



(12) PATENT

(19) NO

(11) 324304

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

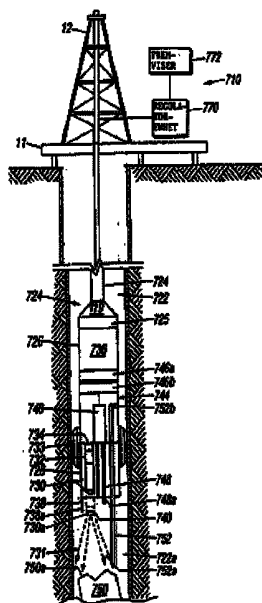
E21B 47/00 (2006.01)

E21B 33/124 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	19981157	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	1997.07.17 PCT/US97/12524
(22)	Inng.dag	1998.03.16	(85)	Videreføringsdag	1998.03.16
(24)	Løpedag	1997.07.17	(30)	Prioritet	1996.07.17, US, 21931 1996.09.03, US, 25330 1996.10.25, US, 29257
(41)	Alm.tilgj	1998.05.15			
(45)	Meddelt	2007.09.17			
(73)	Innehaver	Baker Hughes Inc, P O Box 4740, TX77210-4740 HOUSTON, US James V Leggett III, 11518 Galbreath Drive, TX77066 HOUSTON, US Paulo Sergio Tubel, 118 East Placid Hill, TX77381 THE WOODLANDS, US John W Harrell, 5603 Springtown Lane, TX77379 SPRING, US Gregory R. Nazzal, Kingwood, TX, US Gerald D. Lynde, Houston, TX, US			
(72)	Oppfinner				
(74)	Fullmektig				Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO
(54)	Benevnelse	Anordning og fremgangsmåte for å utføre nedihulls avbildnings- og verktøyoperasjoner i et borehull			
(56)	Anførte publikasjoner	D1: GB A 2129350, D2: US A1 3596582, D3: GB A 2270099			
(57)	Sammendrag				

I henhold til foreliggende oppfinnelse er det frembrakt et arbeidsverktøy for bruk nede i et borehull med det formål å avbilde et område som utgjør et arbeidssted av interesse nede i hullet, og hvor verktøyet skal være i virksomhet i en forut fullført brønnboring, idet verktøyet er innrettet for å utføre et arbeide på vedkommende sted under en enkelttur i brønnboringen. Nedihullverktøyet omfatter en avbildningsinnretning som registrerer egenskaper ved et arbeidssted og frembringer data som er betegnende for stedet. Avbildningsdata overføres til overflaten via en to-veis telemetriforbindelse. En endearbeidsinnretning i nedihullverktøyet utfører den ønskede arbeidsoperasjon på det tilsiktede arbeidssted. Arbeidsverktøyet avbilder arbeidsstedet, overfører avbildningsdata til overflaten og utfører det ønskede arbeidet under en enkelttur av verktøyet i brønnboringen.



Oppfinnelsens område

Foreliggende oppfinnelse gjelder generelt nedihullsverktøy for bruk i brønnboringer og nærmere bestemt verktøy som kan avbilde et arbeidssted eller en gjenstand i en brønnboring, kommunisere med jordoverflaten og utføre et ønsket endearbeide eller betjening på arbeidsstedet under en enkelt nedføring i brønnboringen. I henhold til foreliggende oppfinnelse er det også frembrakt nytt avbildningsutstyr og utstyr for endearbeide samt forskjellige verktøykonfigurasjoner for arbeide nedi i borehull med det formål å avbilde arbeidssteder og utføre de ønskede endearbeider.

Oppfinnelsens bakgrunn

GB A 2 129 350 omhandler et fjernstyrt freseverktøy for bruk i en brønn. Operasjon av verktøyet kan overvåkes via en avbildningsinnretning i form av et nedihulls TV-kamera for avbildning av arbeidsstedet.

US A1 3.596.582 omhandler en anordning for avbildning i en brønn. Et nedihulls kamera for avbildning av et brønnområde er montert i et hus med ytre pakninger som tetter mellom huset og det nedenforliggende brønnområdet.

GB A 2 270 099 omhandler et nedihulls inspeksjonsverktøy for avbildning av vedlikeholds- og driftoperasjoner i en brønn. I en utførelse av verktøyet benyttes akustisk utstyr for avbildning av arbeidsstedet.

For å fremstille hydrokarboner (olje og gass) fra jordformasjoner, er brønnboringer (også betegnet som borehull i industrien) utformet til ønsket dybde. De grunne partier av brønnboringen har typisk stor diameter og er foret med en metallforing for å hindre utrasing av brønnboringen. Brønnboringen blir så boret til en ønsket dybde for å utvinne hydrokarboner fra de underjordiske formasjoner. Etter at brønnboringen er blitt boret, blir et metallrør, som vanligvis betegnes som produksjonsrør eller rørledning i fagområdet, innstilt på plass i brønnboringen ved å sprøyte inn sement gjennom ringmellomrommet mellom rørledningen og brønnboringen. Forgrenede eller sideborede brønnboringer blir ofte utboret fra en hoved-brønnboring for å danne forgrenede eller horisontale brønnboringer med det formål å oppnå forbedret produksjon av hydrokarboner fra de underjordiske formasjoner.

En stor andel av den pågående utboringprosess omfatter retningsboring, hvilket vil si boring som avviker fra horisontal brønnboring, for derved å forbedre hydrokarbonproduksjon og/eller trekke ut ytterligere hydrokarbonmengder fra jordformasjonene. Brønnboringene blir så fullført og satt i produksjon. Utboringen og ferdigstillingsprosessene omfatter et antall forskjellige arbeidsoperasjoner. Slike arbeidsoperasjoner kan omfatte utskjærings- og utfresningsprosesser (innbefattet utskjæring av forholdsvis nøyaktige vinduer i brønnboringforingene), avtetting av forbindelser mellom skjærende brønnboringer, sveising, gjenåpning av laterale brønnboringer, perforering, plassering av slike innretninger som plugg, glidemuffer, pakkere og følere, reparasjonsarbeider, avtetting, stimulering, opprensning, utprøving og inspeksjon, innbefattet bestemmelse av kvalitet og fasthet for et skjæringspunkt, utprøving av produksjonen fra en perforert sone eller del av denne, oppsamling og analyse av fluidprøver, samt analysing av borekjerner.

Brønnboringer på oljefelter fortsetter å produsere hydrokarboner i mange år. Forskjellige typer arbeider utføres under levetiden av produserende brønnboringer. Slike arbeidsoperasjoner omfatter fjerning, installasjon og utskifting av forskjellige typer utrustning, innbefattet reguleringsutstyr for fluidstrømningen, følere, pakninger eller tetninger, reparasjonsarbeider som omfatter avtetting av soner, sementering, hullutvidelse, reparering av skjæringsområder, utfresing og skjæring, frigjøring av fastsittende muffer, avledning av fluidstrømninger, regulering av produksjonen fra perforerte områder, plassering av muffer, samt utprøving av brønnboringens produksjonssoner eller deler av disse.

For å utføre arbeidsoperasjoner nede i borehullet på et arbeidssted i en forut eksisterende brønnboring, enten under utboring, ferdigstilling, produksjon eller betjening og vedlikehold av brønnboringen, blir vanligvis et ønsket verktøy ledet ned i borehullet, posisjonsinnstilt i brønnboringen på arbeidsstedet og det ønskede arbeid utført. De fleste av tidligere kjente verktøy er vanligvis mekaniske verktøy eller elektromekaniske verktøy. Slike verktøy mangler manøvrerbarhet nede i borehullet, ved at de forskjellige elementer av verktøyet ikke har tilstrekkelig grad av bevegelsesfrihet, mangler lokal styringsinnsikt nede i borehullet, ikke er i stand til å utlede tilstrekkelige data med hensyn til arbeidsstedet eller angående den arbeidsprosess som skal utføres, ikke har tilgang til noen avbildning av

arbeidsstedet under nedsenkningen for å utføre endearbeidet, samt er ute av stand til å bekrefte kvaliteten og holdbarheten av det arbeide som er utført. Slike tidligere kjente verktøy krever vanligvis flere innføringer i borehullet for å kunne avbilde arbeidsstedet, utføre en arbeidsoperasjon og derpå å kunne fastslå om arbeidsoperasjonen er blitt korrekt utført. Flere slike innføringer i borehullet kan
 5 være meget kostnadskrevende, på grunn av dødtid for boreriggen eller pågående produksjon.

Foreliggende oppfinnelse tar sikte på å løse noen av de ovenfor angitte problemer og har frembrakt betjeningsverktøy for bruk nede i borehull (også
 10 betegnet som nedihullsverktøy eller betjeningsverktøy) som kan plasseres og orienteres inntil et ønsket arbeidssted, sende avbildninger av arbeidsstedet til jordoverflaten, utføre det ønskede arbeidet på arbeidsstedet og bekrefte eller inspektere kvaliteten av arbeidet under en eneste innføring i en forut eksisterende brønnboring. I henhold til foreliggende oppfinnelse er det frembrakt avbildnings-
 15 innretninger, endearbeidestyr samt forskjellige nedihullsverktøy-konfigurasjoner for å kunne avbilde arbeidssteder og utføre de ønskede arbeidsoperasjoner i forut foreliggende brønnboringer. Avbildningsutstyret omfatter en optisk betraktningsinnretning, en oppblåsbar avbildningsinnretning, ultralydinnretninger, samt en befølingsinnretning. Utstyret for endearbeidet omfatter skjæreinnretninger, innføringsinnretninger, avtettingsinnretninger, sveiseinnretninger, samt innretninger
 20 for utprøving og betjening.

Sammenfatning av oppfinnelsen

Foreliggende oppfinnelse omfatter et nedihullsverktøy for avbildning av et
 25 område som utgjør et arbeidssted av interesse i en forut eksisterende brønnboring samt for å utføre en arbeidsoperasjon på arbeidsstedet under en eneste innføring i brønnboringen. Brønnboringverktøyet omfatter en avbildningsinnretning for å avbilde arbeidssteder samt en endearbeide-innretning for å utføre en ønsket arbeidsoperasjon eller et endearbeide på arbeidsstedet. Avbildningsinnretningen
 30 kan fastlegge avbildningen nede i borehullet og overføre avbildningen til jordoverflaten eller sende avbildningsdata for behandling på jordoverflaten. Nedihullsverktøyet kan være innført i brønnboringen ved hvilken som helst egent

fremgangsmåte, innbefattet ved hjelp av en kabelline, en rørstreng, samt robot-utstyr som kan bevege nedihullsverktøyet inne i brønnboringen.

Hvilket som helst egnet avbildningsutstyr kan anvendes for formålet i henhold til oppfinnelsen, innbefattet et kamera for optisk besiktigelse, mikrobølge-
5 utstyr, kontaktutstyr (avfølingsinnretning) slik som en sonde eller en roterende innretning, en akustisk innretning, ultralydinnretning, infrarøddinnretning, samt utstyr som arbeider på radiofrekvens («RF»).

Endearbeidsutstyret kan omfatte et fiskeverktøy for å bringe en fiskeenhet ned i borehullet, en ledet, en avvik, innføringsverktøy, pakning, tetning, plugg,
10 perforeringsverktøy, fluidstimuleringsverktøy, fluidfraktureringsverktøy, freseverktøy, skjæreverktøy, lappeverktøy, boreverktøy, kapslingsverktøy, sveiseverktøy, deformeringsverktøy, avtettingsverktøy, renseverktøy, verktøy for installasjon av en anordning, verktøy for fjerning av en anordning, innstillingsinnretning, utprøvningsinnretning, inspeksjonsutstyr, syrningsverktøy, et anker,
15 samt et verktøy som kan gripe en gjenstand i borehullet.

I nedihullsverktøyene i henhold til foreliggende oppfinnelse er en eller flere innretninger anordnet for å posisjonsinnstille og orientere avbildningsinnretningen, samt endearbeidsinnretningen etter ønske. Hvert nedihullsverktøy omfatter fortrinnsvis en databehandler eller prosessor, samt tilordnet datalager for å kunne
20 lagre i denne modeller og programmer for styring av arbeidsoperasjonene for avbildningsinnretningen og endearbeidsinnretningen. En datamaskin på overflaten mottar data fra nedihullsverktøyet og viser frem avbildningen av arbeidsstedet for bruk av en operatør. En to-veis telemetriordning sørger for kommunikasjon mellom overflate-datamaskinen og nedihullsverktøyet.

Foreliggende oppfinnelse gjelder også ultralyd-avbildningsinnretninger, innbefattet en innretning som kan avbilde radially og nedover (fra forsiden) fra nedihullsverktøyet. I en utførelsesmodus overfører ultralyd-avbildningsinnretningen signaler ved å av søke et forutbestemt frekvensområde for å finne frem til
25 en effektiv driftsfrekvens. Innretningen fortsetter da å drive senderen ved en slik effektiv frekvens for å frembringe data som er representative for forholdene på arbeidsstedet.

Foreliggende oppfinnelse omfatter også en avbildningsinnretning for å oppnå stillbilder og/eller videobilder av et arbeidssted i brønnboringen. Denne

besiktigelsesinnretning omfatter et kamera eller annet egnet utstyr for å ta bilder samt en mekanisme for å erstatte det ikke-gjennomsiktige fluid i brønnboringen med et gjennomsiktig fluid. Foreliggende oppfinnelse omfatter videre en oppblåsbart innretning for å danne avbildning av en gjenstand i brønnboringen når innretningen er blåst opp og drives mot gjenstanden.

Nedihullsverktøyet kan videre omfatte følere for å frembringe informasjon angående tilstanden for nedihullsverktøyet i brønnboringen. Slike følere kan omfatte følere for å bestemme temperatur, trykk, fluidstrømning, trekk-kraft, gripekraft, verktøyets senterlinjeposisjon, verktøyets konfigurasjon, helning og akselerasjon. Formasjonsbedømnings-følere og andre følere for logging av brønnboringen kan også inngå i nedihullsverktøyet i henhold til foreliggende oppfinnelse.

I henhold til foreliggende oppfinnelse er det også frembrakt visse ende-arbeidsinnretninger, innbefattet et skjæreverktøy drevet av høytrykksfluid, og som omfatter en kilde for å tilføre et fluid med forholdsvis høyt trykk, samt et skjæreelement for utslipp av høytrykksfluidet. Fluidkilden kan omfatte serieanordnede trykktrinn, hvor hvert slikt trykktrinn øker fluidtrykket over trykket i det forutgående trinn. Fluidet kan pulseres før det tilføres skjæreelementet. En regulerenhet styrer posisjonsinnstilling og orientering av skjæreelementet i forhold til arbeidsstedet. Regulerenheten kan være programmet til å skjære i samsvar med et forutbestemt arbeidsmønster som tilføres fra regulerenheten.

I hver av nedihullsverktøyene i henhold til foreliggende oppfinnelse kan arbeidsfunksjonen for avbildningsinnretningen og endearbeidsinnretningen styres fra overflaten og/eller ved hjelp av datautstyr eller prosessor i selve nedihullsverktøyet.

Eksempler på de viktigste trekkene ved oppfinnelsesgjenstanden er her blitt oppsummert ganske bredt for at den følgende detaljerte beskrivelse av oppfinnelsen kan bli bedre forstått, samt slik at bidragene til teknikkens fremskritt kan erkjennes. Det foreligger naturligvis ytterligere sætrekk ved oppfinnelsen som vil bli beskrevet i det følgende og som vil være gjenstand for de etterfølgende patentkrav.

Kort beskrivelse av tegningene

For en detaljert forståelse av foreliggende oppfinnelse henvises til følgende detaljerte beskrivelse av en foretrukket utførelse, sett i sammenheng med de vedføyde tegninger, hvorpå tilsvarende elementer er gitt samme tallhenvisninger, og hvorpå:

Fig. 1 og 1A er skjematiske skisser av utstyr som utnytter et betjeningsverktøy innført i en brønnboring for avbildning av et arbeidssted i brønnboringen, samt for å utføre en ønsket arbeidsoperasjon på arbeidsstedet under en eneste innføring, i henhold til en utførelse av foreliggende oppfinnelse.

Fig. 2 er en skjematisk skisse av et skjæreverktøy drevet av trykkfluid for anvendelse som en endearbeidsinnretning, for bruk i det viste anlegg i fig. 1.

Fig. 2A viser en posisjonsinnstillingsmåte for skjæreelementet for det viste skjæreverktøy i fig. 2, inne i en brønnboring for å skjære i materiale som befinner seg lenger ned i hullet enn skjæreverktøyet.

Fig. 2B-C viser alternative fremgangsmåter for posisjonsinnstilling av skjæreelementet på det viste skjæreverktøy i fig. 2, for skjæring av materialer som befinner seg nedenfor skjæreverktøyet i borehullet.

Fig. 3 viser et eksempel på et forutbestemt profil av et avsnitt av foringsrøret som skal skjæres ut, og som kan være lagret i et datalager som tilhører skjæreutstyret i fig. 1.

Fig. 4 er en skjematisk skisse av det viste skjæreverktøy i fig. 1 og med en avbildningsinnretning for å oppnå avbildninger av områder som skal skjæres i borehullet før og etter skjærearbeidet.

Fig. 5A er en skjematisk skisse av en utførelse av et nedihullsverktøy (betjeningsverktøy) med en avbildende ultralydføler for avbildning av et arbeidssted nedenfor betjeningsverktøyet i borehullet, samt en endearbeidsinnretning for utførelse av en ønsket arbeidsoperasjon på borestedet under en eneste innføring av verktøyet.

Fig. 5B er en skjematisk skisse av en alternativ utførelse av et nedihullsverktøy med en avbildende ultralydføler for radial avbildning av et arbeidssted, samt en endearbeidsinnretning for utførelse av en ønsket arbeidsoperasjon på vedkommende arbeidssted under en eneste innføring av verktøyet.

Fig. 5C er en skjematisk skisse av enda en annen utførelse av et betjeningsverktøy for borehullet og med en avbildende ultralydføler for radial avbildning av et arbeidssted, samt en endearbeidsinnretning for utførelse av en ønsket arbeidsoperasjon på arbeidsstedet i løpet av en eneste innføring av verktøyet.

5 Fig. 5D viser borehulls-betjeningsverktøyet i fig. 5A plassert inntil et brønnboring-sammenløp som utgjør et ønsket arbeidssted i en tidligere dannet brønnboring.

Fig. 6A viser en skjematisk skisse av en utførelse av et avbildningsverktøy for å oppnå stillbilder og/eller video-bilder av gjenstander nede i borehullet.

