



(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **330458**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

E21B 43/12 (2006.01)

E21B 43/14 (2006.01)

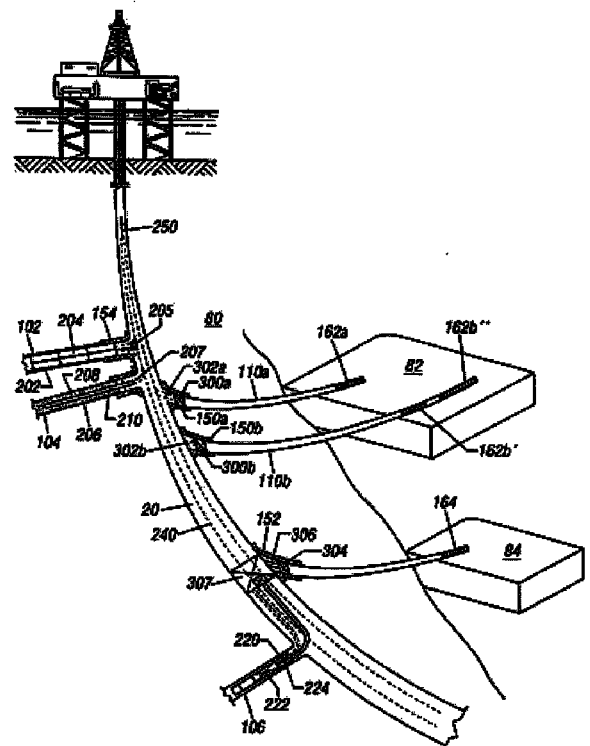
E21B 43/38 (2006.01)

E21B 43/40 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20040327	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	1997.05.01 PCT/US1997/07343
(22)	Inng.dag	2004.01.23	(85)	Videreføringsdag	2004.01.23
(24)	Løpedag	1997.05.01	(30)	Prioritet	1996.05.01, US, 641562
(41)	Alm.tilgj	2004.01.23			
(45)	Meddelt	2011.04.18			
(62)	Avdelt fra	19985099, med inndato 1998.11.02			
(73)	Innehaver	Baker Hughes Inc, P O Box 4740, US-TX77210-4740 HOUSTON, USA Joseph F. Donovan, 22914 Briarhorn Drive, US-TX77389 SPRING, USA Daniel J. Turick, 8011 White Marsh Court, US-TX77379 SPRING, USA Michael H Johnson, 6506 Allentown Drive, US-TX77389 SPRING, USA Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			
(72)	Oppfinner				
(74)	Fullmektig				
(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte for produksjon av hydrokarboner fra en jordformasjon			
(56)	Anførte publikasjoner	US 3,887,008			
(57)	Sammendrag				

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer flergrenede brønnboringssystemer og fremgangsmåter for forming og utnyttelse av slike brønnboringer. En adkomstbrønnboring er formet vesentlig i en ikke-produserende formasjon. Fra adkomst-brønnboringen er det boret en eller flere grenbrønnboringer inn i de produserende formasjonene og inn i ikke-produserende formasjoner. Ytterligere grenboringer kan være formet fra adkomstbrønnboringen eller grenbrønnboringene. Tetninger mellom adkomstbrønnboringen og produksjonsbrønnboringene er formet på utsiden av de hydrokarbonbærende formasjonene. Strømningsstyringsanordninger og andre anordninger er installert på utsiden av adkomstbrønnboringen, og derved utnytter adkomstbrønnboringen primært for transportering av fluider under produksjon av hydrokarboner. Avstanden mellom adkomstbrønnboringen og enhver annen ønsket formasjon, slik som de produserende formasjonene, er bestemt under boring av adkomstbrønnboringen, fortrinnsvis ved å benytte akustiske sensorer nedført i en boresammenstilling. Avstanden mellom adkomstbrønnboringen og de forskjellige formasjonene er benyttet for justering av borebanen til adkomsten. Grenbrønnboringene kan benyttes for lagring av utstyr, bearbeiding og/eller behandling av fluider, komprimering av gass og om dirigering av gass og vann nede i brønnhullet for å forbedre hydrokarbonproduksjon.



