med individuelle, første, ekspanderende seksjoner og individuelle, første kveilerørseksjoner, og andre ender som er forbundet med nevnte individuelle, første, ekspanderende seksjoner og individuelle, andre kveilerørseksjoner, der nevnte første ender av nevnte individuelle ekspansjonseksjonskoplinger er gjenget i en

første gjengeretning for å gripe inn med nevnte første kveilerørseksjoner som respons til rotasjon av nevnte, individuelle ekspansjonseksjonskoplinger i en første rotasjonsretning, og der nevnte andre ender av nevnte individuelle ekspansjonseksjonskoplinger er gjenget i en gjengeretning motsatt av nevnte første gjengeretning for å gripe inn med nevnte, andre kveilerørseksjoner som respons til en rotasjon av nevnte, individuelle ekspansjonseksjonskoplinger i en første rotasjonsretning.

15. Apparat ifølge krav 14,

videre omfattende et flertall kveilerørsendebeslag, der individuelle kveilerørsendebeslag omfatter første ende konfigurert til å gjengbart engasjere individuelle ekspansjonseksjonskoplinger, og andre ender konfigurert til å engasjere individuelle kveilerørseksjoner.

16. Apparat ifølge krav 15,

hvor individuelle kveilerørseksjoner er presset over nevnte andre ender av individuelle kveilerørrendebeslag.

17. Apparat ifølge krav 16,

videre omfattende et flertall kveilerørrendebeslag, idet individuelle forseglinger for kveilerørrendebeslag er plassert rundt nevnte andre ender av individuelle kveilerørrendebeslag for å danne en forsegling mellom nevnte individuelle kveilerørrendebeslag og nevnte kveilerørseksjoner.

18. Apparat ifølge krav 13,

videre omfattende et flertall ekspansjonseksjonsstrekkelementer, der nevnte individuelle strekkelementer er forbundet med individuelle kveilerørsseksjoner hvorimellom er anordnet individuelle, ekspanderende seksjoner, slik at nevnte, individuelle strekkelementer i hvert fall bærer en del av en strekkbelastning når nevnte strekkbelastning påføres nevnte, individuelle kveilerørsseksjoner.

19. Apparat ifølge krav 14,

10 hvor nevnte individuelle ekspansjonseksjonskopplinger ytterligere omfatter ekspansjonseksjonsstrekkelementer, der nevnte ekspansjonseksjonsstrekkelementer er anordnet mellom nevnte ekspansjonseksjonskopplings første ender og nevnte ekspansjonseksjonskopplings andre ender, slik at nevnte strekkelementer i hvert fall bærer en del av nevnte strekkbelastning når nevnte første kveilerørsseksjoner og nevnte andre kveilerørsseksjoner er utsatt for en felles strekkbelastning.

20. Apparat ifølge krav 19,

20 hvor nevnte individuelle strekkelementer ytterligere omfatter hule rør som muliggjør en fluidkommunikasjon mellom nevnte første kveilerørsseksjoner og nevnte andre kveilerørsseksjoner.

21. Apparat ifølge krav 20,

25 hvor nevnte individuelle, ekspanderende seksjoner ytterligere omfatter en elastisk hylse som er anordnet rundt nevnte, hule rør, der nevnte elastiske hylse har en ytre overflate som definerer nevnte ytre dimensjon, slik at nevnte elastiske hylse ekspanderer og øker nevnte ytre dimensjon som respons til nevnte økning av fluidtrykket i nevnte kanal.

22. Apparat ifølge krav 21,

35 hvor individuelle hule rør omfatter rørvegger som har en indre overflate og en ytre overflate og et hull anordnet derigjennom, og hvor nevnte elastiske hylse videre omfatter en indre overflate nær inntil den ytre overflate av nevnte

hule rør, slik at fluidtrykk innen nevnte hule rør kan kommuniseres til den indre overflate av nevnte elastiske hylse.

23. Apparat ifølge krav 22,
hvor nevnte hule rør omfatter kveilerør.

5

24. Apparat ifølge krav 1,
hvor nevnte fluidkanal har en første ende som er konfigurert til å bli opptatt i et borehull og en andre ende som kan forsynes med et fluid, idet nevnte fluidkanal ytterligere
10 omfatter en ventil som er forbundet med nevnte første ende.