10 Fig. 6B viser en skjematisk skisse av avbildningsverktøyet i fig. 5D plassert inntil forgreningsstedet mellom en hoved-brønnboring og en grenbrønn som går ut i fra denne.

Fig. 6C viser en skjematisk skisse av et oppblåsbart avbildningsverktøy plasert ved en brønnboring-forgrening for å bestemme en kontur for forgreningen.

15 Fig. 6D viser en konfigurasjon for følerplasseringen på det oppblåsbare element som anvendes i avbildningsverktøyet i fig. 5F.

Fig. 7 er en skjematisk skisse av en utførelse av et nedihullsverktøy med en avbildningsinnretning og et freseverktøy anordnet på undersiden av verktøyet for avbildning av et arbeidssted og utførelse av fresings- og skjæringsarbeide på arbeidsstedet under en enkelttursomgang av verktøyet.

20 Fig. 8A er en skjematisk skisse av en utførelse av et nedihullsverktøy med en avbildningsinnretning, samt en endearbeidsinnretning for bruk ved brønnboringarbeider i lateral retning.

Fig. 8B-8D er skjematiske skisser av nedihullsverktøy med en avbildningsinnretning og husdyr for gjentatt innsetting.

25 Fig. 9 er en skjematisk skisse av en utførelse av et nedihullsverktøy med en avbildningsinnretning og en oppblåsbar pakning, hvor avbildningsinnretningen er utført for å oppnå avbildninger under innstilling av den oppblåsbare pakning i en brønnboring.

30 Fig. 10A-10B er skjematiske skisser av en utførelse av et borehullsbetjeningsverktøy med en avbildningsinnretning og en sveiseinnretning, anordnet for avbildning av et arbeidssted og utførelse av en sveiseoperasjon på dette sted.

Fig. 11 er en skjematisk skisse av en utførelse av et nedihullsverktøy med en avbildningsinnretning og en endearbeidsinnretning, for trykkutprøving av en brønnboringsforgrenings fasthetstilstand.

Fig. 12 er en skjematisk skisse av en utførelse av et nedihullsverktøy for å utføre utprøving av en perforert sone.

Fig. 13 er en skjematisk skisse av en utførelse av et nedihullsverktøy med en avbildningsinnretning og en endearbeidsinnretning, samt innrettet for å utføre gjenoppretningsarbeider i brønnboringer.

Fig. 14 er en skjematisk skisse av en alternativ utførelse av et nedihullsverktøy i henhold til foreliggende oppfinnelse og innrettet for å utføre sementering, fakturering og avklemningsoperasjoner i brønnboringer.

Fig. 15-16 er skjematiske skisser av utførelser av et nedihullsverktøy for å utføre utviskingsoperasjoner i brønnboringer.

Fig. 17 viser skjematisk et funksjonsblokkskjema for den alminnelige arbeidsoperasjon for avbildnings- og betjeningsverktøyene i henhold til oppfinnelsen nede i et borehull.

DETALJERT BESKRIVELSE AV FORETRUKNE UTFØRELSE

Fig. 1 er en skjematisk skisse av utstyr 100 for bruk oljefelt-brønnboringer for avbildning av et arbeidssted, kommunisering av data angående avbildningen til jordoverflaten samt utførelse av en ønsket arbeidsoperasjon (endearbeide) på arbeidsstedet under en eneste innføring i brønnboringen. Utstyret 100 omfatter et borehullsbetjeningsverktøy 200 (her også henvist til som nedihullsverktøy eller betjeningsverktøy) nedført fra en plattform 11 på en rigg 12 i en brønnboring 22 ved hjelp av en egnet nedføringsanordning 24 fra en kilde 66 for denne, slik som en rørvinde som drives av en primær drivinnretning 68. Som et eksempel, men ingen begrensning, viser fig. 1 innføringsinnretningen 24 som en oppkveilet rørstreng. Andre nedsenkningsmetoder, slik som ved hjelp av en kabelline eller robotutstyr kan også anvendes. Den øvre ende 202 av betjeningsverktøyet er forbundet med rørstrengen 24 over et passende forbindelsesstykke 204. Under drift kan et borefluid fra en kilde 60 for dette tilføres til brønnboringen 22 ved hjelp av en pumpe 64.

En overflate-regulatorenhet 70 anbrakt på et passende sted på riggplattformen 11 styrer fortrinnsvis driften av utstyret 100. Reguleringsenheten 70 omfatter en egnet datamaskin og datalager for behandling av data, anvisning av valgt informasjon for en operatør på en fremviser 72, innbefattet avbildninger av arbeidsstedet, loggingsverdier under innføringen i brønnboringen, plassering (dybde) av verktøyet 200 i brønnboringen, samt orientering av de forskjellige elementer av betjeningsverktøyet 200 i brønnboringen 22, og verdiene av valgte verktøy/formasjons- og brønnbøringsparametre. Data fra betjeningsverktøyet 200 kan overføres til overflaten ved hjelp av en passende dataforbindelse (telemetri) og tas opp av en opptaker 75 for senere anvendelse. Passende alarmer 74, som er koplet til regulatorenheten 70, aktiveres selektivt av regulatorenheten 70 når visse driftsparametre overskrider sine respektive grenseverdier. Arbeidsfunksjonen for regulatorenheter, slik som regulatorenheten 70, er velkjent og vil derfor ikke bli beskrevet i detalj her.

Betjeningsverktøyet 200 omfatter en eller flere avbildningsinnretninger eller avbildningsfølere 210 for avbildning av arbeidsstedene nede i borehullet, en eller flere endearbeidsinnretninger 212a-212b, en eller flere regulatormekanismer (hydrauliske eller elektromekaniske) 214 for styring av arbeidsoperasjonen for endearbeidsinnretningene 212a-212b og/eller avbildningsinnretningene 210. Verktøyet 200 kan også omfatte andre følere og innretninger, som angis her generelt ved henvisningstallet 216, for å bestemme ønskede parametere eller egenskaper ved verktøyet 200 og brønnboring 22. Slike følere og innretninger kan omfatte innretninger for måling av temperatur og trykk inne i verktøyet 200 og i brønnboringen 22, følere for å bestemme neddykningsdybden av verktøyet i brønnboringen 22, posisjonen (koordinatene x, y og z) av verktøyet 200, inklinometer for å bestemme helningen av verktøyet 200 i brønnboringen 22, gyroskop-utstyr, akselerometre, innretninger for å bestemme trekk-kraften, senterlinjeposisjon, gripkraft og verktøykonfigurasjon, samt innretninger for å bestemme fluidstrømninger i borehullet.

Verktøyet 200 kan videre omfatte en eller flere formasjonsbedømningsverktøy for å fastlegge egenskapene av den jordformasjon som omgir verktøyet i brønnboringen. Slike innretninger kan omfatte gammastråle-innretninger, samt innretninger for å bestemme formasjonens resistivitet. Verktøyet 200 kan omfatte

innretninger for å bestemme brønnboringens indre dimensjoner, slik som kaliberloggere, avfølingsinnretninger for foringskrager med det formål å fastlegge plasseringen av forings skjøtene, samt bestemme og korrelere dybdeplasseringen av verktøyet 200 i brønnboringen 22, samt inspeksjonsinnretninger for å bestemme tilstanden av foringen, slik som foringen 16 med hensyn til groper og sprekker. Formasjonsvurderingsfølerne, innretningene for avføring av foringskragene, samt inspeksjonsinnretningene kan anvendes for å logge brønnboringen under innføringen i og uttrekket fra brønnboringen 22.

Betjeningsverktøyet 200 omfatter fortrinnsvis en sentral elektronikk- og databehandlingsenhet eller reguleringsenhet nede i borehullet, eventuelt en krets 218 for å motta signaler og data fra innretninger i borehullet, behandling av slike data, kommunisering med overflateregulatorenheten 70, samt for å styre driften av innretningene nede i borehullet. Regulatorenheten 218 omfatter fortrinnsvis en eller flere prosessorer (mikro-regulatorer eller mikro-prosessorer) for å utføre datahåndtering i samsvar med tilførte programmerte instruksjoner fra jordoverflaten eller som er lagret i datalager i nedihullsverktøyet 200.

Betjeningsverktøyet 200 omfatter fortrinnsvis to-veis telemetriutstyr 220 som omfatter en sender for å motta data som omfatter avbildningsdata fra regulatorenheten 218 samt følere og innretninger nede i borehullet, og som er innrettet for å sende signaler som representerer slike data til overflate-regulatorenheten 70. En hvilken som helst egnet sender kan anvendes for dette formål i henhold til oppfinnelsen, innbefattet en elektromagnetisk sender, en fluid-akustisk sender, en rørfuid-sender, en slampuls-sender, en fiberoptisk innretning og en lederanordning. Telemetri-utstyret 220 omfatter også en mottaker som mottar signaler som utsendes fra overflate-regulatorenheten 70 til verktøyet 200. Mottakeren kommuniserer slike mottatte signaler til de forskjellige innretninger i verktøyet over regulatorenheten 218, slik som det vil bli forklart senere under henvisning til fig. 17.

Avbildningsføleren eller -innretningen 210 i fig. 1 kan være en hvilken som helst egnet føler, innbefattet et kamera for optisk besiktigelse, mikrobølgeutstyr, kontaktinnretning (befølingsinnretning), slik som en sonde eller en dreieinnretning, en akustisk innretning, ultralyd-utstyr, infrarødt utstyr eller radiofrekvens-utstyr. Avbildningsføleren 210 kan være en ikke-kontaktende innretning, slik som en

ultral lyd-innretning eller en kontaktopprettende innretning som har en eneste eller en rekke fremspring fra verktøyet 200 for inngrep med brønnboringen og gjenstander i brønnboringen. Hvis kvaliteten av eller oppløsningen i avbildningen av arbeidsstedet, slik det er frembrakt av avbildningsinnretningen 210, i det minste delvis avhenger av frekvensen av det utsendte signal fra avbildningsinnretningen 210, så er det å foretrekke at innretningen er utført for å avsøke frekvensene over et forutbestemt frekvensområde for å komme frem til en effektiv overføringsfrekvens og derpå utlede avbildningen ved en slik effektiv frekvens. Avbildningsføleren 210 kan utnyttes til å frembringe et stillbilde eller bevegelig avbildning av et arbeidssted eller en gjenstand nede i borehullet, eller å fastlegge den alminnelige form av gjenstanden eller arbeidsstedet, eventuelt å utskille visse trekk ved arbeidsstedet før, under og/etter den ønskede arbeidsoperasjon er blitt utført på arbeidsstedet.

Endearbeidsinnretningene 212a og 212b i fig. 1 kan omfatte hvilket som helst utstyr for å utføre en ønsket arbeidsoperasjon på arbeidsstedet i brønnboringen. Endearbeidsinnretningen 212a-212b kan omfatte et utfiskningsverktøy innrettet for å gripe en fiskegjenstand nede i borehullet, ledet, avleder, gjeninnsetningsverktøy, pakning, tetning, plugg, perforeringsverktøy, fluid-stimuleringsverktøy, fluidfraktureringsverktøy, freseverktøy, skjæreverktøy, overhalingsverktøy, utprøvningsverktøy, sementeringsverktøy, sveiseverktøy, et anker, syresettingsverktøy eller inspeksjonsverktøy. Som angitt tidligere, kan en eller flere endearbeidsinnretninger 221a-221b inngå i verktøyet 200 for å utføre de ønskede arbeidsoperasjoner på ett eller flere arbeidssteder i brønnboringen. Bruk av visse av disse innretninger sammen med en avbildningsføler er beskrevet nedenfor som utførelseseksempler.

I tillegg kan betjeningsverktøyet 200 omfatte styrbare borehullsstabilisatorer 219a og 219b, idet hver slik stabilisator har flere uavhengig innstillbare støtpute-fremspring for å frembringe tverrbevegelse og lateral stabilitet for verktøyet 200 samt forankring av verktøyet 200 i brønnboringen 22. Slike stabilisatorer er særlig nyttige ved avgrendede og horisontale brønnboringer. Flere uavhengig styrte utoverrettede armer 219c kan anvendes for å frembringe lateralbevegelse og stabilitet for verktøyet 200 inne i brønnboringen 22. For de fleste avbildnings- og betjeningsanvendelser nede i borehullet er den anvendte endearbeidsinnretning

utført for det spesielle arbeid som skal utføres. Ved noen anvendelser, kan flere endearbeidsinnretninger inngå i betjeningsverktøyet 200. For å opprette ønsket frihetsgrad for hver av endearbeidsinnretningene 212a-212b og avbildningsinnretningen 210, er disse innretninger koplet til verktøyet over gaffelforbindelser, slik som forbindelser, henholdsvis 212a', 212b' og 210a. Bevegelsen av slike gaffelledd styres fortrinnsvis av regulatorenheten 218. De frihetsgrader som foreligger for verktøyet 200 og den type avbildningsføler som anvendes tillater fortrinnsvis avbildningsopptak på ethvert arbeidssted i brønnboringen.

Betjeningsverktøy 200 er fortrinnsvis av modul-utførelse, idet valgte innretninger i verktøyet utgjøres av enkeltstående moduler som kan koples til hverandre for sammenstilling til den ønskede konfigurasjon av verktøyet 200. Det er å foretrekke at avbildningsinnretningen 210 og endearbeidsinnretningene 212a-212b utføres som slike modulenheter at de kan plasseres i hvilken som helst rekkefølge i verktøyet 200. Også hver av endearbeidsinnretningene 212a-212b og avbildningsinnretningen 210 har uavhengige frihetsgrader, slik at verktøyet 200 og hvilke som helst av innretningene kan posisjonsinnstilles, manøvreres og orienteres i brønnboringen på hovedsakelig hvilken som helst ønsket måte for å kunne utføre de ønskede borehullsoperasjoner.

Betjeningsverktøyet 200 kan innføres i brønnboringen ved hjelp av en kabelline, en kveilet rørstreng, et borerør, en borerørsdriver eller fremdriftsenhet for å skyve verktøyet 200 inn i en horisontal brønnboring, eventuelt robotutstyr på verktøyet for å bevege og føre betjeningsverktøyet inn i brønnboringen.

Som vist i fig. 1A, kan endearbeidsinnretningen 212' eller en hvilken som helst annen innretning i verktøyet 220 ha uavhengig styrte bevegelser i borehullet, slik som vist ved de heltrukne linjer 212'a og stiplede linjer 212'b hvilket tillater vedkommende innretning 212' å posisjonsinnstilles i en hvilken som helst vinkel i brønnboringen 22. Betjeningsverktøyet 200 kan således posisjonsinnstilles inntil arbeidsstedet i en brønnboring, avbilde arbeidsstedet, kommunisere slike avbildninger direkte til jordoverflaten, utføre det ønskede arbeid på arbeidsstedet, samt bekrefte det utførte arbeid under en eneste innføring i brønnboringen.

Som angitt ovenfor, kan utstyret 100 utnytte et hvilket som helst antall forskjellige avbildningsinnretninger og endearbeidsinnretninger. Et antall slike verktøykombinasjoner vil bli beskrevet nedenfor. Før slike verktøy blir beskrevet,

vil først en ny skjærings- og fresningsinnretning, samt avbildningsfølere først bli beskrevet under henvisning til fig. 2-4.

Fig. 2 viser skjematisk en skisse av et anlegg som anvender en ny skjæreinnretning eller et verktøy 20 drevet av trykkfluid for skjæring og fresing av materialer i brønnboringen 22 i henhold til en utførelse av foreliggende oppfinnelse. Generelt omfatter skjæreverktøyet et skjæreelement, slik som et munnstykke, for å avgi et fluid med relativt høyt trykk for å skjære gjenstanden. En kilde for tilførsel av høytrykksfluid til nedihullsverktøyet avgir dette høytrykksfluid til skjæreelementet. Skjæreelementet kan kontinuerlig posisjonsinnstilles og orienteres til ønsket plassering omkring den gjenstand som skal skjæres av en reguleringskrets som inneholdes i nedihullsverktøyet og/eller befinner seg på jordoverflaten.

Skjæreverktøyet 20 har et rørformet hus (legeme) 26, som er utført for forbindelse med innføringsinnretningen 24 over en passende koplingsenhet 202. Huset 26 inneholder de forskjellige elementer av skjæreverktøyet 20, som omfatter en skjæreelement-seksjon 28, en drivseksjon 34 for å tilføre trykksatt fluid til skjæreelementsseksjonen 28, en reguleringsenhet 36 som styrer vertikal og radial posisjonsinnstilling av skjæreelementet 28 samt en reguleringsenhet 38 nede i borehullet for å romme kretser og datalagre som tilhører nedihullsverktøyet 20.

Bunnpartiet 28 av huset 26 rommer et skjæreelement 30 som ender i et munnstykke eller en sonde 30a som er egnet for å avgi fluid under relativt høyt trykk i form av en fluidstråle med forholdsvis lite tverrsnitt. For de fleste skjære- eller frese-anvendelser, er vann avgitt med et trykk større enn 60 000 psi tilstrekkelig for å fjerne materialer fra det indre av en brønnboring. Ved skjæring av rør som er mer enn 13 mm tykke, er høyere trykk påkrevet. Partiet 28 roterer fortrinnsvis om leddforbindelsen 32, som forbinder partiet 28 med en seksjon for hydraulisk driveffekt, og som i sin helhet er angitt her ved henvisningstall 34.

Drivseksjonen 34 omfatter fortrinnsvis flere seriekoblede avsnitt P_1 - P_n , som hver øker fluidtrykket over trykket i det forutgående avsnitt i en forutbestemt grad. Det siste avsnitt P_n avgir fluidet til skjæreelementet 30 ved det ønskede trykk. Effektafsnittet 34 kan også inneholde en innretning 33 som pulserer fluidet i en forutbestemt takt før det tilføres skjæreelementet 30. Pulsert høytrykksstråle er vanligvis mer effektiv når det gjelder å skjære materialer enn ikke-pulserte stråler. Skjæreelementet 30 kan være et teleskopisk legeme som beveges langs verk-

tøyets lengdeakse z-z (aksialt) inne i partiet 28, hvilket muliggjør posisjonsinnstilling av sonden 30a i ønsket dybdestilling inntil brønnboringen. I en alternativ utførelse kan partiet 28 være faststående mens munnstykket 30 kan dreies omkring verktøyets lengdeakse. Den ovenfor beskrevne bevegelse av skjære-

5 elementet 30 gir flere frihetsgrader, nemlig både i aksialretningen og radialretningen, og tillater derved nøyaktig posisjonsinnstilling av munnstykket 30 på et hvilket som helst ønsket sted inne i brønnboringen.