1. Område for oppfinnelsen

Denne oppfinnelsen angår generelt brønnboringskonstruksjon og mer nøyaktig fremgangsmåte for forming av flergrenede eller multilaterale brønnboringer fra en eller flere adkomstbrønnboringer. Minst en adkomstbrønnboring er formet
5 vesentlig i ikke-produserende underjordiske formasjoner. Denne oppfinnelsen angår også fremgangsmåte for å utnytte slike brønnboringer, innbefattende utnyttelse av grenbrønnboringene for lagring av forskjellige anordninger og materialer for å utføre visse operasjoner i grenbrønnboringene. Denne oppfinnelsen angår videre apparat og fremgangsmåte for transport av utstyr og materiale fra et kildested til
10 en ønsket brønnboring eller mellom forskjellige brønnboringer.

2. Teknikkens bakgrunn

For å oppnå hydrokarboner slik som olje og gass, er brønnboringer (også referert til som borehull) boret fra en eller flere overflatesteder til hydrokarbonbærende underjordiske geologiske strata eller formasjoner (også referert til innen industri
15 en som reservoarene). En stor andel av den nåværende boreaktiviteten involverer boring av høyt avvikende og/eller vesentlig horisontale brønnboringer som strekker seg gjennom reservoaret. For typisk å bore en horisontal brønnboring inn i en ønsket formasjon, er brønnboringen boret fra en overflatelokasjon
20 vertikalt inn i jorden for en viss dybde. Ved en forhåndsbestemt dybde, er brønnboringen anordnet med kne til en ønsket retning for på den måten å nå den ønskede formasjonen, som vanligvis er den målhydrokarbonbærende eller produserende formasjonen. Brønnboringen er boret horisontalt inn i den produserende formasjonen til en ønsket lengde. Ytterligere kneanordnede brønnboringer fra den
25 samme vertikale boringen er også boret i noen tilfeller. Noen horisontale borehull strekker seg flere tusen meter inn i reservoarene. I de fleste tilfeller er imidlertid en enkel horisontal brønnboring, generelt referert herved som den primære brønnboring, hovedbrønnboring eller adkomstbrønnboring, boret for å utvinne hydrokarboner fra forskjellige steder innen reservoaret. Nylig har grenbrønnboringer fra hovedbrønnboringen som strekker seg inn i utvalgte områder av den produserende
30 formasjonen eller reservoaret blitt boret for å øke produksjonen av hydrokarboner fra reservoaret og/eller å maksimalisere den totale hydrokarbonutvinningen fra reservoaret. En slik grenbrønnboring er heri referert til som en lateral brønnboring

og et flertall av slike grenbrønnboringer som strekker seg fra en brønnboring er referert til som multilaterale eller multigrenede brønnboringer.

Den primære brønnboringen og de multilaterale brønnboringene er generelt boret langs forhåndsbestemte brønnboringsbaner, som vanligvis er bestemt eller
5 plottet basert på eksisterende data, slik som seismisk data og boredata som er tilgjengelig fra tidligere borede brønner i den samme e.l. formasjon. Oppløsning av slike data er relativt lav. For å bore slike brønnboringer, benytter operatører typisk en borestreng som inneholder en boreanordning og et antall av anordninger for måle-samtidig-med boring ("MWD"). Boreanordningen er benyttet for å disintegre-
10 re overflateformasjonene og MWD-anordningene er benyttet for å bestemme egenskapene av formasjonene og bestemme boreforholdene i brønnhullet. Operatører benytter informasjonen for å justere boreretningen.