25. Apparat ifølge krav 24,
hvor nevnte ventil er konfigurert til å lukkes som respons på et forhåndsvalgt trykkdifferensial mellom nevnte fluidkanal og et borehull der nevnte ventil kan befinne seg.
15

26. Apparat ifølge krav 25,
hvor nevnte ventil er en sikringslastventil.

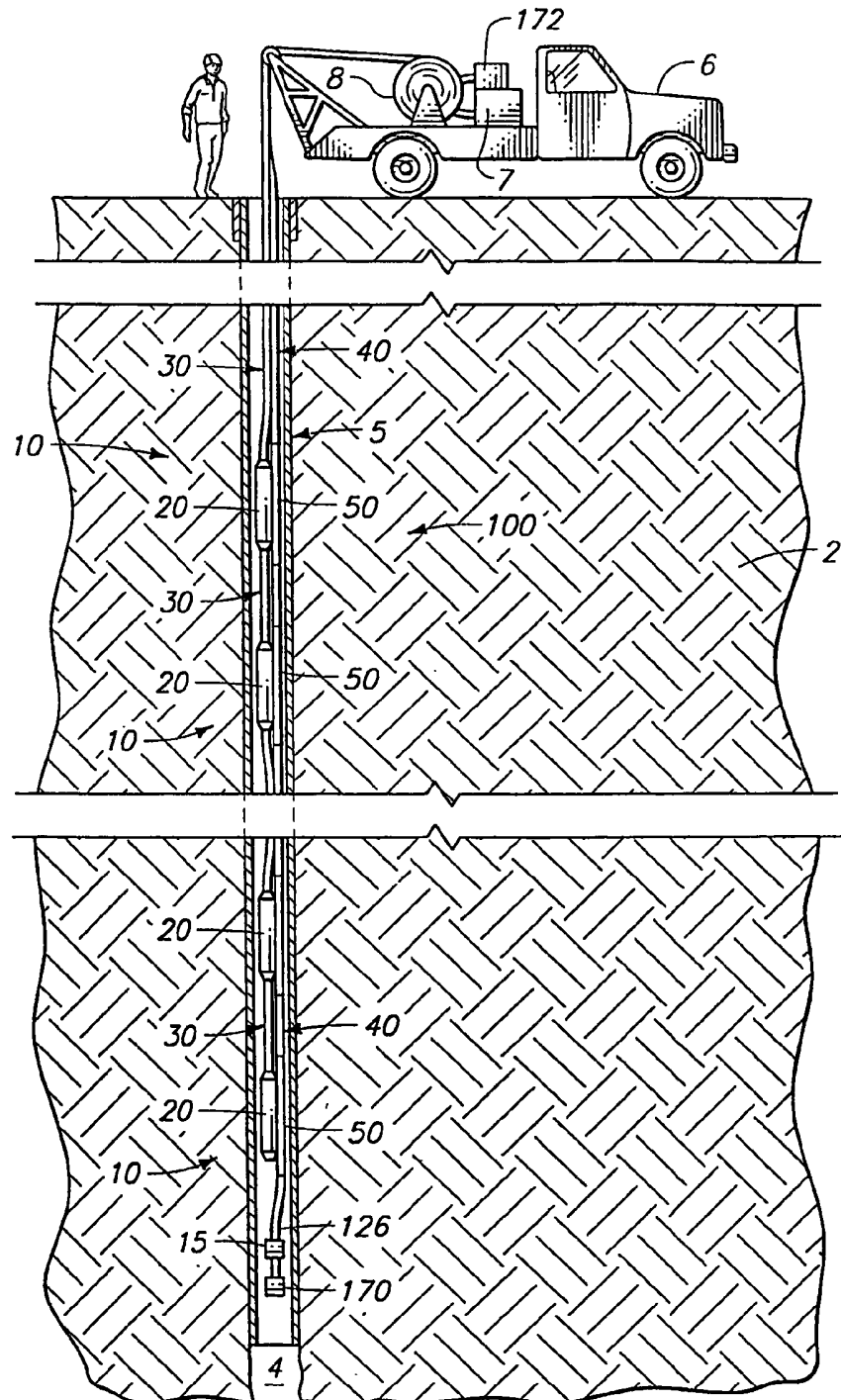
20 27. Apparat ifølge krav 1,
hvor nevnte fluidkanal er definert ved en ytre diameter, og hvor nevnte ytre diameter er tilstrekkelig konstant til å tillate nevnte fluidkanal å vikles på en spole.