En seksjon 36 inneholder utstyr for å orientere munnstykke-spissen 30a i ønsket stilling. Skjæreelementpartiet 28 dreies omkring brønnboringaksen for

10 vinkelinnstilling av munnstykkespissen 30a. Skjæreelementet 30 beveges aksialt for posisjonsinnstilling av munnstykkespissen 30a langs brønnboringaksen z-z. Hydraulisk drevne innretninger eller elektriske motorer utnyttes fortrinnsvis for å utføre slike funksjoner. Seksjon 36 omfatter også fortrinnsvis følere for å gi informasjon angående verktøyets skråstilling, munnstykkeposisjonen i forhold til

15 det materiale som skal skjæres, samt i forhold til en eller flere kjente referansepunkter på verktøyet. Slike følere kan imidlertid anbringes på hvilke som helst ønskede steder i verktøyet 20. I den konfigurasjon som er vist i fig. 2, kan skjæreelementet 30 skjære materialer langs det indre av brønnboringen, hvilket kan omfatte foringen eller et område omkring et avgreningssted mellom brønnboringen

20 22 (hoved-brønnboringen) og en forgrenet brønnboring, slik det er vist i fig. 4. For å skjære foringen 23, posisjonsinnstilles skjæreelementet 30a på et ønsket sted. Når verktøyet 20 begynner å skjære foringen 23, dreies det for å skjære foringsrøret i omkretsretningen. Hvis konsentriske foringer foreligger, kan fluidtrykket økes tilsvarende for å kunne skjære de konsentriske foringsrør.

25 Fig. 2a viser en konfigurasjon av skjæreelementet 30' som kan anvendes til å skjære materialer på undersiden av skjæreverktøyet 20. I denne konfigurasjon avgir sonden 30a' fluid nedover i borehullet fra verktøyet 20. Piler A-A angir at skjæreelementet 30' kan beveges radially, mens den sirkulære bevegelse som er angitt ved pilene B-B angir at skjæreelementet 30' kan beveges langs en sirkulær

30 bane inne i partiet 28'. Skjæreelementkonfigurasjonen som er vist i fig. 2A kan utnyttes for å utføre rømmingsarbeider i et rørformet legeme, slik som et produksjonsrør, hvilket er påkrevet når det indre av et slikt rør er belagt med sedimenter.

For å kunne fjerne en permanent pakning som er vanskelig å fjerne, er det ønskelig å fjerne (skjære bort) bare pakningselementene og de tilhørende forankringer, hvis slike foreligger, og som vanligvis ligger mellom et pakningslegeme og det indre av brønnboringen. Pakningene og forankringene befinner seg vanligvis i inngrep med brønnforingen i områder som er relativt smalere enn verktøylegemet. Tidligere kjente verktøy skjærer da vanligvis gjennom hele pakningen, hvilket kan ta ganske lang tid. Pakningene kan lett fjernes ved bare å kutte selve pakningselementene og eventuelle tilordnede forankringer plassert mellom pakningen og foringen. I slike anvendelser må skjæremunnstykket nødvendigvis posisjonsinnstilles over pakningselementet alene. Fig. 2B-2C viser en konfigurasjon av skjæringselementet 30" hvis munnstykket 30A" kan anbringes på et hvilket som helst ønsket sted over et pakningselement inne i brønnboringen og derpå dreies til å skjære gjennom dette element på undersiden av munnstykket. Pilene C-C angir at sonden 30a" kan beveges radialet innenfor partiet 28', mens den sirkelbane som er angitt ved pilene D-D angir at skjæringselementet kan dreies inne i brønnboringen. Fig. 2C viser posisjonsinnstillingen av skjæreelementet 30" etter at det er blitt forskjøvet radialet en forutbestemt avstand. Som det vil fremgå av fig. 2C, strekker munnstykkespissen 30a" seg utenfor partiet 28", hvilket vil gjøre det mulig for verktøy 20 å skjære et materiale hvor som helst på undersiden av verktøyet 20.

Elektriske kretser og effektkilder nede i borehullet for å drive og styre arbeidsfunksjonen for skjæreelementet 30, drivenheten 34, samt de innretninger og følere som er plassert i enheten 34 er fortrinnsvis anbrakt i en felles seksjon 38 for elektriske kretser. Elektriske forbindelser mellom den elektriske seksjon 38 og andre elementer er opprettet ved hjelp av egnede ledningstråder og koplingsforbindelser. Overflate-regulator enheten 70 styrer fortrinnsvis arbeidsfunksjonen for skjæreanordningen 10.

Driften av skjæreanordningen 10 vil nå bli beskrevet i forbindelse med utskjæring av et avsnitt eller et vindu i brønnforingen, under henvisning til fig. 2 og 3. Verktøyet 20 føres ned i borehullet og plasseres slik at munnstykket ligger inntil det avsnitt som skal skjæres. Stabilisatorer 40a-b er innstilt for å sikre minimal radial bevegelse for verktøyet 20 i brønnboringen 22. En utskjæringsprofil 80 (fig. 3) som angir koordinatene for omkretsen av det avsnitt som skal skjæres ut, er

lagret i et datalager (ikke vist) som er tilordnet utstyret 10. Et slikt datalager kan
 befinne seg i borehullkretsen 36 eller i overflate-regulatorenheten 70. Et eksempel
 på slik profilomkrets er vist i fig. 3. Pilene 82 angir de vektorer som har sammen-
 heng med profilen 80. Profilen 80 fremvises fortrinnsvis på fremviseren 72 på
 5 jordoverflaten. En operatør orienterer munnstykkespissen 30a til et sted innenfor
 det avsnitt av foringen som skal skjæres ut. De ønskede verdier av fluidtrykk og
 pulstakt utgjør inngangsverdier til regulatorenheten 70 ved hjelp av egnede
 middel. Verktøy 20 blir så aktivert til å frembringe det ønskede trykk og den
 ønskede pulstakt. Fluid til verktøy 20 avgis fortrinnsvis fra overflaten over rør-
 10 ledningen 24. Alternativt kan brønnboringfluid anvendes.

Hvis det avsnitt som skal skjæres ut er slikt at det vil forbli i stilling etter at
 det er blitt utskåret, eventuelt fordi det foreligger en sementbinding, eller i tilfelle
 det utskårne avsnitt eventuelt kan falle til brønnboringens bunn som avfall, så kan
 utstyret 10 innstilles slik at munnstykkespissen 30a vil følge profilen 80, enten ved
 15 manuell styring av operatoren eller på grunn av at det anvendes en datamaskin-
 modell eller et program i utstyret. Hvis vedkommende avsnitt må skjæres opp i
 små stykker eller skjæres ut slik at de kan transporteres til jordoverflaten, beveges
 skjæreelementet innenfor profilen ved en forutbestemt hastighet langs et forut-
 bestemt mønster, slik som en matrise. Denne fremgangsmåte sikrer at forings-
 20 avsnittet vil bli skåret opp i stykker som er tilstrekkelig små til å kunne transport-
 eres til jordoverflaten ved å sirkulere et fluid gjennom brønnboringen. Under
 arbeidsoperasjonene vil de borehullskretser som inneholdes i seksjonen 38
 kommunisere med regulatorenheten 70 på jordoverflaten over et to-veis telemetri-
 nett. Telemetriutstyret i borehullet inneholdes fortrinnsvis i seksjon 39.

25 Fig. 4 viser skjæreverktøyet nede i borehullet med en avbildningsinnretning
 90 festet på undersiden av skjærepartiet 28. En hvilket som helst egnet avbild-
 ningsinnretning kan anvendes. Avbildningsinnretningen 90 utnyttes til å bekrefte
 formen av utskjæringen fra brønnforingen eller forgreningen etter at skjæreproses-
 sen er blitt utført. Avbildningsinnretningen 90 kan også anvendes for å avbilde det
 30 området som skal skjæres ut for opprette den ønskede utskjæringsprofil og derpå
 bekrefte den utskårne profil etter skjæringsoperasjonen. Dette gjør det mulig å
 avbilde et område av interesse på et arbeidssted, samt å utføre den ønskede
 arbeidsoperasjon på arbeidsstedet i en forut foreliggende brønnboring. Andre

typer av borehulls-betjeningsverktøy kan anvendes for å avbilde et område i en brønnboring hvor et verktøyarbeide skal utføres, samt å utføre det ønskede verktøyarbeide på arbeidsstedet uten å trekke ut verktøyet fra brønnboringen. Visse endearbeidsinnretninger for borehull vil bli beskrevet senere.

5 Fig. 5a-5c viser utførelser av borehulls ultralyd-avbildningsinnretninger for anvendelse sammen med en endearbeidsinnretning for å avbilde et arbeidssted av interesse og utføre en ønsket arbeidsoperasjon på arbeidsstedet under en enkelttur i brønnboringen.

10 Fig. 5A viser et borehulls-betjeningsverktøy 250 med en endearbeidsinnretning 252 for å utføre en ønsket arbeidsoperasjon nede i borehullet, en ultralydinnretning 260 (avbildende ultralydføler) plassert nedenfor endearbeidsinnretningen 252 i borehullet for å avbilde et arbeidssted eller en gjenstand i borehullet. Avbildningsinnretningen 260 har et antall følerelementer 264 anordnet på et legeme. Hvert følerelement 264 gjør tjeneste som sender og mottaker. Det
15 foretrukke frekvensområde ligger mellom 100 kHz og 500 kHz. Ultralydsenderen er fortrinnsvis innrettet for å sveipe frekvensen innenfor et forutbestemt frekvensområde. De signaler som sendes ut fra følerelementet 264 reflekteres tilbake fra arbeidsstedet eller vedkommende gjenstand, og de reflekterte signaler mottas av følerelementene 264, samt behandles av regulerenheten 256 eller
20 den elektriske krets i verktøyet 250, samt overføres oppover og ut av borehullet ved hjelp av det telemetriske utstyr 258 for å opprette en avbildning av arbeidsstedet.

Ultralydføleren 260 kan dreies eller være gjenstand for strålestyring (hvilket vil si elektrisk dreining eller stråleretting) for å av søke innsiden av brønnboringen.
25 Ultralydsignalene sendes ut i forutbestemt takt og de reflekterte signaler mottas av følerelementene 264 mellom påfølgende signalavfyringer fra senderen. Endearbeidsinnretningen 252 kan omfatte et arbeidselement 153 som kan dreies av innretningen 254 i retning av pilene 252a for å orientere arbeidselementet til en viss radial retning, og elementet kan også beveges vertikalt, slik som vist ved
30 pilene 252b, hvilket vil si, i lengderetninger for å forflytte arbeidselementet 253 oppover eller nedover i borehullet, hvilket muliggjør posisjonsinnstilling av arbeidselementet til hvilken som helst ønsket plassering i brønnboringen. Føleren 260 og endearbeidsinnretningen 252 er dreibare uavhengige av hverandre.

Føleren 260 kan også være anordnet på oversiden av endearbeidsinnretningen 252.

Som vist i verktøyet 250' i fig. 5B, kan følerelementene 264' være anordnet på legemet 255 for endearbeidsinnretningen 252' omkring endearbeidselementet 253'. Følerelementene 264' kan være anordnet på en hvilken som helst ønsket måte for å avbilde et avsnitt av brønnboringen eller hele det indre av brønnen. Verktøyet kan beveges langs retninger som angitt ved pilene 252a' og 252b'. Den vertikale lengdeutstrekning av følerelementene 264' samt avstanden mellom elementene fastlegger den vertikale avbildningssveiping og oppløsningen. På lignende måte bestemmer den horisontale utstrekning av følerelementene 264' og avstanden mellom dem, den radiale sveiping og oppløsning. Alternativt kan følerelementene være anordnet på verktøyet for å rette signalet nedover i borehullet, slik som vist i fig. 5C hvor følerelementene 264'' er anordnet på den nedre ende (bunnen) av et betjeningsverktøy 250''. Dette gjør det mulig for betjeningsverktøyet 250'' å avbilde en gjenstand eller et arbeidssted nedenfor betjeningsverktøyet 250'' i borehullet.

Fig. 5D viser det borehullsbetjeningsverktøy 250 som er vist i fig. 5A anbrakt i nærheten av en forgrening 304 mellom en hovedbrønnboring 300 og en avgrening eller lateral brønnboring 302. Verktøyet 250 kan anvendes for å avbilde forgreningen 300 og utføre en arbeidsoperasjon på denne. Verktøyet 250 frembringer en avbildning av forgreningen 304 og sender denne til jordoverflaten før noen arbeidsoperasjon utføres. Denne avbildning kan anvendes for posisjonsinnstilling av verktøyet 250 på det ønskede sted og å orientere verktøyet 250 korrekt inntil forgreningen 304. Den ønskede arbeidsoperasjon kan da utføres på forgreningen 304, idet denne kan omfatte en vindusutskjæringsprosess, en rømningsprosess, sementering, sveising, avtetting eller en hvilken som helst annen ønsket arbeidsprosess.

Fig. 6A viser en skjematisk skisse av utstyr 710 for å oppnå et stillbilde og/eller videoavbildning av det indre av en brønnboring eller en gjenstand i brønnboringen. Utstyret 710 omfatter et nedihullsverktøy 720 som inneholder et kamera for å ta bilder av arbeidsstedet, samt en mekanisme for utskifting av det ikke-gjennomsiktige fluid omkring arbeidsstedet med et gjennomsiktig eller hovedsakelig gjennomsiktig fluid. Av bekvemmelighetshensyn og for å lette

forklaringen og forståelsen, men ikke som en begrensning, viser utstyret 710 bare avbildningsinnretningen, hvilket vil si uten noe endearbeidsutstyr.

Utstyret 710 omfatter et borehulls-avbildningsverktøy 720 for nedføring fra en plattform 11 for en derrick 12 inn i en brønnboring 122 ved hjelp av en egnet innføringsinnretning 124, slik som en rørledning eller kabelline. Avbildningsverktøyet 720 har et rørformet ytterhus 726, som er innrettet for forbindelse med innføringsinnretningen 724 over et egnet koplingsstykke 719. Verktøyhuset 726 inneholder de forskjellige elementer av avbildningsverktøyet 720. Bunnpartiet av huset 726 inneholder en kameraseksjon 728, som rommer et inntrekkbart kamera 730. Kameraet 730 kan beveges inne i et kamerahus 732 ved hjelp av hydrauliske eller elektriske midler, slik som en motor, som her er generelt anvist ved henvisningstallet 734. De elektriske kretser og effektkilder nede i borehullet for å drive og regulere kamerabevegelsene er fortrinnsvis anbrakt i en felles seksjon 736 for elektriske kretser. Elektriske forbindelser mellom kameraseksjonen 728 og seksjonen 736 for elektriske kretser er opprettet ved hjelp av egnede ledningstråder og koplingsforbindelser mellom de to seksjoner. Kameraet 730 kan i sin inntrukne stilling, som er vist ved heltrukne linjer 730, være avtettet fra den ytre omgivelse ved lukking av en luke eller dør 738. Luken kan være innrettet for å åpnes utover, slik som vist ved stiplet linje 738a eller som en glidedør (ikke vist). I den fullt inntrukne stilling befinner kameraet 730 seg fullstendig inne i huset 728, således at luken 738 kan lukkes for avtetting av kameraet 730 fra de ytre omgivelser.

I den fullt fremtrukne stilling strekker kameraet 730 seg ut tilstrekkelig langt fra kameraseksjon 728 eller enhver hindring, slik som vist ved stiplet linje 730a, til at kameraet 730 kan dreies 360 grader og kan ta uavskjermede bilder av sine omgivelser. En lyskilde 740 festet nær kameraet gir tilstrekkelig lys til at kameraet kan ta bilder nede i borehullet. Ytterligere lyskilder (ikke vist) kan være anordnet på verktøylegemet 726 for å gi lys i alle retninger. Kameraet 730 kan være fokusert i retning nedover, som vist i fig. 6A, eller horisontalt som vist i fig. 6B, eller eventuelt i hvilken som helst ønsket retning i avhengighet av den tilsiktede anvendelse.

Avbildningsverktøyet 720 inneholder en fluidinnsprøytningsseksjon 744 for å avgi et hovedsakelig gjennomsiktig fluid (her angitt som klart fluid) inn i brønnboringen. Fluidinnsprøytningsseksjonen 744 er fortrinnsvis anbrakt på oversiden

(oppover i hullet) av kameraseksjonen 728. Fluidinnsprøytningsseksjonen 744 omfatter en eller flere kamre, slik som 746a og 746b, for lagring av det klare fluid i disse. En pumpe 746 i seksjonen 744 anvendes for regulerbar innsprøytning av det klare fluid fra kamrene 746a-746b i brønnboringen under kameraseksjonen

5 728 gjennom en fluidledning 748. Fluidledningen 748 løper fra fluidinnsprøytningsseksjonen 744 gjennom kameraseksjonen 728 til et utløpspunkt 748a på undersiden av kameraseksjonen 728. Alle elektriske reguleringskretser nede i borehullet og de tilhørende effektforsyninger for å drive pumpen 746 rommes fortrinnsvis i den elektriske seksjon 736.

10 En regulatorenhet 770 på overflaten og anbrakt på et passende sted på riggplattformen 711 styrer fortrinnsvis driften av avbildningsutstyret 710. Reguleringsenheten 770 omfatter en egnet datamaskin, tilhørende datalager, en opptaker for å ta opp data samt en fremviser eller monitor 772. Arbeidsfunksjonen for slike reguleringsenheter, slik som reguleringsenheten 770, er kjent i og for seg og vil

15 således ikke bli beskrevet i detalj her.