I mange tilfeller er det ønskelig å forme en primær brønnboring i en ikke-produserende formasjon og så bore gren eller laterale brønnboringer fra primær
15 boringer inn i målformasjonen. I slike tilfeller er det meget ønskelig å plassere den primære brønnboringen langs en optimal brønnboringsbane som er ved en kjent avstand fra grensen av målformasjonene. Kjent teknikk benytter typisk seismiske data og tidligere brønnboringsdata for å bestemme banen for primærbrønnboringen. Oppløsningen av slike data er relativt dårlig. Vaierline-verktøy kan utplasseres
20 for å oppnå den nødvendige laggrenseinformasjon. Vaierlinesystemer krever stopping av boreoperasjonene for mange timer og er således ikke meget ønskelig. Ingen av de tidligere kjente systemer tilveiebringer in situ bestemmelse av plasseringen av grensen til de målproduserende formasjonene i forhold til brønnboringen som bores. Det er således ønskelig å bestemme relativt nøyaktig plasseringen av
25 grensen til målformasjonen i forhold til primærbrønnboringen under boring av den primære brønnboringen. Slik informasjon kan så benyttes for å justere boreretningen for å forme brønnboringen langs en optimal brønnboringsbane.

Som angitt ovenfor, tilveiebringer ikke nåværende boremetoder og systemer in situ midler for å bestemme posisjonen av målformasjonsslaggrensen i forhold til en primær brønnboring som er boret i en ikke-produserende formasjon
30 langs målformasjonen. Nåværende retningsboringssystemer benytter vanligvis en borestreng med en borkrone ved dens bunn som er rotert ved en rotor (vanligvis referert til som "slammotoren"). Et flertall av sensorer og MWD-anordninger er plassert i umiddelbar nærhet av borkronen for å måle visse bore, borehull og for-

masjonsevalueringssparametere. Typisk er sensorer for måling av brønnhullstemperatur og trykk, azimuth og helningsmålingsanordninger og en formasjonsbestanddelmålingsanordning anvendt for å bestemme borstrengen og borehullrelaterte parametere. Ingen av disse systemene tillater imidlertid boring av en adkomstbrønnboring ved en kjent avstand fra brønnboringen som er bestemt og justert, idet adkomstbrønnboringen bores.

US patent søknad serie nr. 60/010.652, innlevert 26. januar 1996, som er assignert til assignatoren av den foreliggende søknad, tilveiebringer et system for boring av borehull hvori brønnhullsundersammenstillingen innbefatter et akustisk MWD-system hvor et første sett av akustiske sensorer er benyttet for å bestemme de akustiske hastighetene av borehullsformasjonene under boring og et andre sett av akustiske sensorer for å bestemme laggrenseinformasjon basert på formasjonssakustiske hastigheter målt nede i brønnhullet. Isolatorer mellom transmitterne og deres tilhørende mottakere tjener til å redusere legemebølgen og rorbølgeeffektene. Den foreliggende oppfinnelse utnytter fortrinnsvis systemet omtalt i US patent søknad serie nr. 60/010.652 for å bestemme plasseringen av laggrensene rundt primærbrønnboringen, innbefattende laggrensene til målereservoaret i forhold til primærbrønnboringen under boring av adkomstbrønnboringen. Boreretningen eller banen av primærbrønnboringen er justert basert på laggrenseinformasjonen for å plassere primærbrønnboringen ved optimal avstand fra målformasjonen. Siden plasseringen av primærbrønnboringen er relativt nøyaktig kjent i forhold til tilstøtende formasjoner, muliggjør det boring av grenbrønnboringer langs optimale baner inne i målformasjonen og de ikke produserende formasjonene.

I de tidligere kjente brønnboringer, er et antall anordninger plassert for å tilrettelegge produksjon av hydrokarboner og utføre brønnoverhalingsbetjeninger. Slike anordninger okkuperer rommet i primærbrønnboringen, som kan utnyttes for å forbedre den totale effektiviteten av brønnboringssystemet. Slike primære brønnboringer er kostbare å konstruere, er relativt ineffektive for å transportere hydrokarboner og er forhindrende hvis større brønnoverhaling er påkrevet etter kompletteringen av slike brønnboringer. Det er ønskelig å ha grenbrønnboringer for lagring av forskjellige typer utstyr og materialer nede i brønnhullet, innbefattende gjenvinnbare anordninger som kan være benyttet for å utføre brønnhullsoperasjoner. Det er også ønskelig å etterlate primærbrønnboringen vesentlig fri for hvert utstyr og materialer som kan være plassert på utsiden av hovedbrønnbo-

ringen og å utnytte hovedbrønnboringen primært for transport av fluider under produksjonen av hydrokarboner. Dette kan være utført ved lagring av visse anordninger i lagringsbrønnboringen og ved installering av fluidstrømningsstyringsanordninger i sin helhet i de individuelle grenbrønnsboringene.