25 28. Apparat ifølge krav 2,
hvor nevnte mottakere holdes i et posisjonsmessig forhold til nevnte ekspanderbare seksjoner av koplinger, idet nevnte koplinger sikrer nevnte kabel til nevnte fluidkanal.

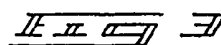
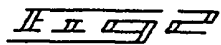
30 29. Apparat ifølge krav 28,
hvor nevnte koplinger kan anvendes gjentatte ganger.

30. Apparat ifølge krav 28,
hvor nevnte koplinger omfatter posisjoneringsinnretninger
35 for å posisjonere nevnte mottakere innen et borehull.

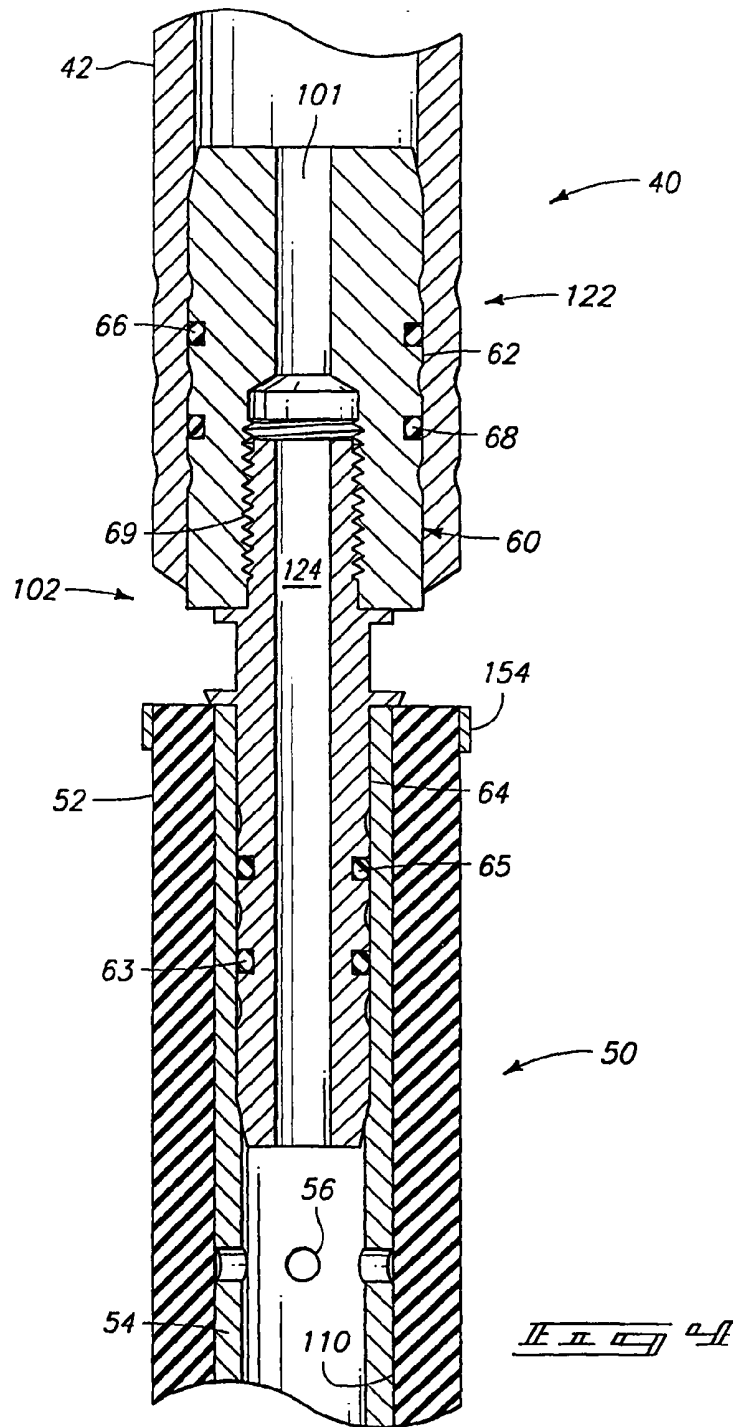
1/6

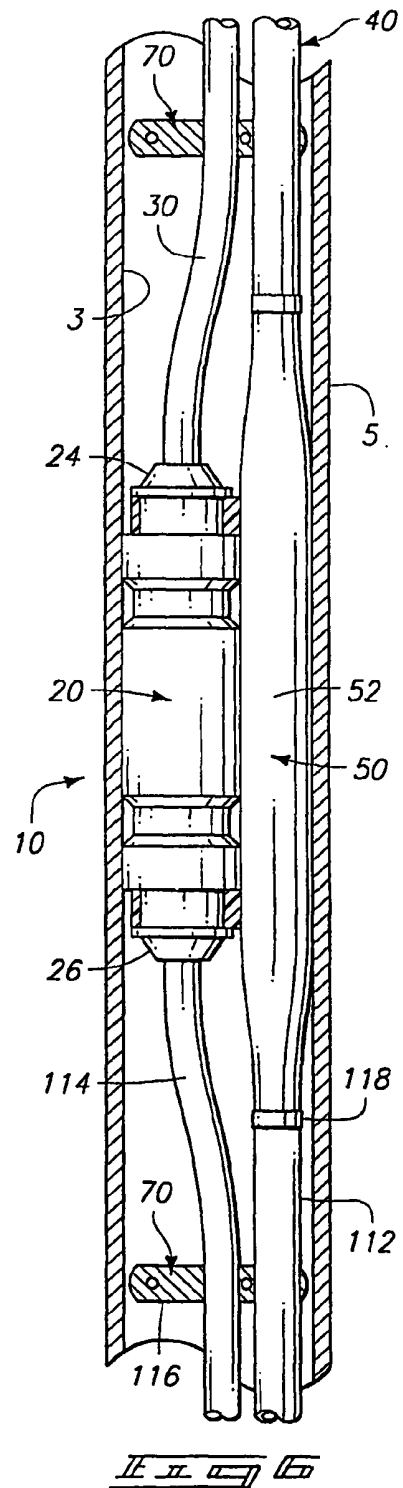
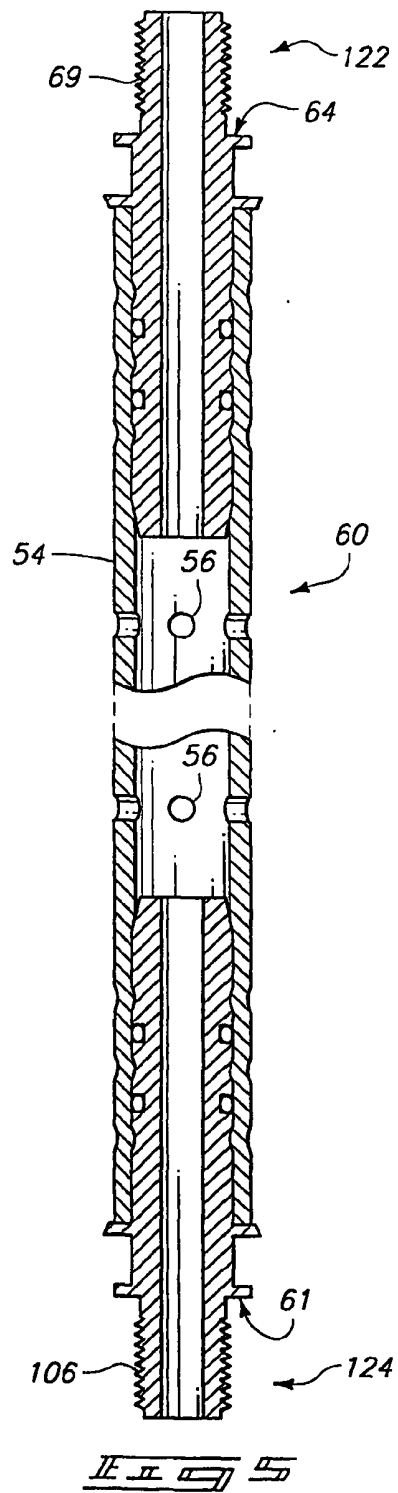