Arbeidsfunksjonen for avbildningsutstyret 710 vil nå bli beskrevet i forbindelse med opptak av en avbildning av en gjenstand, slik som gjenstand 750 som er fastklemt i brønnboringen 722. For å oppnå en avbildning av gjenstanden 750, må plasseringen av gjenstanden først bestemmes. Et antall teknikker er blitt anvendt

20 ved oljefelt-anvendelser for å bestemme plasseringen av en gjenstand eller et arbeidssted i en brønnboring. Alle slike teknikker eller fremgangsmåter kan anvendes for å bestemme plasseringen av gjenstanden 750 i samsvar med foreliggende oppfinnelse. Verktøyet 720 føres så inn i brønnboringen 722 inntil bunnen 752a av fluidreturrøret 752 befinner seg under den øvre ende 750a av den

25 gjenstand som skal avbildes. Pakningen 733 blir så oppblåst for slik innstilling i brønnboringen 722 at brønnboringpartiet 722a under kameraseksjonen 728 avettes fra brønnboringseksjonen 722b på oversiden av pakningen 733. Pumpen 746 blir så aktivert fra regulatorenheten 770 på jordoverflaten for å sprøyte inn klart fluid fra kamrene 746a-b inn i brønnboringpartiet 722a gjennom fluidled-

30 ningen 748. Innsprøytningen av det klare fluid inn i partiet 722a bringer det brønnboringfluid som foreligger i partiet 722a til å trenge inn i fluidrøret 752, slik at dette fluid avgis inn i brønnboringpartiet 722b på oversiden av pakningen 733 gjennom en portåpning 752b. Denne prosess fortsetter inntil brønnboringfluidet

mellom åpningen 752a og kameraseksjonen 728 er blitt erstattet med klart fluid. Dette klare fluid er fortrinnsvis lettere enn brønnboringfluidet og vil da ikke blandes med brønnboringfluid. Et slikt klart fluid vil når det sprøytes inn i brønnboringpartiet 722a over alt erstatte brønnboringfluidet. Ved noen anvendelser vil det være nødvendig å fortsette innsprøyting av ytterligere klart fluid for fullstendig å drive ut brønnboringfluidet fra partiet 722a. Utstyret i henhold til foreliggende oppfinnelse kan anvende en kilde for klart fluid på jordoverflaten (ikke vist) i stedet for i kamrene nede i borehullet. I denne utførelse tilføres det klare fluid kontinuerlig til kamrene 746 fra en kilde på overflaten gjennom en ledning anbrakt i innføringsutstyret 724. En slik anordning kan være nødvendig når store mengder klart fluid er påkrevet for å vaske ut brønnboringfluidet.

Etter at gjenstanden 750 er blitt utsatt for det klare fluid, åpnes kamera-døren 738 og kameraet 730 senkes ned til sin fullt uttrukne stilling 730a. For å oppnå avbildninger av gjenstanden 750, slås kameralysene 740 på, kameraet 730 orienteres til en ønsket stilling og kameraet settes i gang for å ta bilder av gjenstanden 750. Bildene fra kameraet overføres av borehullsreguleringskretsene i seksjon 736 til regulatorenheten 770 på jordoverflaten over en to-veis telemetri-forbindelse 725. Avbildningene vises frem på monitoren 772. Operatøren kan orientere kameraet i hvilken som helst ønsket retning og fortsetter å ta opp bilder. Hvis et videokamera anvendes, vises de bevegelige bilder på monitoren. Avbildningene registreres i den opptaker som står i forbindelse med overflate-regulatorenheten 770.

Fig. 6B viser anvendelse av det avbildningsutstyr 710 som er beskrevet ovenfor, ved henvisning til fig. 5D for å oppnå avbildninger av et sammenløp 760 mellom en hoved-brønnboring 722 og en forgrenet brønnboring 723. For å oppnå avbildninger av sammenløpet 760, anbringes først en pakning 735 i brønnboringen 722 mellom sammenløpet 760 for fullstendig avtetting av det brønnboringparti 722c som ligger på undersiden av pakningen 735. Avbildningsverktøyet 720 føres så ned i brønnboringen 722 slik at pakningsfremspringene 733 befinner seg helt på oversiden av sammenløpet 760, mens åpningen 752a for fluid-returledningen 752 befinner seg på undersiden av sammenløpet 760. Avbildningsverktøyet 720 settes i drift som beskrevet tidligere for å erstatte brønnboringfluidet i brønnboringpartiet 722a' mellom pakningene 733 og 735 med klart fluid. Kame-

raet 730 blir så orientert i retning av sammenløpet 760 for å oppnå de ønskede avbildninger. Avbildninger av andre gjenstander i brønnboringen, samt et hvilket som helst avsnitt av brønnboringen kan oppnås ved hjelp av avbildningsutstyret 710 på den måte som er beskrevet ovenfor.

5 Fig. 6C viser en annen utførelse av borehullsavbildningsverktøyet 800. Avbildningsverktøyet 800 omfatter en bøyelig og oppblåsbar innretning 810 ved den nedre ende av verktøyet 800. En fluidinnsprøytningsanordning 812 i verktøyet 800 sprøyter inn et fluid i anordningen 810, slik at denne blåses opp. Fluidinnsprøytningsanordningen 812 inneholder fortrinnsvis en fluidpumpeseksjon 814
10 med en indre reversibel pumpe for innsprøytning eller pumping av et fluid fra kamret 816 inn i innretningen 810 og omvendt.

 Fig. 6D viser et tverrsnitt av den fleksible opp-pumpbare innretning 810. Denne innretning omfatter en blære 840 utført i et fleksibelt materiale, slik som gummi. Flere følere 842 er anordnet på innsiden 840a av blæren 840 slik at de
15 danner en matrise eller et gitter, slik som angitt i fig. 6D. Hver slik føler avgir et signal tilsvarende deformasjonen av det blæreavsnitt som føleren er festet til, i forhold til en forutbestemt norm. Signalene fra hver slik føler overføres til en reguleringskrets 816 nede i borehullet over en leder 844 og en kommunikasjonsforbindelse 848. Fluidledningen 846 gir tilgang til blærens innside 840a. Reguleringskretsen 816 nede i borehullet regulerer arbeidsfunksjonen for pumpeseksjonen 812, mottar data eller signaler fra hver av følerne 842, behandler disse signal og er i stand til å håndtere signalene til å frembringe en avbildning. Reguleringskretsen 816 nede i borehullet kan da overføre de behandlede signaler til en
20 regulatorenhet på jordoverflaten, slik som en enhet 970 vist i fig. 17, og som frembringer avbildningen basert på en modell som er lagret i regulatorenheten. Denne modellen er forut fastlagt eller forut definert basert på geometrien av den fleksible innretning 810, samt konfigurasjonen av følerne 842. Modellen er lagret i et datalager nede i borehullet og tilordnet borehullsregulatorkretsen 816 når
25 utstyret er utført for å beregne modellen nede i borehullet.

30 Arbeidsfunksjonen for verktøyet 800 vil nå bli beskrevet i sammenheng med opptak av en avbildning av et sammenløp mellom hovedbrønnboringen 822 og den avgrenede brønnboring 823. For å oppnå en avbildning av sammenløpet 860, føres verktøyet 800 ned i hovedbrønnboringen 822 inntil den fleksible innretning

befinner seg inntil sammenløpet 860. Fluidet fra fluidseksjonen 812 blir så sprøytet inn i den fleksible innretning 810 slik at denne innretning blåses opp. Et parti av den fleksible innretning ved sammenløpet 860 vil da anta en form som tilsvarer omrisset av sammenløpet 860. Reguleringskretsen 816 nede i borehullet måler

5 signalene fra hver av følerne 842 og behandler disse signaler slik som beskrevet ovenfor, for å oppnå avbildningen av sammenløpet. Avbildningen av en gjenstand i borehullet, slik som gjenstanden 850 som er vist i fig. 6B, oppnås ved oppblåsing av den fleksible innretning 810 slik at den kommer til anlegg mot gjenstanden.

Fig. 7-16 viser utførelser av visse nedihullsverktøy som er innrettet for å

10 avbilde et arbeidssted av interesse, samt å utføre en ønsket arbeidsoperasjon på arbeidsstedene i forut fremstilte brønnboringer under en eneste innføring i brønnboringen i samsvar med foreliggende oppfinnelse.

Fig. 7 viser en utførelse av et borehullsbetjeningsverktøy 350 som kan fremføres av et rørformet legeme 358, slik som et borerør. Endearbeidsinnret-

15 ningen 352 er en freseinnretning og er anordnet i den nedre ende av fremføringslegemet 358. En passende avbildningsinnretning 354 er plassert ovenfor freseinnretningen 352. En ledningskanal i legemet 358 kan anvendes for å tilføre hydraulisk eller elektrisk effekt til verktøyet 350. En reguleringsenhet, andre følere, samt tilordnede elektriske kretser og et telemetrisk utstyr kan være anordnet i

20 verktøyet 350, slik som beskrevet tidligere. I drift avbildes arbeidsstedet eller den gjenstand som skal freses av avbildningsføleren 354 og freseoperasjon utføres av freseinnretningen 352. Avbildninger av det området som freses utledes periodisk for å sikre at freseprosessen utføres korrekt. Andre endearbeidsinnretninger, slik som verktøy for å bestemme tetningstilstanden for vinduer, kan være anordnet

25 sammen med freseinnretningen 352.

Fig. 8A viser et borehullsbetjeningsverktøy 370 som kan anvendes for å avbilde et område i brønnboringen 375 og derpå bore ut den laterale brønnboring 377 og/eller lette gjeninnføring av en endearbeids-innretning i den laterale brønnboring 377. For å bore ut den laterale brønnboring 377 er verktøyet 370 plassert

30 på oversiden av en ledetube eller en hvilken som helst annen egnet gjeninnføringsinnretning 379. En avbildningsinnretning 380 frembringer avbildninger av det område hvor den laterale brønnboring 377 skal utbores, og denne avbildning kan da anvendes for å posisjonsinnstille og orientere utboringselementet (borkrone)

372. Da avbildningen er tilgjengelig, kan operatøren innstille fastspenningsinnretningene 382 for å bringe innretningen 372 til å utføre en arbeidsoperasjon ved et sammenløpspunkt 377a uten at det først er nødvendig å installere gjeninnføringsinnretningen 379, slik at en ytterligere innføring i borehullet unngås. Verktøyet 370

5 kan anvendes på samme måte for på nytt å trenge inn i brønnboringen 377 og utføre sekundære arbeidsoperasjoner i avgreningsbrønnboringen 377, og derved unngå en ekstra innføring for å installere gjeninnføringsinnretningen 379.

Fig. 8B og 8C viser en annen utførelse av et borehullsbetjeningsverktøy 385 som kan anvendes for å trenge inn i en avgreningsbrønnboring 377 fra en

10 hovedbrønnboring 375 uten bruk av en gjeninnføringsinnretning, slik som en ledetkile eller en avleder. Borehulls-betjeningsverktøyet 385 omfatter en ende-arbeidsinnretning i den nedre ende av betjeningsverktøyet 385, en egnet avbildningsinnretning 387 og en borehullsdrevet orienteringsinnretning 388 for verktøyet. Innretningen 388 er fortrinnsvis en hydraulisk eller elektrisk drevet skjot

15 av gaffeltype som utbøyer partier av verktøyet 385 på oversiden og undersiden av innretningen 388 opp til en forutbestemt største utbøyningsvinkel. Betjeningsverktøyet 385 senkes ned i hovedbrønnboringen 375 til en kjent avstand over sammenløpet 377a. Avbildningsinnretningen 387 frembringer avbildninger av sammenløpet 377a. Operatøren orienterer så verktøyet 385 og aktiverer innretningen

20 388 til utbøyning av verktøyet 385 i en forutbestemt vinkel. Innretningen låses i den utbøyde stilling og verktøyet 385 senkes fortsatt ned i brønnboringen. Fortsatt innføring av verktøyet 385 bringer det da til å trenge inn den avgrenede brønnboring 377, slik som vist i fig. 8C.

Så snart bunnende-innretningen 386 har trengt inn i den avgrendede brønnboring 377, låses innretningen 388 opp, hvilket gjør det mulig for frontpartiet av verktøyet 385 å rettes ut etterhvert som det beveges videre inn i den avgrenede brønnboring 377. Etter at verktøyet 385 er blitt ført inn til det ønskede arbeidssted i den avgrenede brønnboring 377, anvendes endearbeidsinnretningen 386 til å

25 utføre den ønskede arbeidsoperasjon. Den angitte konfigurasjon av betjeningsverktøyet i figurene 8B-8C gjør det mulig for operatøren å (a) føre betjeningsverktøyet 385 inn i en forgrenet eller lateral brønnboring 377 uten bruk av noe sekundærutstyr, slik som en avleder, og (b) avbilde et ønsket arbeidssted i den avgrenede brønnboring samt utføre en ønsket arbeidsoperasjon på arbeidsstedet

30

under en enkelttur i brønnboringen. Ved hjelp av betjeningsverktøyet 385 unngås to innføringer ned i borehullet, nemlig en for å installere en avleder, slik som den viste avleder 379 i fig. 8, samt en annen innføring for å avbilde arbeidsstedet før arbeidet utføres på dette arbeidssted.

5 Fig. 8D viser en alternativ innretning 390 for å bringe betjeningsverktøyet 385 til å trenge inn i den avgrenede brønnboring uten bruk av en avleder. Innretningen 390 omfatter flere armer eller deler som kan bringes til å rage ut fra betjeningsverktøylegemet til anlegg mot brønnboringveggen 375a. Ved hensiktsmessig utrivning av delene 392 mot brønnboringveggen 375a bringes verktøyet til å
10 trenge inn i avgreningsbrønnboringen 377.

 Det viste gaffelledd 388 i fig. 8B og armstykkene 392 som er vist i fig. 8D, drives av sine respektive reguleringsenheter i betjeningsverktøyet 385. Regulatorenheten (fig. 1) nede i borehullet regulerer arbeidsfunksjonen for disse innretninger basert på instruksjoner som tilføres fra overflate-regulatorenheten 70
15 eller lagrede programmerte instruksjoner nede i borehullet. Betjeningsverktøyet kan også være programmert til å lokalisere avgreningspunktet 377a og bringe verktøyet 385 til å trenge inn i avgreningsbrønnboringen 377. Det betjeningsverktøy som er vist i fig. 8B-8C kan således lokalisere en lateral eller multilateral avgrening, innstille eller orientere seg selv og trenge inn i den laterale brønnboring
20 uten bruk av ytterligere utstyr, slik som avledere og ledékiler, samt deretter utføre et endearbeide i den laterale brønnboring under en enkelttur ned i borehullet.

 Fig. 9 viser en utførelse av et betjeningsverktøy 400 med en avbildningsinnretning 420 og en pakning 410 som endearbeidsinnretning. Betjeningsverktøyet 400 er vist fremført av et rørstykke 402 i et åpent hull 404. Pakningen 410 har et
25 oppblåsbart pakningselement 412, som når det er oppblåst avtetter et ringformet område mellom pakningen 410 og brønnboringen 404. Pakningen 410 er festet til rørstykket 402 ved hjelp av en skjæringsbolt 406 med et svekningspunkt 406a som kan avskjæres for å skille pakningen 410 fra rørstykket 402. En avbildningsinnretning 420 for avbildning av det rørformede område 407 mellom pakningen
30 410 og brønnboringen 404 er anbrakt på oversiden av svekningspunktet 406a.

 For å innstille pakningselementet 412 i det ringformede område 407 posisjonsinnstilles verktøyet 400 slik i brønnboringen 404 at pakningen 410 befinner seg på tvers av området 407. Pakningen 410 innstilles ved å innføre et herdnings-

fluid, slik som sement, epoksy eller annet egnet materiale, inn i pakningselementet 412. Hvis en akustisk innretning anvendes som avbildningsinnretning, vil dens reaksjonskarakteristikk være en funksjon av den måte hvorpå det ringformede område er lukket med herdningsmateriale. Data fra avbildningsinnretningen 420 analyseres for å fastlegge kvaliteten av bindingen mellom pakningselementet 412 og formasjonen 404. Basert på den avbildede karakteristikk kan den mengde herdningsmateriale som tilføres pakningselementet 412 justeres for å forbedre tetningens fasthet. Etter at pakningen 410 har festet seg, avskjæres bolten 406 for å gjenvinne betjeningsverktøyet 400 fra brønnboringen 404.

Fig. 10A og 10B viser utførelseseksempler på borehullsbetjeningsverktøy for avbildning av et arbeidssted av interesse og utføre sveiseoperasjoner på arbeidsstedet i løpet av en eneste innføring i brønnboringen. Fig. 10A viser betjeningsverktøyet 450 for sveising av en skjøl 434 mellom en foring 430 i en hovedbrønnboring 435 og en foring 432 i en avgrenet eller lateral brønnboring 437. Sveiseverktøyet 450 omfatter en sveiseinnretning 452 i sin nedre ende i borehullet. Sveiseverktøyet 452 kan også omfatte en freseinnretning 456 for å bearbeide eller utglatte eventuell ujevn sveising som er utført av sveiseinnretningen 52. En avbildningsinnretning 458 er fortrinnsvis anbrakt på oversiden av sveiseinnretningen 452 og freseinnretningen 456. Sveiseinnretningen 452 er koplet med et dreibart forbindelsesledd 453 i verktøyet 450. Hvis en freseinnretning 456 anvendes, er den på liknende måte fortrinnsvis anordnet i betjeningsverktøyet 450 over dreibare forbindelsesledd 455a og 455b. Det dreibare forbindelsesledd 453, samt 455a og 455b gjør det mulig for sveiseinnretningen 452 og freseinnretningen 456 å dreies uavhengig i brønnboringen 435. Betjeningsverktøyet 450 omfatter også en regulatorenhets 461 for posisjonsinnstilling og orientering av verktøyet 450 i foringen 430, samt andre ønskede innretninger 462. En sentral prosessor 460 behandler signaler og data fra innretningene nede i borehullet og kommuniserer med datamaskinen 70 (fig. 1) på jordoverflaten over en toveis telemetri-forbindelse 464.

For å sveise sammen foringene 430 og 432 i skjølten 434, innføres betjeningsverktøyet 450 i foringen 430 ved hjelp av egnet fremføringsutstyr 451. Avbildningsinnretningen 456 frembringer en avbildning av skjølten 434 for overflate-regulatorenhets 70 (fig. 1). Sveiseinnretningen 452 posisjonsinnstilles inntil

skjøttestedet 434. Sveisespissen eller sonden 454, som har sine egne frihetsgrader, innstilles på skjøttestedet for å utføre sveiseoperasjonen. Sveisesonden 454 kan trekkes ut radiallyt og/eller aksialt for å anbringe sonden 454 på et hvilket som helst ønsket sted i foringen 430. Den aksiale bevegelse av betjeningsverktøyet 450, dreiebevegelsen av forbindelsesleddet 453, samt den aksiale og radiale bevegelse av sonden 454 gir de nødvendige bevegelsesfrihetsgrader for å posisjonsinnstille sveisesonden 454 til et hvilket som helst ønsket sveistede i foringen 430. En eller flere borehullskontrollerte og uavhengig drevne stabilisatorer eller radiallyt utdrivbare armer 466 eller hvilke som helst annet egnet utstyr kan anvendes for å drive sonden 454 mot det skjøttested 434 som skal sveises.