5 Det er vanlig praksis å forme en tetning rundt et område ved kryssningen av primærbrønnboringen og grenbrønnboringene. Tetningen er vanligvis formet mellom de kryssende brønnboringene og formasjonen. Siden de tidligere kjente grenbrønnboringene er formet fra primærbrønnboringene plassert i de produserende formasjonene, er tetningene formet i sin helhet innen slike produserende forma-

10 sjoner. Tetninger formet i de produserende formasjonene har en tendens til å være mindre slitesterke på grunn av at slike formasjoner typisk er relativt porøse og også på grunn av tilstedeværelsen av uttynnede hydrokarboner. Det er derfor ønskelig å forme slike tetninger i sin helhet innen de ikke-produserende formasjonene.

15 US patent søknad serie nr. 08/411.377 innlevert 27. mars 1996, og serie nr. 08/469.968 innlevert 6. juni 1995, begge assignert til assignatoren av denne søknaden, omtaler forming av grenbrønnboringer fra en primærbrønnboring, hvori noen av grenbrønnboringen er boret på utsiden av de produserende formasjonene eller reservoarene for lagring av kjemikalier for lagring av hydrokarbonene nede i

20 hullet og for reinjisering av vann inn i sekundærformasjoner. Slik brønnboringskonstruksjon løser noen av problemene med den ovenfor angitte tidligere brønnboring. Disse fremgangsmåtene sørger imidlertid ikke for brønnboringer for lagring av gjenvinnbare anordninger deri, som kan benyttes nede i hullet ved et senere tidspunkt, slik som for å utføre kompletteringsoperasjoner, perforering, eller utfø-

25 ring av brønnoverhalingsoppgaver eller overføring av visse kjemikalier fra slike lagringsbrønnboringer til andre lokaliteter nede i hullet under boring av grenbrønnboringene eller ved et senere tidspunkt, slik som etter at hydrokarbonproduksjonen har startet. I tillegg sørger ikke slike brønnboringer for formingen av tetninger som ligger på utsiden av de produserende brønnboringene eller primærbrønnbo-

30 ringene som er utnyttet primært for transport av fluider under produksjonsfasen.

Den foreliggende oppfinnelse adresserer de ovennevnte problemer forbundet med formasjon og bruk av multilaterale brønnboringer ved å tilveiebringe en fremgangsmåte for produksjon av hydrokarboner fra en jordformasjon,

kjennetegnet ved at (a) forming av en primær brønnboring og minst en grenbrønnboring for produksjon av hydrokarboner fra jordformasjonen; (b) den minst ene grenbrønnboring utformes for lagring av utstyr for å utføre minst en operasjon hvorved det tilveiebringes fri adkomst eller gjennomstrømning av fluider fra jordformasjonen gjennom primærbrønnboringen.

Foretrukne utførelsesformer av fremgangsmåten er videre utdypet i kravene 2 til og med 10.

Avstanden mellom primærbrønnboringen og målformasjonene kan bestemmes under boring av primærbrønnboringen, fortrinnsvis ved akustiske midler. Borebanen til primærbrønnboringen kan forandres eller justeres basert på in situ avstandsmålingene for å plassere primærbrønnboringen langs en optimal bane. Lateralbrønnboringene kan bores fra primærbrønnboringen i de ikke-produserende formasjonene og de produserende formasjonene. Tetninger kan formes ved krysningspunktet av de laterale brønnboringene og primærbrønnboringen i sin helhet i den ikke-produserende formasjonen. Laterale brønnboringer kan benyttes for en varietet av formål, innbefattende for lagring av utstyr og for prosessering og behandling av fluider nede i brønnhullet. Fluidstrømningsstyringsanordninger kan plasseres på utsiden av primærbrønnboringen. Primærbrønnboringen kan utnyttes primært for strømning av hydrokarbonene.