II II II II

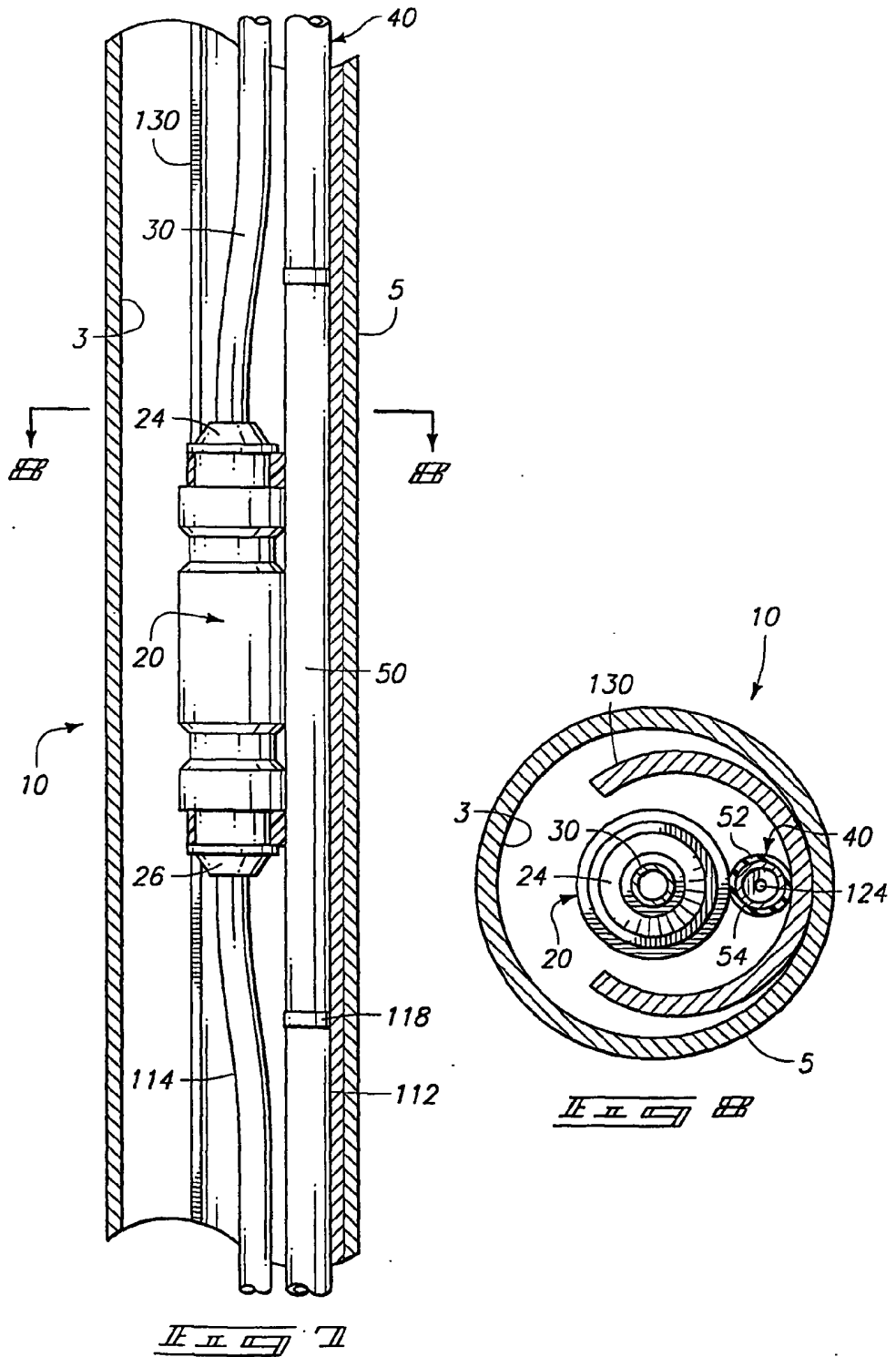


3/6





5/6



6/6