Avbildningsinnretningen 456 kan anvendes for å avbilde skjøttestedet 434 etter sveiseoperasjonene eller med mellomrom under sveisearbeidet for å sikre kvalitet og fasthet for sveisene 434a. Verktøyet 450 kan derpå posisjonsinnstilles på nytt for å anbringe freseinnretningen 456 inntil sveisen 434a. Freseinnretningen 456 har en freseflate 456a på sin utside, og som er skjøvet frem for fast anlegg mot sveisen 434a for å glatte ut denne sveis. En hvilken som helst egnet sveiseinnretning, inkludert kommersielt tilgjengelige mekaniske sveiseinnretninger, kan anvendes i betjeningsverktøyet 450.

Fig. 10B viser en måte hvorpå sveiseverktøyet 450 kan anvendes for å sveise en anordning 470, slik som en permanent pakning, en plugg eller en plate under platen på innsiden av brønnforingen 475. For å sveise anordningen 470 på innsiden av foringen 475 anbringes betjeningsverktøy 450 på oversiden av anordningen 470 for å avbilde det arbeidssted 471 hvor det skal sveises. Verktøyet 450 blir så posisjonsinnstilt på nytt for å anbringe sveisesonden 454 mot området 471. Sveiseoperasjonen utføres så på den måte som er beskrevet ovenfor. Det bør bemerkes at bare en type sveiseinnretning er blitt beskrevet ovenfor for å utføre valgte sveiseoperasjoner med det formål å beskrive oppfinnelsesbegrepet. Hvilke som helst andre egnede sveiseinnretninger kan anvendes sammen med betjeningsverktøyet 450 for å utføre en hvilken som helst type sveiseoperasjoner.

Fig. 11 og 12 viser et betjeningsverktøy 500 for å utføre utprøvningsoperasjoner i brønnboringen. Fig. 11 viser en konfigurasjon for utprøving av tettheten i en avtetning. I det viste eksempel i fig. 11 anbringes en avtetning 514 i en lateral brønnboring 512 som er utformet ut i fra en hovedbrønnboring 510.

Betjeningsverktøyet 500 er vist innført i hovedbrønnboringen 510. Det omfatter en egnet avbildningsinnretning 502, en innretning 504 for å avgi høytrykksfluid inn i brønnboringen 510, samt et par pakningsstykker 506a og 506b i innbyrdes avstand på betjeningsverktøyet 500 for avtetting av en sone av interesse 518 i brønnboringen 510. For å utprøve tettheten av avtettingen 514, anbringes betjeningsverktøyet 500 inntil brønnboringsammenløpet 515 for å frembringe en avbildning av sammenløpet 515, idet denne avbildning anvendes for å posisjonsinnstille verktøyet 500 på en slik måte at den øvre pakning 506a befinner seg på oversiden av brønnsammenløpet 515 og den nedre pakning 506b befinner seg på undersiden av sammenløpet 515. Pakningene 506a-506b innstilles da slik som vist i fig. 11 for å avtette det romområdet 518 som er lukket av tetningen 514, den øvre pakning 506a og den nedre pakning 506b. Trykksatt fluid blir så avgitt fra innretningen 504 inn i romområdet 518 gjennom åpninger 504a. Trykkfallet i romområdet 518, hvis det foreligger et slikt trykkfall, måles over en forutbestemt tidsperiode, hvilket gir en anvisning om avtettingens tetthet.

Fig. 12 viser en konfigurasjon av et betjeningsverktøy 520 for bruk ved utprøving av en produksjonssone eller reservoar 525. Denne konfigurasjon er hovedsakelig lik den viste verktøykonfigurasjon i fig. 11. Fig. 12 viser et foret borehull 540 med en produksjonssone 539. Foringen 530 har flere perforeringer 532 hvorigjennom fluider fra reservoaret 525 trenger inn i foringen 530 i sonen 539. Periodisk utprøving av produksjonssoner utføres vanligvis under levetiden av slike soner for å bestemme fluidstrømningen fra hver sone eller en del av denne, for derved å kunne bygge opp og oppdatere reservoarmodeller og anslå fremtidig produksjon fra slike reservoarer. For å utprøve en produksjonssone, slik som sone 539, avbilder verktøyet 520 den perforerte sone 542 (arbeidsstedet). Avbildningen anvendes blant annet til posisjonsinnstilling av verktøyet 520 nær perforeringene 532. Pakningene 526a og 526b innstilles i foringen 530 for avtetting av sonen 539 mellom pakningene 526a-526b. En utprøvningsinnretning 524 bli så utnyttet for å utføre den ønskede utprøving. Den viste utprøvningsinnretning 524 har en strømningsreguleringsventil 524a for å regulere fluidstrømningen fra reservoaret inn i verktøyet 530. Det mottatte fluid kan da samles opp i kammeret 527 for ytterligere analyse eller utslipp i brønnboringen på oversiden av den øvre pakning 526a. Utprøvningsinnretningen 524 kan også omfatte tempe-

raturfølere, trykkfølere og kan videre omfatte utstyr for å bestemme kjemiske og/eller fysiske egenskaper ved fluidene, innbefattet egenvekt, olje-, gass-, og vann-innhold i formasjonsfluidet. For å bestemme trykk- og temperaturoppbygning, slik det vanligvis utføres for reservoar-modellering, lukkes ventilen 524 og de påkrevde målinger gjøres over en forutbestemt tidsperiode. Enhver annen type utprøvningsutstyr kan også anvendes i tillegg til eller som et alternativ til innretningen 424. Den avbildning av perforeringssonen 539 som oppnås, gjør det mulig for en operatør å posisjonsinnstille verktøyet 530 nøyaktig inntil de ønskede perforeringer 532. Pakningen 526a og 526b kan være utført slik at de kan gli over verktøyet 530, slik at lengdeutstrekningen av sonen 539 kan innstilles nede i borehullet.

Det vil være åpenbart at fig. 11 og 12 viser spesielle utførelseseksempler hvor betjeningsverktøyet i henholdt til foreliggende oppfinnelse kan anvendes for avbildning av et arbeidssted i en brønnboring, samt derpå å utføre en utprøving under en enkelttur i brønnboringen. Enhver annen egnet utprøvningsinnretning kan anvendes for de foreliggende formål i henhold til oppfinnelsen.

Fig. 13 og 14 viser eksempler på betjeningsverktøyet i henhold til foreliggende oppfinnelse for utførelse av reparasjonsarbeider i forut ferdigstilte brønnboringer. Fig. 13 viser betjeningsverktøyet 550 fremført i en foret brønnboring 555 med en påført brønnforing 556. Brønnforingen 556 har flere perforeringer 558 inntil et reservoar 560. Betjeningsverktøyet 550 omfatter en passende avbildningsinnretning 564, samt en innretning eller enhet 566 for innsprøyting av fluider under trykk inn i brønnboringen 550. Reparasjonsarbeide i brønnboringen 555 kan omfatte innsprøyting av fluid (vann, sand, glass, kjemikalier eller blandinger av vann og tilsatser, etc.) under trykk gjennom perforeringene 558 for å øke strømmen av formasjonsfluider fra reservoaret 560 inn i brønnboringen 555. For å utføre slikt utbedringsarbeide anbringes betjeningsverktøyet 550 i brønnboringen 555 for å ta opp avbildninger av den perforerte sone 568. Disse avbildninger anvendes for å innstille verktøyet på nytt, hvis dette er nødvendig. Pakninger 570a og 570b innstilles på plass for å isolere den ønskede sone av interesse eller arbeidsstedet 568. Det ønskede fluid sprøytes så inn i sonen 568 av innretningen 566 gjennom reguleringsventilene 566a. Det ønskede fluid kan innføres over rørforbindelser 557 fra overflaten. Utstrømningen fra hver av reguleringsventilene

566a blir fortrinnsvis uavhengig regulert av en regulatorenhet 571 nedi i borehullet. Det ovenfor beskrevne utstyr er like anvendbart i fraktureringsanvendelser for åpning av hull.

Betjeningsverktøyet 550 som er vist i fig. 13, kan også inneholde en prøve-
5 innretning, slik som prøveinnretningen 572 av samme art som den viste prøve-
innretning 534 i fig. 11, for å utføre utprøvnig av sonen 568 for å fastlegge
effektiviteten av det utførte arbeidet. Det viste betjeningsverktøy 550 i fig. 13 kan
således anvendes for å avbilde et arbeidssted (produksjonssonen 568), utføre et
arbeid (utbedringsarbeid) på arbeidsstedet, og derpå fastlegge effektiviteten av det
10 arbeid som er utført under en eneste innføring i brønnboringen.

Under en brønnborings levetid er det iblant ønskelig eller til og med på-
krevet å avtette en produksjonssone eller en del av denne av slike grunner at
vedkommende sone produserer store vannmengder og hindrer strømmingen av
hydrokarboner fra andre produksjonssoner i samme brønnboring. Fig. 14 viser en
15 konfigurasjon av et betjeningsverktøy 580 i henhold til foreliggende oppfinnelse og
innrettet for avtetting av en produksjonssone 599 eller en del av denne med
sementering av sonen 599 og derpå bekrefte avtettingens helhet. Fig. 14 viser et
betjeningsverktøy 580 innført i en foret brønnboring 581 hvor det er innlagt en
veggforing 582. Foringen 582 har flere perforeringer 584 inntil et reservoar 585.

20 Betjeningsverktøyet 580 omfatter en egnet avbildningsinnretning 586, samt en
innretning eller enhet 588 for innføring av sementvelling under trykk i brønnbor-
ingen 581. Utbedringsarbeidet i brønnboringen 581 kan omfatte lukning av en
enkelt perforering 584a eller hele sonen 599 med flere perforeringer 584. For å
avtette sonen 599 posisjonsinnstilles verktøyet 580 i brønnboringen 581 for å ta
25 opp avbildninger av den perforerte sone 599. Disse avbildninger anvendes for å
nyinnstille verktøyet 580, hvis dette er nødvendig og pakningene 596a og 596b
settes på plass for å isolere den ønskede sone av interesse eller vedkommende
arbeidsdel av interesse 599. Sementen blir så sprøytet inn fra sementinnretningen
588 inn i sonen 599 gjennom reguleringsventiler 592b for avtetting av den tilsikt-
30 ede sone 599. Verktøyet 580 blir så atter tatt ut. For å sementere en enkelt
perforering, slik som perforeringen 584a, drives en bøyelig hette 590 på utsiden av
verktøyet 580 mot perforeringen 584a. Sement eller en annen ønsket fluid blir så
avgitt regulert fra en åpning 592a for å luke perforeringen 584a. Verktøyet 580 kan

også omfatte en utprøvningsinnretning 594 for å prøve den oppnådde tetthet ved sementeringsarbeide. Innretningen 594 kan være en strømningsmålerinnretning for å fastslå om noe fluid strømmer ut av den sementerte sone. Trykk- og temperaturmålende innretninger, samt innretninger for måling av resistivitet kan også anvendes som utprøvningsinnretninger. I tillegg kan avbildningsinnretningen 586 anvendes for å oppnå sekundære avbildninger av det sementerte arbeidssted for å bedømme effektiviteten av det arbeid som er utført. Det bør bemerkes at uttrykket sement anvendes her for generelt å bety herdningsmaterialer, innbefattet sementvelling, epoksy-materialer og alle andre egnede materialer. I noen tilfeller er det ønskelig og med hensikt å ødelegge en formasjon eller sone for å avtette uønsket produksjon av formasjonsfluider. Den ovenfor beskrevne fremgangsmåte kan også utnyttes ved slike anvendelser.

Fig. 15 og 16 viser eksempler på betjeningsverktøy i henhold til foreliggende oppfinnelse og innrettet for å utføre utfiskningsoperasjoner fra forut foreliggende brønnboringer. Fig. 15 viser et betjeningsverktøy 630 som er innført i en brønnboring 632 ved hjelp av en rørstreng 633. Betjeningsverktøyet 630 omfatter en egnet avbildningsinnretning 635 med en inntrekkbar avfølingsenhet for avbildning av en gjenstand, slik som en brønnfisk 640 som sitter fast i brønnboringen 632. Den avfølende avbildningsinnretning 635 omfatter en inntrekkbar sonde 637, som har en ytre spiss 639 som kan avsøke hele innsiden av brønnboringen 632. Sondespissen 639 er festet til en arm 641 som kan beveges radially og aksialt omkring et dreieledd 638. Leddet 638 kan beveges aksialt slik som vist ved de stiplede linjer 643, for derved å gi sondespissen 639 tilstrekkelig antall frihetsgrader til å kunne avsøke brønnboringen 632. Betjeningsverktøyet 630 omfatter en egnet utfiskningsinnretning for inngrep med brønnfisken 640, samt andre innretninger, følere, reguleringskretser og telemetriutstyr som samlet er gitt henvisningstallet 645. For å trekke ut brønnfisken 640 fra brønnboringen 632, kan betjeningsverktøyet 630 anbringes på oversiden av brønnfisken 640. Avbildningsinnretningen 635 avføler plasseringen og profilen av brønnfisken 640, hvilket kommuniseres til jordoverflaten. Verktøyet 630 blir da posisjonsinnstilt på nytt, utfiskningsinnretningen 644 aktiveres for inngrep med brønnfisken 640. Hvilken som helst andre egnede avbildningsinnretninger kan anvendes for avbildning av brønnfisken 640. Hvilken som helst andre egnede utfiskningsinnretninger kan også anvendes

for oppfinnelsens formål. Utfiskningsinnretningen kan f.eks. være av den type som griper fisken fra utsiden eller innsiden av brønnfisken 640. Den kan være av spyd-type eller en fiskeverktøy-innretning av den type som er beskrevet i US-patentskrift nr. 5,242,201, som herved tas inn her som referanse. Utfiskningsverktøyet 635

5 kan bore inn i brønnfisken 640 for sikkert inngrep med denne. Brønnfisken 640 kan da trekkes ut ved å føre verktøyet 630 ut av brønnboringen. Det bør være åpenbart at berøringsavbildningsinnretningen 635 kan omfatte mer enn én sonde og at slike avbildningsinnretninger kan anvendes i hvilke som helst av de betjeningsverktøy som er frembrakt i henhold til oppfinnelsen.

10 Fig. 16 viser bruk av et betjeningsverktøy 650 som er ført inn i en brønnboring 652 ved hjelp av en rørstreng 653. Betjeningsverktøyet 650 omfatter en egnet avbildningsinnretning 660, som omfatter en ultralyd- og befølingsinnretning. I det viste utførelseseksempel i fig. 16 er en brønnfisk 666 vist fastklemt i et utvaskningsområde 654 av brønnboringen 652. For å kunne trekke ut brønnfisken

15 666 anbringes verktøyet 650 i nærheten av fisken 666 for å avbilde denne ved hjelp av avbildningsinnretningen 660. Verktøyet 650 kan omfatte en eller flere gaffelledd-innretninger 672 som kan aktiveres fra jordoverflaten eller fra reguleringskretser 670 nede i borehullet for å posisjonsinnstille avbildningsinnretningen 660 og en utfiskningsinnretning 664 i utvaskningsområdet 654. Etter at avbild-

20 ningen er tatt opp, blir utfiskningsinnretningen 664 posisjonsinnstilt på nytt for inngrep med fisken 666. Brønnfisken 666 kan fjernes fra utvaskningsområdet 654 ved aktivering av gaffelleddene 672 på nytt. Brønnfisken 666 trekkes ut ved å føre verktøyet 650 ut av brønnboringen. Det bør bemerkes at hvilket som helst egnede avbildnings- og utfiskningsinnretninger kan anvendes for det foreliggende formål.

25 Utfiskningsverktøy i henhold til foreliggende oppfinnelse har fortrinnsvis tilstrekkelige bevegelsesfrihetsgrader til posisjonsinnstilling av verktøyet for uttrekk av brønnfisken fra et hvilket som helst sted i brønnboringen.

De hittil valgte eksempler på borehulls-betjeningsverktøy er blitt beskrevet ovenfor for å anskueliggjøre de grunnleggende særtrekk ved foreliggende opp-

30 finnelse. Det bør imidlertid forstås at mange andre endearbeidsinnretninger og avbildningsinnretninger kan anvendes for å avbilde en gjenstand og et arbeidssted i en brønnboring, samt for å utføre en ønsket arbeidsoperasjon på arbeidsstedet uten at det er påkrevet å ta ut betjeningsverktøyet fra brønnboringen, i samsvar

med foreliggende oppfinnelles særegenheter. Betjeningsverktøyet 200 (fig. 1) i henhold til foreliggende oppfinnelse kan anvendes for å lokalisere et svakt punkt i brønnforingen, slik som en sprekk eller grop, samt for å utføre sveising. Betjeningsverktøyet 200 kan anvendes for å utføre senkesmiingsarbeider nede i borehullet eller for å sprøyte inn polymerer i brønnboringen. I visse andre anvendelser er det imidlertid ønskelig å bekrefte inngrepet av et verktøy innført fra overflaten med en anordning nede i borehullet før det utføres en arbeidsoperasjon med et slikt verktøy. Betjeningsverktøyet i henhold til foreliggende oppfinnelse kan omfatte en inngrepsinnretning og en føler for å frembringe signaler som er forskjellige når verktøyet er i ferd med å tre i inngrep med innretningen nede i borehullet og når den er fullstendig og korrekt i inngrep. Betjeningsverktøyet kan omfatte uten begrensning hvilke som helst gripeinnretninger, innbefattet en innretning av patrontype, en retning av skruetype, en låseinnretning som er utført for låsefeste til eller på et motstykke tilordnet innretningen i borehullet, en innretning av konustype, en innretning som er utført for tilpasset sammenkopling med en tilpasningsprofil i borehulls-anordningen, eller en gripe- eller trykkaktivert innretning. For å utføre den ønskede arbeidsoperasjon, anbringes betjeningsverktøyet på et ønsket sted i brønnboringen og føleren aktiveres for å frembringe en reaksjon fra verktøyet. Verktøyet bringes så i inngrep med anordningen nede i borehullet. Føleren fortsetter å frembringe signaler i samsvar med inngrepsprosessen. Svartegneturen anvendes for å bekrefte korrekt inngrep av verktøyinnretningen med borehulls-anordningen.