20

SAMMENFATNING AV OPPFINNELSEN

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer fremgangsmåte og systemer for forming av multilaterale brønnboringer. I en fremgangsmåte, er en primær eller adkomstbrønnboring formet vesentlig i en ikke-produserende formasjon. Minst en produksjonsgrenboring er formet fra adkomstbrønnboringen inn i en hydrokarbonbærende formasjon for utvinning av hydrokarboner fra en slik formasjon. Minst en grenbrønnboring er formet for lagring av gjenvinnbart apparat som kan utnytte senere for å utføre en operasjon nede i brønnhullet. Ytterligere laterale brønnboringer kan være formet fra adkomstbrønnboringen eller grenbrønnboringene for lagring deri av materialer og utstyr som kan utnyttes nede i brønnhullet senere. En slik grenbrønnboring kan være formet for lagring av visse kjemikalier som er selektivt sluppet ut i hydrokarbonene under produksjon. En annen grenbrønnboring kan være formet for å inneholde et fluidseparasjonssystem for å separere hydro-

30

karbonene nede i hullet til forskjellige faser eller for separering av hydrokarboner fra andre fluider slik som vann.

Den foreliggende oppfinnelse sørger for forming av tetninger mellom adkomstbrønnboringen og de produserende brønnboringene i sin helhet i de ikke-
5 hydrokarbonbærende formasjonene. I tillegg kan strømningsstyringsapparat for å styre fluidstrømning fra de produserende formasjonene gjennom produksjongs-
grenbrønnboringene være lokalisert i sin helhet på utsiden av adkomstbrønnboringen for å tilrettelegge fluidstrømningen gjennom slike produksjongs-
grenbrønnboringer. Produksjongs- og andre grenbrønnboringer er ferdigstilt.
10 Hydrokarboner strømmer så fra de produserende formasjonene inn i deres tilhørende produksjonsbrønnboringer. Slik multilateral brønnboringsskonstruksjon tillater utnyttelse av adkomstbrønnboringen for primær transport av fluider under produksjon av hydrokarboner og sørger for mer adkomststrøm for hjelpe og eller serviceoperasjoner.

15 I en annen fremgangsmåte til den foreliggende oppfinnelse, er avstanden mellom avstandsbrønnboringen og de produserende formasjonene bestemt under boringen av adkomstbrønnboringen. I en fremgangsmåte er akustiske sensorer utsatt i en boresammenstilling benyttet for å bestemme avstanden mellom adkomstbrønnboringen og de ønskede formasjonene. I en alternativ metode er
20 seismisk måling benyttet for å bestemme en slik avstand under boring av adkomstbrønnboringen. Den bestemte avstanden kan utnyttes for å justere borebanen til adkomstbrønnboringen enten fra overflaten eller ved utsetting av anordninger som automatisk justerer boreretningen basert på den beregnede avstanden.

25 Fremgangsmåtene til oppfinnelsen sørger for gjenvinning av de lagrede anordningene i grenbrønnboringene for å utføre en funksjon nede i brønnhullet. De lagrede anordninger kan innbefatte anordninger for boring av brønnboringer, for perforering av brønnboringer, for utføring av brønnboringsskompleteringsoperasjoner, for utføring av brønnoverhalingsoperasjoner og for å ta brønnboringssmålinger.
30

Den foreliggende oppfinnelse sørger videre for et system for transport av anordninger eller materialer til og fra enhver ønsket grenbrønnboring.

Eksempler på de viktigste trekk med oppfinnelsen har blitt oppsummert i heller bred grad for at den detaljerte beskrivelse derav som følger bedre kan for-

stås, og for at bidragene til fagområdet kan verdsettes. Det er selvfølgelig ytterligere trekk med oppfinnelsen som vil beskrives heretter og som vil forme gjenstanden for kravene som er vedføydd hertil.

5

KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGENE

For detaljert forståelse av den foreliggende oppfinnelse, skal referanse gjøres til den følgende detaljerte beskrivelse av den foretrukne utførelsen, sett i forbindelse med de vedføyde tegningene, i hvilke like elementer har blitt gitt like nummer, hvori:

Fig. 1 viser en skjematisk illustrasjon for forming av en adkomstbrønnboring i en ikke-produserende formasjonen idet plasseringen av målformasjonene i forhold til adkomstbrønnboringen bestemmes.

Fig. 2 er et skjematisk diagram som viser dannelsen av laterale brønnboringer formet fra primær-adkomstbrønnboringen ved valgte plasser i de ikke-produserende og produserende formasjonene.

Fig. 3 er et skjematisk diagram som viser dannelsen av tetninger ved kryssingen av primærbrønnboringen og grenbrønnboringene som er plassert i sin helhet i en ikke-produserende formasjonen.

Fig. 4 viser plasseringen av gjenvinnbare anordninger i en grenbrønnboring, kjemikalier i en separat grenbrønnboring og prosesseringsapparat i enda en annen separat grenbrønnboring, som derved muliggjør utnyttelse av adkomstbrønnboringen primært og i sin helhet for strømning av fluider derigjennom.

Fig. 5 er et skjematisk diagram som viser plasseringen av strømningsstyringsapparat på utsiden av primærbrønnboringen.

Fig. 6 er et skjematisk diagram som viser dannelsen av sammenkoblede adkomstbrønnboringer i en ikke-produserende og produserende formasjon, hvori laterale produksjonsbrønnboringer er formet fra adkomstbrønnboringen i den produserende formasjonen.

Fig. 7 er et skjematisk diagram som viser en primær adkomstbrønnboring som unngår visse produserende formasjoner og som er boret i en viss produserende formasjon.

Fig. 8A er et skjematisk diagram av primær adkomstbrønnboringen med et multi-konsentrisk rør for strømning av fluider derigjennom.

Fig. 8B er et skjematisk diagram av primær adkomstbrønnboringen med flere rør plassert deri for strømming av fluider derigjennom.

Fig. 9A er et skjematisk diagram av et transportsystem til bruk ved plassering av anordninger og materialer i grenbrønnboringene.

5 Fig. 9B er en side av transportsystemet i fig. 9B.

DETALJERT BESKRIVELSE AV FORETRUKNE UTFØRELSER

Generelt sørger den foreliggende oppfinnelse for fremgangsmåter og sys-
 10 temer for forming av multilaterale brønnboringer fra en eller flere primære ad-
 komstbrønnboringer. Fig. 1-5 illustrerer dannelsen av laterale brønnboringer fra en
 adkomstbrønnboring som er formet primært i en ikke-produserende formasjon.
 Fig. 6 og 7 illustrerer eksempler på dannelse av grenbrønnboringer fra adkomst-
 brønnboringer formet i både en ikke-produserende og en produserende forma-
 15 sjon. Grenbrønnboringer laget fra en enkel adkomstgrenboring er først beskrevet
 etterfulgt av dannelsen av grenbrønnboringer fra flere adkomstbrønnboringer. Ap-
 parat og fremgangsmåte for transport av anordninger og materialer inn i brønnbo-
 ringen er beskrevet deretter.

Fig. 1 viser et skjematisk diagram av et foretrukket boresystem 10 for bo-
 20 ring av brønnboringer til havs (offshore). Boresystemet 10 innbefatter en boreplatt-
 form 12, en borestreng 30 med et boreapparat og forskjellige måle- samtidig med
 boring ("MWD-") anordninger ved sin bunnende. Kombinasjonen av boreapparatet
 og MWD-anordningene er noen ganger referert til heri som "brønnhullssammen-
 stillingen" eller "bunnhullssammenstillingen" eller "BHA" og er betegnet med nr.
 25 45. Bunnhullssammenstillingen 45 er utnyttet for å bore en adkomstbrønnboring
 20 gjennom de underjordiske formasjonene og for å gjøre målinger relatert til un-
 deroverflateformasjonene og boreparametere under boringen av adkomstbrønn-
 boringen 20. Boreplattformen 12 innbefatter en borekrone 14 reist opp på et gulv
 16 som bærer et roterende bord rotet av en kraftkilde (ikke vist) ved en ønsket
 30 rotasjonshastighet. Borestrengen 30 innbefatter et rør 32 som strekker seg ned-
 over fra det roterende boret inn i en primær eller hovedadkomstbrønnboring 20.
 En bunnhullssammenstilling 45 er festet til bunnenden av røret 32 for boring av
 brønnboringen 20. Borestrengen 30 er koplet til en borevinsj via en drivskjøt, svivel
 og ledning gjennom et system av talje for å holde borerøret 32. Slike elementer er

vel kjent på fagområdet for å danne brønnboringer og er således ikke vist eller beskrevet i noen detalj.