I tillegg kan betjeningsverktøyet 200 omfatte en eller flere robot-innretninger som kan fjerne et legeme eller en føler, installere en føler eller en innretning, slik som en fluidregulerende ventil, fjerne en foring, utskifte deler, erstatte effektkilder, slik som batterier, turbiner etc., blåse opp en innretning, montere en innretning eller en del nede i borehullet ved bevegelse fra sin vanlige posisjon til en ny posisjon, slik som en glidemuffe fra en åpen stilling til en lukket stilling eller omvendt, samt utføre hvilken som helst annen ønsket arbeidsfunksjon. Avbildningsinnretningen i betjeningsverktøyet anvendes fortrinnsvis for å lokalisere den del som skal utskiftes, installeres eller håndteres.

Det er ofte ønskelig å måle utvalgte brønnboring- og formasjonsparametere enten før eller etter et endearbeide utføres. Ofte oppnås slik informasjon

ved å logge brønnboringen før endearbeidet utføres, hvilket vanligvis krever en ekstra verktøyinnføring i borehullet. Betjeningsverktøyet i henhold til foreliggende oppfinnelse, slik som verktøyet 200 vist i fig. 1, og andre verktøy som er vist i fig. 2-16 kan omfatte en eller flere loggeinnretninger eller følere. Ved arbeider som skal utføres i forede hull, slik som vist i fig. 10a-16, kan f.eks. en lokaliseringskrage inngå i betjeningsverktøyet 200 for å logge dybdeposisjonen av verktøyet 200 mens det vandrer nedover i borehullet. Lokaliseringskrager gir forholdsvis nøyaktige målinger av dybden i borehullet og kan anvendes for å vise samsvar med dybdemålinger som utføres fra overflateinstrumenter, slik som innretninger av hjultype. Lokaliseringskragens dybdemålinger kan anvendes for posisjonsinnstilling og plassering av avbildnings- og endearbeidsinnretningene på verktøyet 200 i brønnboringen. Også innretninger for inspeksjon av brønnforingen, slik som virvelstrøminnretninger eller magnetiske innretninger, kan anvendes for å bestemme foringens tilstand, slik som forekomsten av groper og sprekker. Likeledes kan en innretning for å bestemme sementbindingen mellom foringen og formasjonen inngå for å oppnå en sementbindingslogg under verktøyføringen nedover i borehullet. Informasjon om sementbindingens kvalitet og foringstilstanden er særlig nyttig ved brønnboringer som har vært i produksjon en relativt lang tid, eller brønner som produserer store mengder av sur råolje eller gass. I tillegg kan resistivitetsmålingsinnretninger anvendes for å fastlegge nærvær av vann i brønnboringen eller for å oppnå en logg over formasjonsresistiviteten. På lignende måte kan gammastråle-innretninger anvendes for å måle bakgrunnsstråling. Andre formasjonsvurderingsfølere kan også utnyttes for å frembringe tilsvarende logger under verktøyføring inn i eller ut av brønnboringen.

Beskrivelsen har hittil hovedsakelig vært gitt i sammenheng med et betjeningsverktøy som utnytter en avbildningsføler og en endearbeidsinnretning for å avbilde et arbeidssted i en brønnboring og utføre et valgt endearbeide. Som beskrevet tidligere, gir imidlertid betjeningsverktøyet i henholdt til foreliggende oppfinnelse bekreftelse med hensyn til kvaliteten og effektiviteten av det endearbeidet som er utført nede i borehullet under samme verktøyinnføring i hullet. Den generelle arbeidsfunksjon for de ovenfor beskrevne verktøy vil bli beskrevet ved hjelp av et eksempel på et funksjonelt blokkskjema som gjelder for det utstyr som er vist i fig. 1. Slike fremgangsmåter og arbeidsoperasjoner gjelder imidlertid i

like høy grad for andre borehullsbetjeningsverktøy som er utført i samsvar med foreliggende oppfinnelse. Slike arbeidsoperasjoner vil nå bli beskrevet under henvisning til fig. 17.

5 Borehulldelen av reguleringskretsen 900 omfatter fortrinnsvis en mikro-processor-basert reguleringskrets 910 nede i borehullet. Reguleringskretsen 910 bestemmer posisjonsinnstilling og orientering av verktøyet slik som vist i blokk 912. En krets 915 regulerer arbeidsfunksjonen for nedihullsverktøyet. Reguleringskretsen 910 regulerer også endearbeidsinnretningene, slik som skjæreverktøyet 914a og andre endeverktøyinnretninger, som er generelt betegnet med henvisningstallet 914n. Under drift mottar reguleringskretsen 910 informasjon fra andre 10 borehullsinnretninger og følere, slik som dybdeindikatoren 918 samt orienteringsinnretninger slik som akselerometre og gyroskop. Reguleringsenheten 900 kommuniserer med overflate-regulatorenheten 970 gjennom telemetriutstyr 939 i borehullet samt over en data- eller kommunikasjonsforbindelse 939a. Reguleringskretsen 910 regulerer fortrinnsvis også arbeidsfunksjonen for borehullsinnretningene, slik som effektenheten 934, stabilisatorer og andre ønskede borehullsinnretninger (ikke vist). Borehulls-reguleringskretsen 910 omfatter et datalager 920 for lagring av data og programmerte instruksjoner. Overflate-regulatorenheten 970 15 omfatter fortrinnsvis en datamaskin 930, som håndterer data, en opptaker 932 for opptak av avbildninger og andre data, samt en inngangsinnretning 334, slik som et tastatur eller en berøringskjerm for å føre inn instruksjoner, samt for å fremvise informasjon på monitoren 972. Overflate-regulatorenheten 970 og borehullsverktøyet kommuniserer med hverandre over egnet to-veis telemetri-utstyr. 20

Skjønt beskrivelsen hittil har være rettet på foretrukne utførelser av oppfinnelsen, vil forskjellige modifikasjoner være åpenbare for fagfolk på området. Det 25 er imidlertid ment at alle variasjoner innenfor rammen og begrepsinnholdet i de etterfølgende patentkrav skal være omfattet av beskrivelsen ovenfor.

P A T E N T K R A V

1. Nedihullsverktøy (200) for avbildning av et arbeidssted (304, 377a, 434,
5 750, 860, 640, 542) i et borehull (22) og for utførelse av en verktøyoperasjon på
arbeidsstedet under en enkelttur av nedihullsverktøyet i borehullet,

k a r a k t e r i s e r t v e d :

(a) en avbildningsinnretning (210) som bæres av nedihullsverktøyet for
avbildning av arbeidsstedet, hvilken avbildningsinnretning (210)
10 utgjøres av enten en akustisk innretning, en ultralyd-innretning (260),
en infrarød-innretning, en radiofrekvens-innretning, en mikrobølge-
innretning, en kontaktdannende innretning (635, 810), eller en
fiberoptisk-innretning;

(b) en arbeidsinnretning (212a, 212b) som bæres av nedihullsverktøyet
15 (200) for utførelse av verktøyoperasjonen ved arbeidsstedet (304,
377a, 434, 750, 860, 640, 542), der avbildningsinnretningen (210)
som bæres av nedihullsverktøyet (200) oppnår avbildningen av
arbeidsstedet og arbeidsinnretningen (212a, 212b) som bæres av
nedihullsverktøyet utfører operasjonen ved arbeidsstedet basert idet
20 minste delvis på den avbildningen som oppnås av avbildnings-
innretningen (210) under en enkelttur av nedihullsverktøyet i
borehullet, idet avbildningsinnretningen har en befølingsinnretning
(635) med en sonde (637) som strekker seg fra nedihullsverktøyet
(200) til kontakt med arbeidsstedet (640) for derved å avgi signaler
25 som er representative for en fysisk egenskap ved arbeidsstedet.

2. Nedihullsverktøy ifølge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t v e d a t avbildningsinnretningen er en ultralyd-innretning
(260) som omfatter:

30 (i) minst en sender (264) for avsending av signaler til arbeidsstedet; og

(ii) minst en mottaker (264', 264'') for mottak av signaler som
reflekteres av arbeidsstedet (304) som reaksjon på de overførte signaler.

3. Nedihullsverktøy ifølge krav 2,
karakterisert ved at den minst ene sender (264) og mottaker (264") er
plassert for å kunne frembringe avbildning nedihulls av nedihullsverktøyet (200).

5 4. Nedihullsverktøy ifølge krav 2,
karakterisert ved at den minst ene sender og mottaker er plassert i
nedihullsverktøyet (200) for å kunne frembringe avbildning av arbeidsstedet (304,
377a) plassert radially fra avbildningsverktøyet.

10 5. Nedihullsverktøy ifølge et av kravene 2-4,
karakterisert ved at avbildningsinnretningen (210) driver en sender ved
å sveipe over et forutvalgt frekvensområde for å finne frem til en effektiv drift-
frekvens, og for å fortsette å drive senderen ved en slik effektiv frekvens for å
frembringe data som representerer egenskaper ved arbeidsstedet.

15 6. Nedihullsverktøy ifølge krav 1,
karakterisert ved at avbildningsinnretningen (210) omfatter følger som
dreies for å frembringe data som representerer egenskaper ved arbeidsstedet.

20 7. Nedihullsverktøy ifølge et av kravene 1-6,
karakterisert ved at arbeidsinnretningen er enten (i) et fiskeverktøy
(660) for inngrep med en fisk (640, 666) i borehullet, (ii) en redekile (392), (iii) en
avleder (388), (iv) et gjeninnsettingsverktøy (375), (v) et anker (506, 540), (vi) en
pakning (733), (vii) en tetning (410), (viii) en plugg, (ix) et perforeringsverktøy, (x)
25 et fluid-stimuleringsverktøy (550), (xi) et syrebehandlingsverktøy, (xii) et fluid-
fraktureringsverktøy, (xiii) et freseverktøy (201), (xiv) et skjæreverktøy (20), (xv) et
utbedringsverktøy, (xvi) et boreverktøy (372), (xvii) et kapslingsverktøy, (xviii) et
sveiseverktøy (452), (xix) et deformeringsverktøy, (xx) et tetningsverktøy, (xxi) et
renseverktøy, (xxii) en innretning for installering et utstyr i borehullet, (xxiii) en
30 anordning for fjerning av utstyr fra borehullet, (xxiv) en testeinnretning (500) for
utførelse av en test i borehullet, (xxv) en inspeksjonsinnretning, (xxvi) et verktøy
(660) for inngrep med en nedihullsgjenstand for utførelse av en ønsket operasjon,

eller (xxvii) en innretning (580) for utførelse av et utbedringsarbeid ved arbeidsstedet (599).

8. Nedihullsverktøy ifølge et av kravene 1-7,

5 k a r a k t e r i s e r t v e d a t arbeidsinnretningen (210, 20, 254) er radially og longitudinalt i forhold til borehullet (22).

9. Nedihullsverktøy ifølge krav 1,

10 k a r a k t e r i s e r t v e d a t arbeidsinnretningen er en skjæreinnretning (20) som utfører skjæreoperasjoner med et høy trykkfluid.

10. Nedihullsverktøy ifølge krav 19,

15 k a r a k t e r i s e r t v e d a t skjæreinnretningen (20) øker fluidtrykk til det høye trykk gjennom suksessive trinn (34, P_1 - P_N) i nedihullsverktøyet.

11. Nedihullsverktøy ifølge et av kravene 1-6,

20 k a r a k t e r i s e r t v e d a t arbeidsinnretningen er et gjeninnsettingsverktøy (370, 385) som innbefatter en orienteringsinnretning (380, 388) som kan orienteres for å bringe gjeninnsettingsinnretningen inn i et side-borehull (377) som skjærer borehullet (22).

12. Nedihullsverktøy ifølge krav 11,

25 k a r a k t e r i s e r t v e d a t orienteringsinnretningen er valgt fra en gruppe innretninger bestående et gaffel-ledd (380), et bøyelig ledd (381) som drives av en reguleringskrets i nedihullsverktøyet, et bøyelig ledd som er fjernstyrt, og en avbøyningsinnretning (379) som innretter nedihullsverktøyet på nytt når avbøyningsinnretningen trykkes mot borehullet.

13. Nedihullsverktøy ifølge krav 1,

30 k a r a k t e r i s e r t v e d a t det omfatter en reguleringsenhet (218) som styrer driften av avbildningsinnretningen (210) og arbeidsinnretningen (212a, 212b).

14. En fremgangsmåte for avbildning av et arbeidssted (304, 377a, 434, 750, 860, 640, 542) som utgjør et aktuelt arbeidssted i et borehull (22) der en ønsket operasjon skal utføres ved hjelp av et nedihullsverktøy (200) under en enkelttur av nedihullsverktøyet i borehullet,

5 k a r a k t e r i s e r t v e d :

(a) plassering av et nedihullsverktøy (200) nær arbeidsstedet (304, 377, 434, 750, 860, 640, 542), hvilket nedihullsverktøy har en avbildningsinnretning (210) som er enten (i) en ultralyd-avbildningsinnretning (260), (ii) en befølings-avbildningsinnretning (635), (iii) en mikrobølge-avbildningsinnretning, (iv) en
10 infrarød-avbildningsinnretning, (v) en radiofrekvens-avbildningsinnretning, (vi) en fiberoptisk-avbildningsinnretning, eller (vii) en oppblåsbar kontaktinnretning (810);

(b) drift av en av nevnte avbildningsinnretninger for å få en avbildning av arbeidsstedet;

(c) anbringelse av en arbeidsinnretning (212, 212a) på
15 nedihullsverktøyet for utførelse av en ønsket arbeidsoperasjon ved arbeidsstedet; og

(d) plassering av arbeidsinnretningen (212, 212a) ved
arbeidsstedet (304, 377, 434, 750, 860, 640, 542) for utførelse av den ønskede operasjon basert idet minste delvis på avbildningen til avbildningsinnretningen
20 (210) under en enkelttur av nedihullsverktøyet i borehullet (22).

15. Fremgangsmåte ifølge krav 15,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den ønskede operasjon velges fra en gruppe bestående av en fiskeoperasjon for frigjøring av en fisk (640) i borehullet, en

25 ledekile-operasjon, en avleder-operasjon (379), en gjeninnsetningsverktøy-operasjon (365m, 385), en forankringsoperasjon (504), en pakningsoperasjon (506), en tetningsoperasjon (410), en pluggoperasjon, en perforeringsoperasjon, en fluidstimuleringsoperasjon (540), en syrebehandlingsoperasjon, en fluidfraktureringsoperasjon, en freseoperasjon (350), en skjæreoperasjon (20), en
30 boreoperasjon (375), en kapslingsoperasjon, en sveiseoperasjon (450), en hullrensingsoperasjon (555), en operasjon for installering eller fjerning av en innretning eller en testoperasjon (500).

16. Fremgangsmåte ifølge krav 14 eller 15,
karakterisert ved at avbildningsinnretningen (200) er en ultralyd-
avbildningsinnretning (252).

5 17. Fremgangsmåte ifølge krav 16,
karakterisert ved at avbildningsinnretningen omfatter et antall følere
(264) som er anordnet rundt avbildningsinnretning (252) for å frembringe en
avbildning av arbeidsstedet som omgir avbildningsinnretningen eller et arbeidssted
beliggende nedihulls av avbildningsinnretningen.

10

18. Fremgangsmåte ifølge et av kravene 14-17,
karakterisert ved at avbildningsinnretningen (210) og arbeidsstedet
(212a, 212b) styres til å arbeide i vertikale og radiale retninger.

15 19. Fremgangsmåte ifølge krav 14 eller 16,
karakterisert ved at avbildningsinnretningen (635, 818) kommer i
kontakt med arbeidsstedet for å frembringe avbildning av arbeidsstedet.

FIG. 1

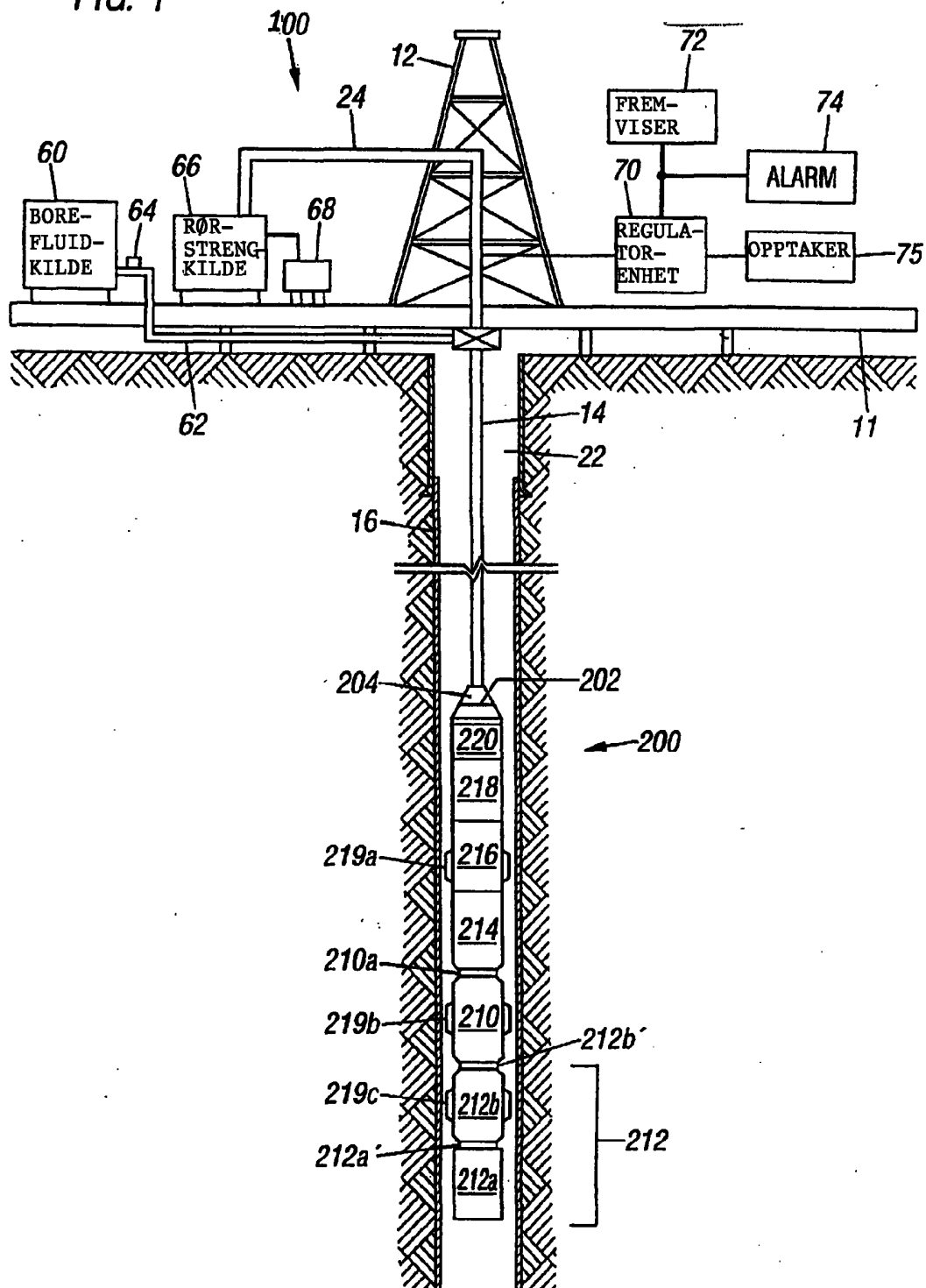


FIG. 2

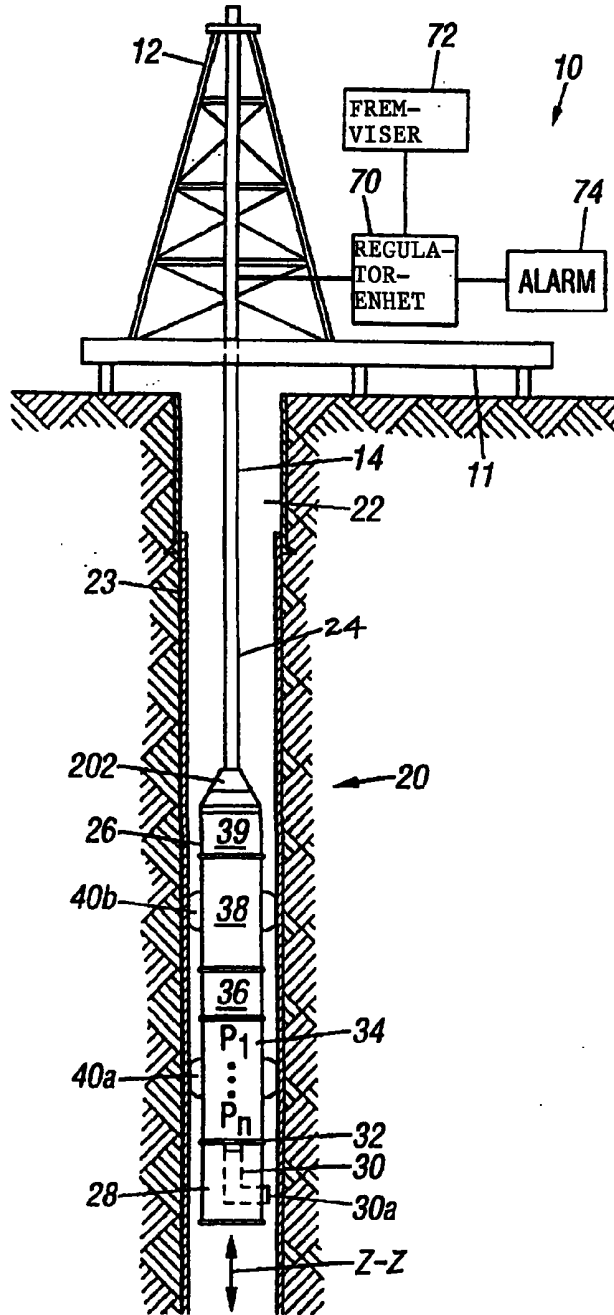


FIG. 1A

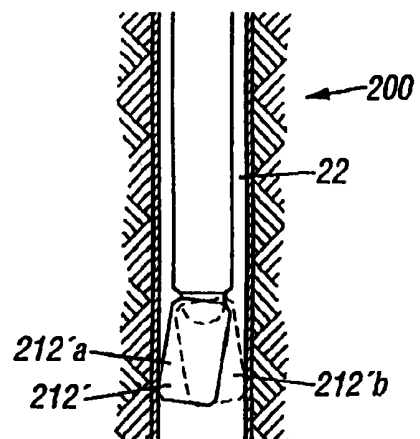


FIG. 2A

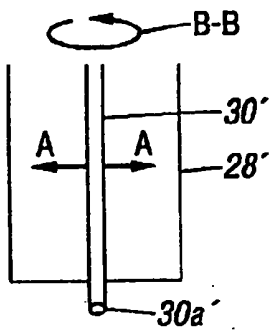


FIG. 3

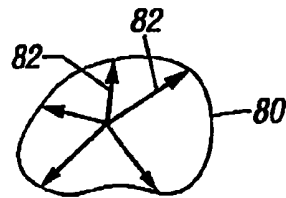


FIG. 4

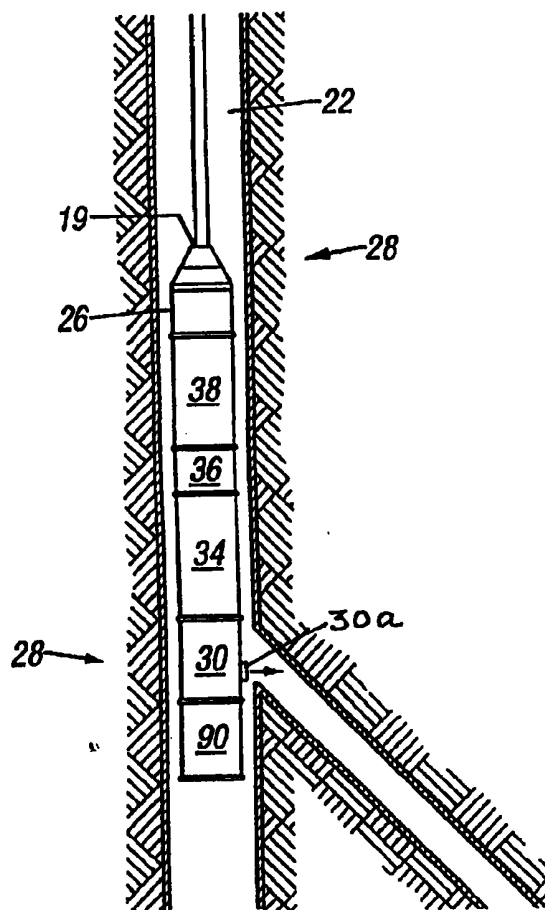


FIG. 2B

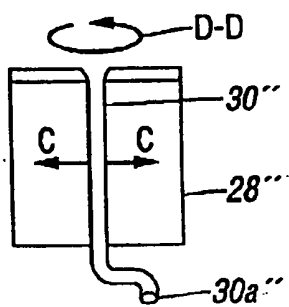


FIG. 2C

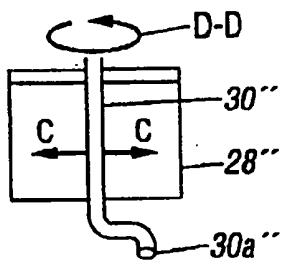


FIG. 5A

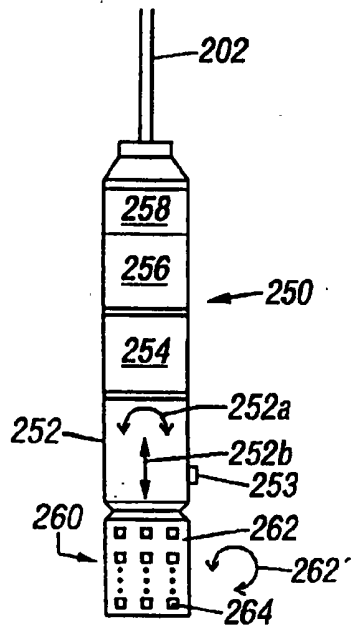


FIG. 5B

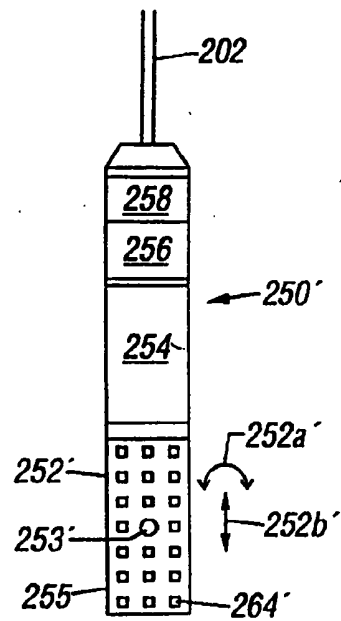


FIG. 5C

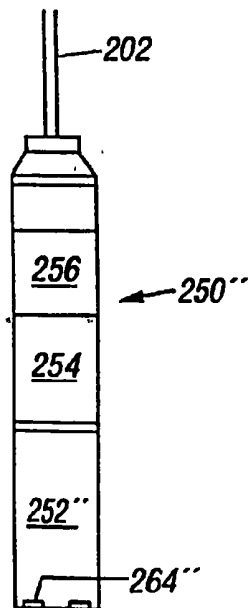


FIG. 5D

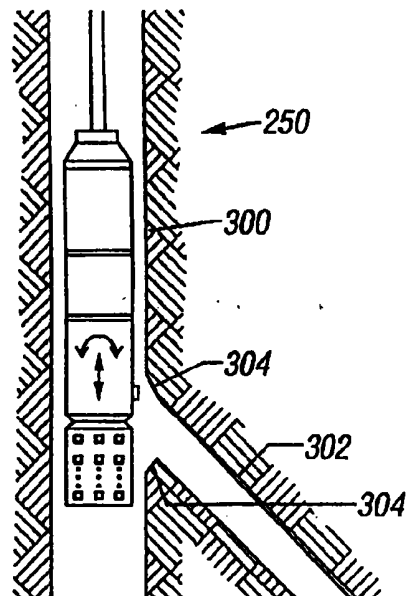


FIG. 6A

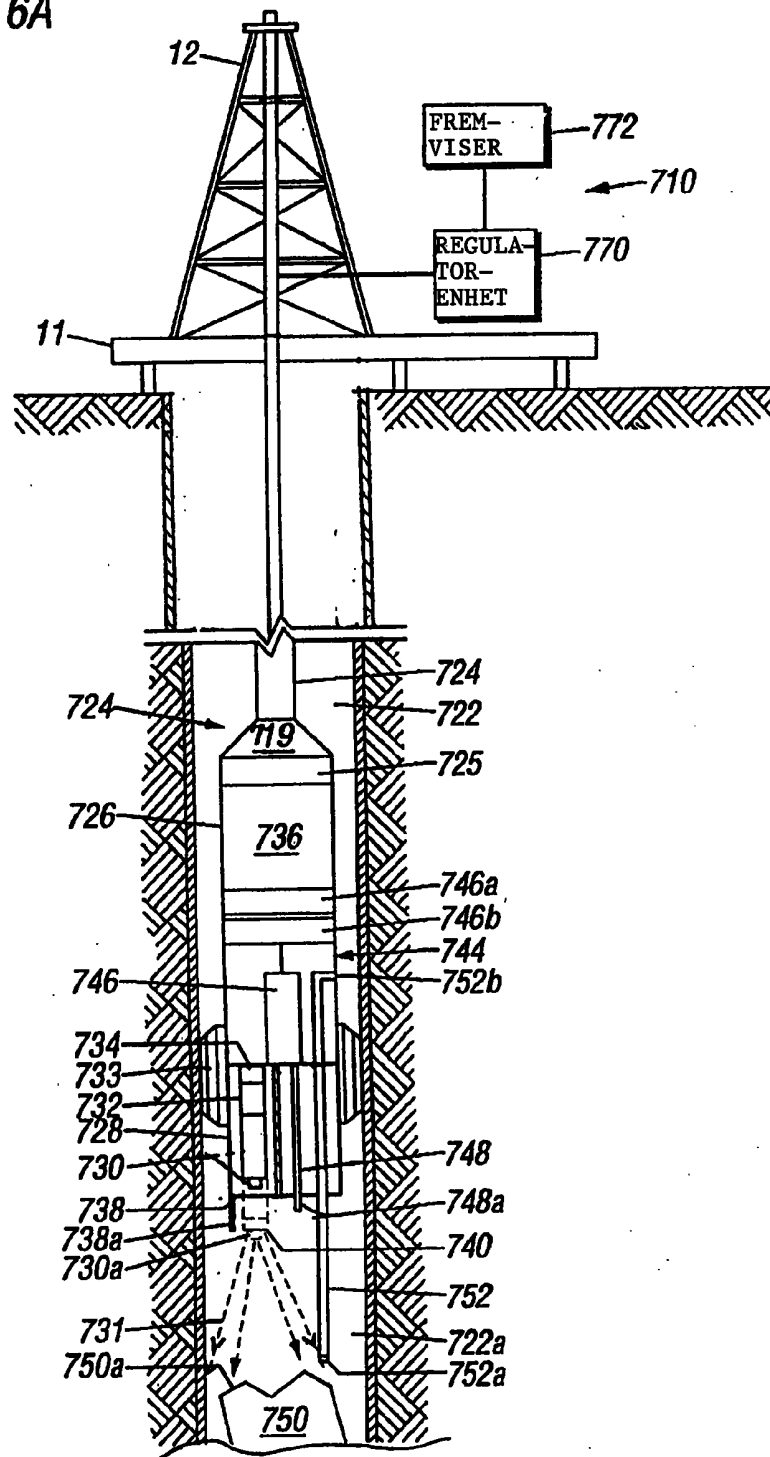


FIG. 6B

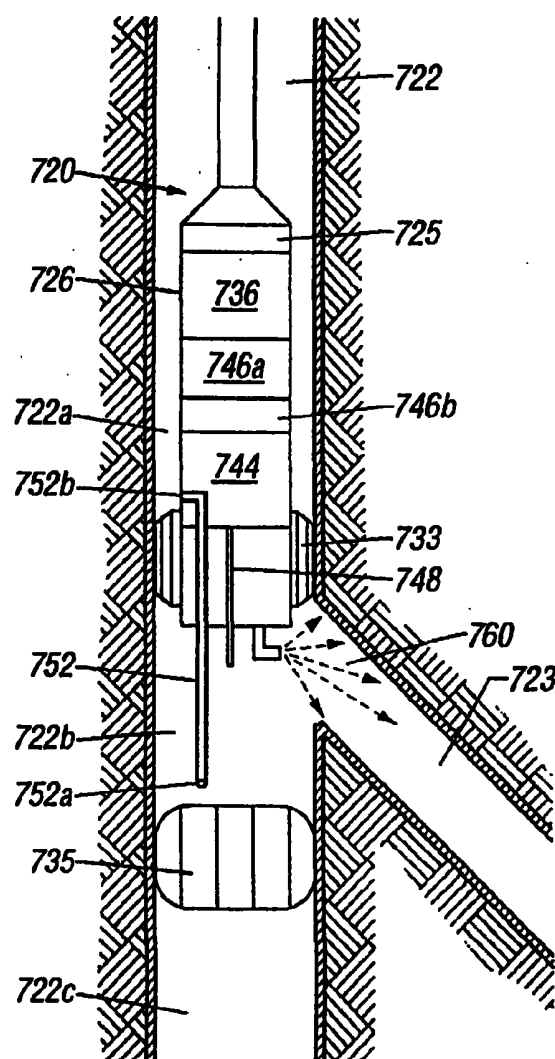


FIG. 6C

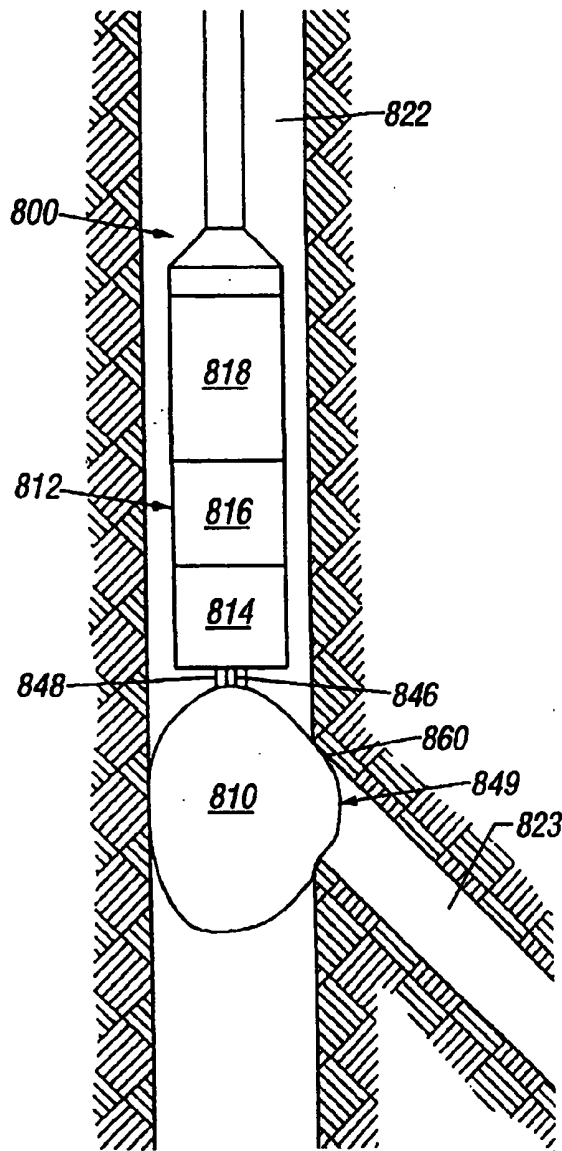


FIG. 6D

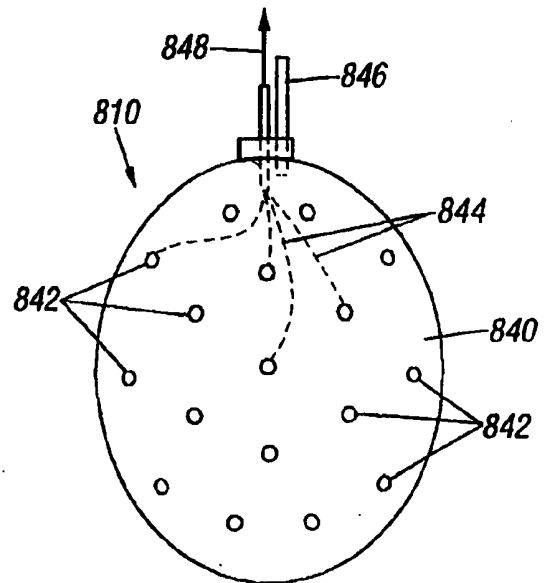


FIG. 7

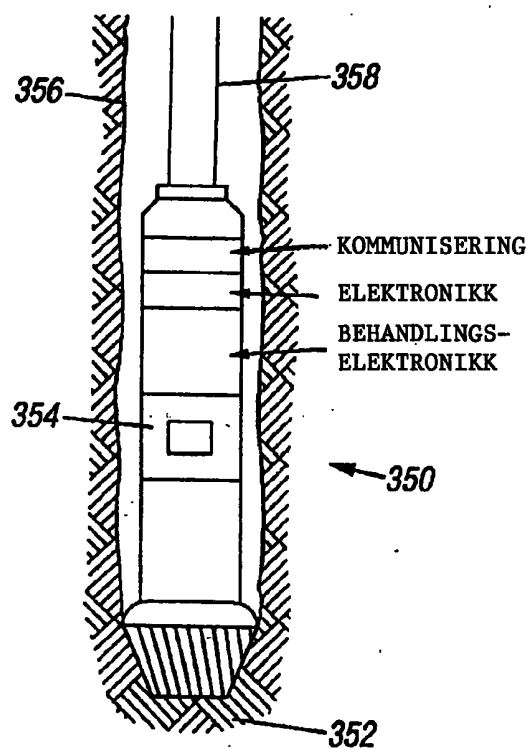


FIG. 8A

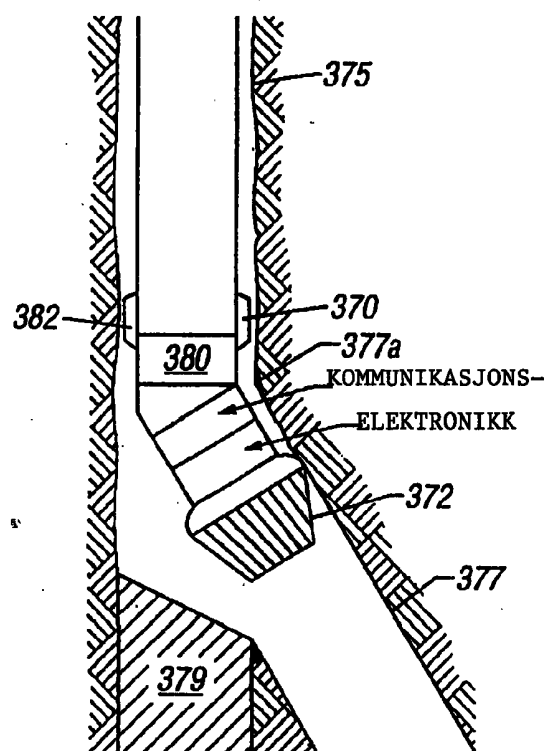


FIG. 8B

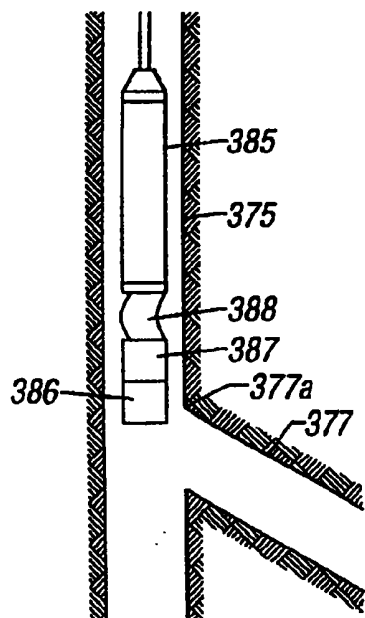


FIG. 8C

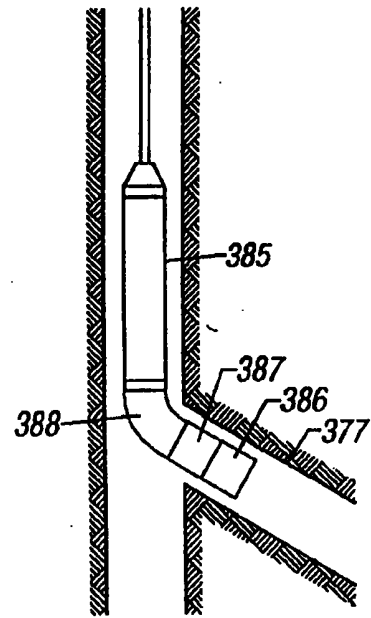


FIG. 8D

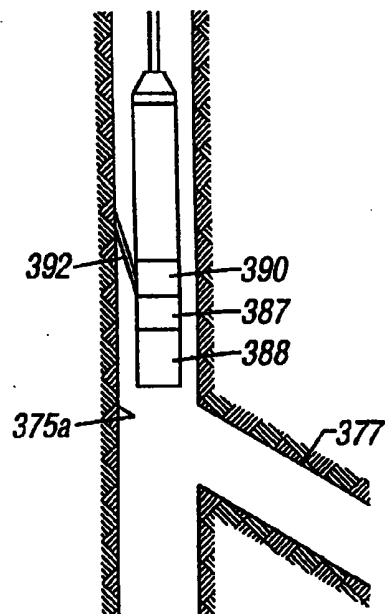


FIG. 9

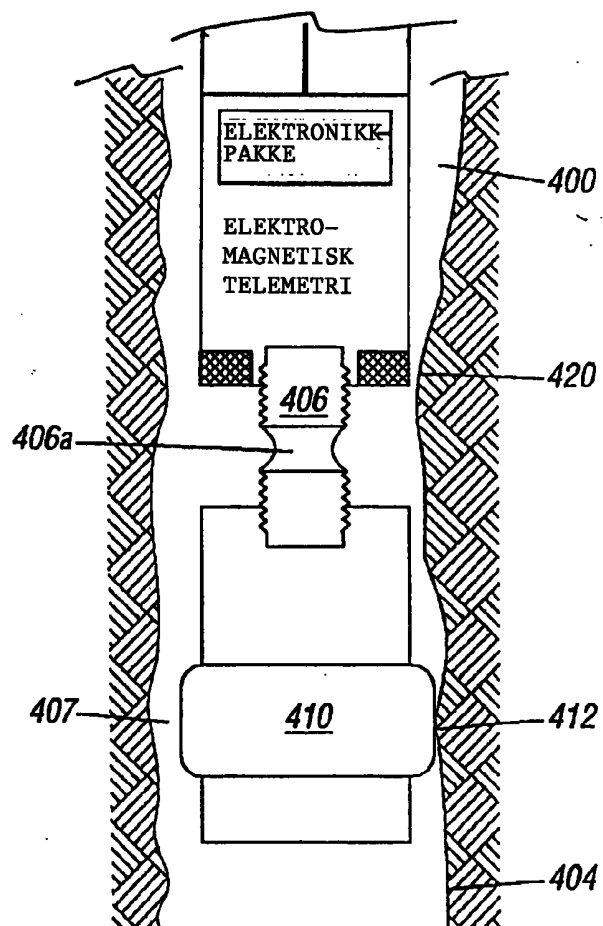


FIG. 10A

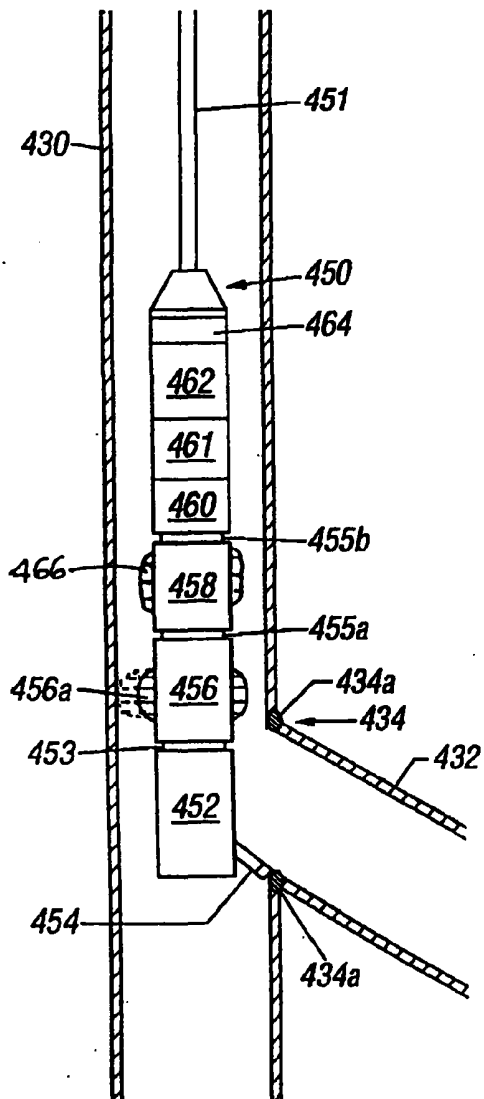


FIG. 10B

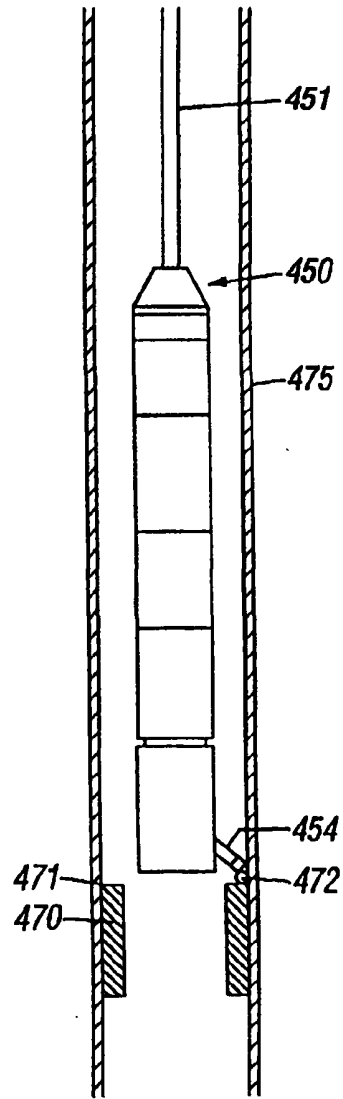


FIG. 11

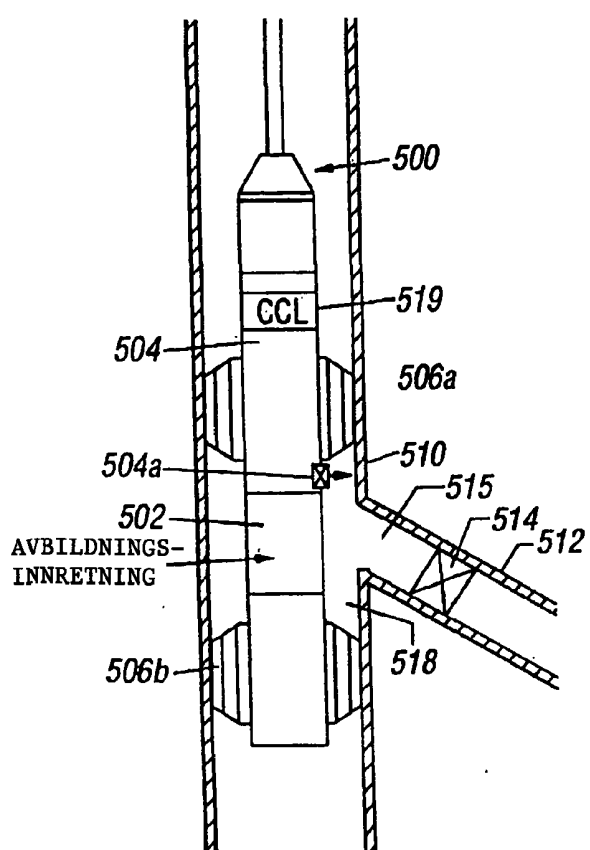


FIG. 12

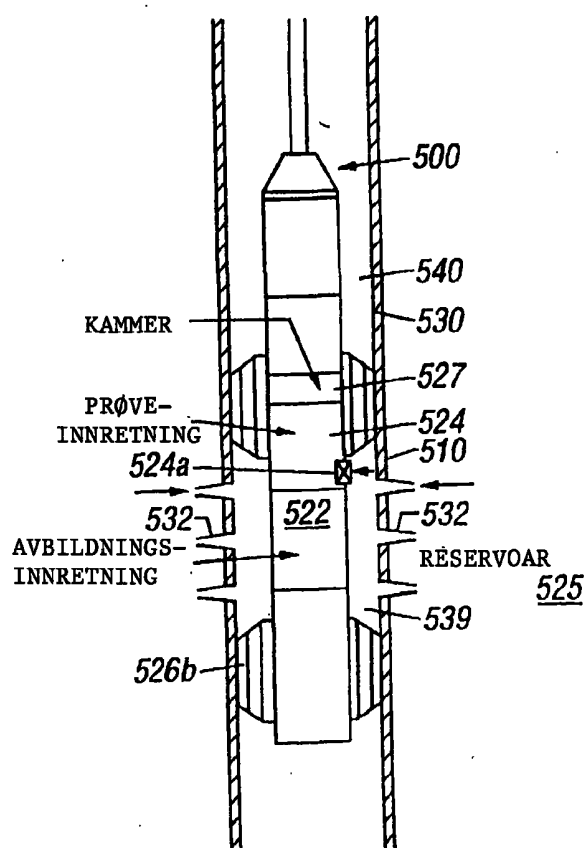


FIG. 13

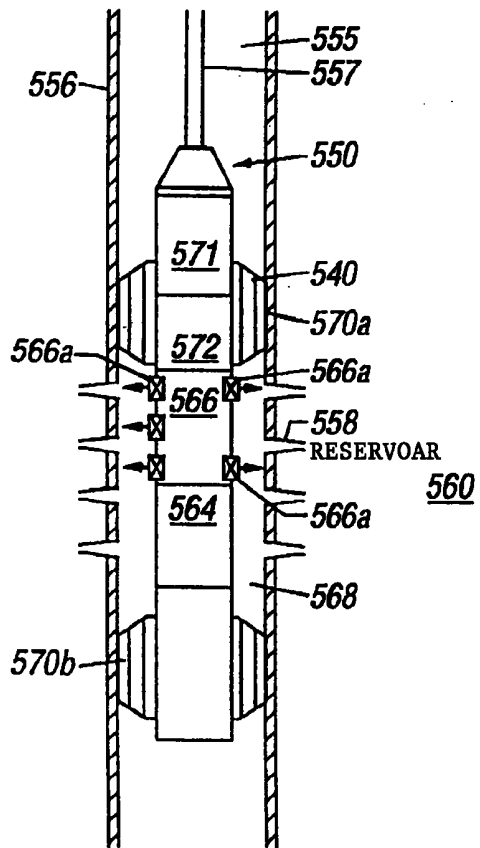


FIG. 14

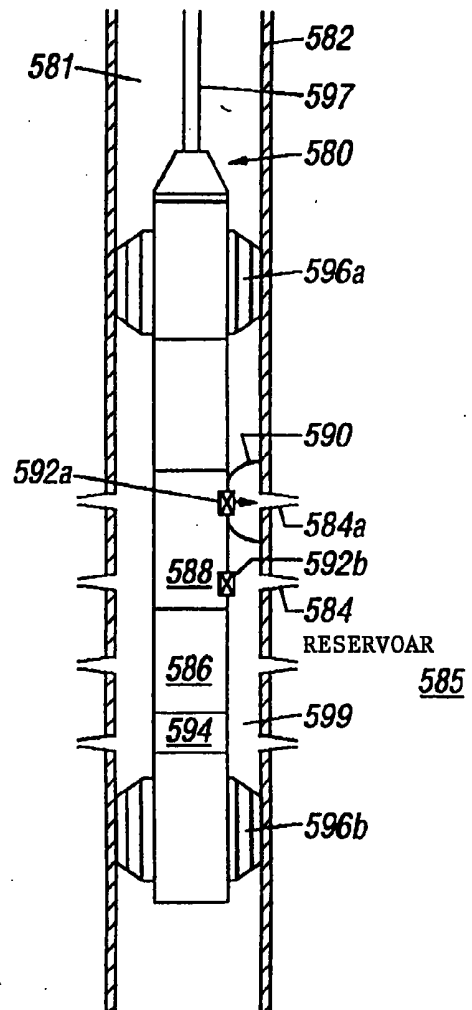


FIG. 15

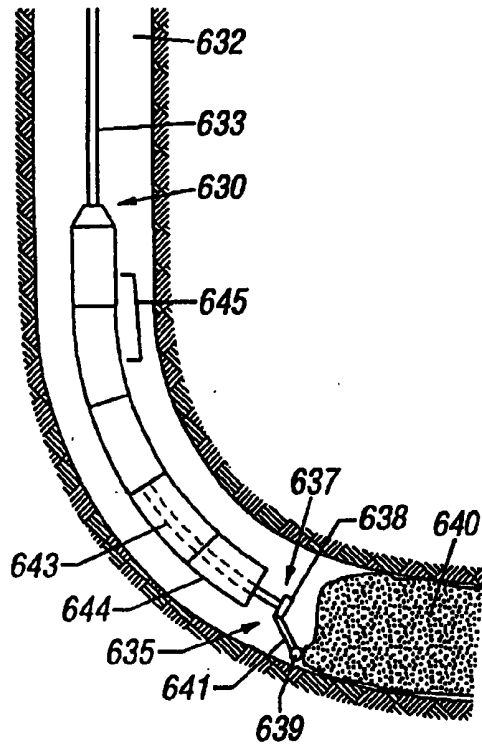


FIG. 16

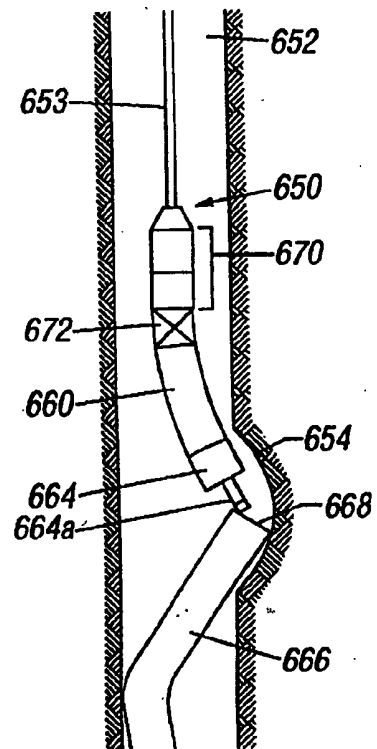


FIG. 17