En styreenhet 40 er fortrinnsvis plassert på plattformen 12. Styreenheten 40 mottar signaler fra MWD-anordningene og andre sensorer plassert nede i
5 brønnhullet og på overflaten, behandler slike signaler, og hjelper til med å styre boreoperasjonene i henhold til programmerte instruksjoner. Overflatestyreenheten 40 innbefatter anordninger for å fremvise ønskede boreparametere og annen informasjon, hvilke informasjonen er benyttet av en operatør for å styre boreoperasjonene. Overflatestyreenheten 40 inneholder en regnemaskin, hukommelse for
10 lagring av data, dataregistrerer og andre ytre enheter. Overflatestyreenheten 40 innbefatter også moduler og behandler data i henhold til programmerte instruksjoner og svarer på brukerkommandoer som går inn i gjennom en passende innretning, slik som et tastatur. Et antall av alarmer 44 er koplet til styreenheten 40, som selektivt aktiverer slike alarmer når visse usikre eller uønskede operasjonsforhold
15 oppstår. Slike kontrollsystemer er kjent på fagområdet og er således ikke beskrevet i detalj.

Bunnhullssammenstillingen 45 innbefatter fortrinnsvis en bormotor eller slammotor 55 koplet til en borkrone 50 via en drivaksel (ikke vist) anbrakt i en lagersammenstilling 57 for å rotere borkronen 50 når et fluid 31 er ført gjennom
20 slammotoren 55 under trykk. En nedre stabilisator 58a er anordnet nær borkronen 50, som er fortrinnsvis plassert over lagersammenstillingen 57, for å virke som en sentraliserer for det laveste partiet av brønnhullssammenstillingen 45. Ytterligere stabilisator, slik som en stabilisator 58b, er passende plassert langs bunnhullssammenstillingen for å tilveiebringe lateral støtte for bunnhullssammenstillingen
25 45 ved ønskede steder.

Igjen med referanse til fig. 1, inneholder BHA'en fortrinnsvis en formasjonsmotstandsanordning 64 for å bestemme formasjonsmotstanden nær og foran borkronen 50, en gammastråleanordning 65 for å måle formasjonens gammastrålingsintensitet og en helningsmålingsanordning (helningsmeter) 74 for å bestemme
30 helningen og azimuthet til bunnhullssammenstillingen 45. Motstandsanordningen 64 inneholder en eller flere par av overføringsantennner 66a og 66b adskilt fra en eller flere par av mottaksantennner 68a og 68b. Magnetiske dipoler er anvendt som opererer i midtfrekvensen og lavere høyfrekvensspektrum. Under drift er de overførte elektromagnetiske bølgene uroet etter som de går frem gjennom forma-

sjonen som omgir motstandsanordning 64. De mottakende antennene 68a og 68b detekterer de uroede bølgene. Formasjonsmotstanden er utledet fra fasen og amplituden til de detekterte signalene. Signalet fra disse anordninger og andre sensorer er behandlet av en brønnhullskrets og overført til overflatestyreenheten

5 40 fortrinnsvis et passende toveis telemetrisystem 72.

Helningsmeter 74 og gammastråleanordning 76 er fortrinnsvis plassert langs motstandsmålingsanordning 64 for henholdsvis å bestemme helningen av partiet til borestrengen nær borkronen 50 og formasjonens gammastråleintensitet. Enhver passende helningsmåler og gammastrålingsanordning kan være benyttet

10 for formålet med denne oppfinnelsen. I tillegg kan en azimuthanordning (ikke vist), slik som et magnetometer eller gyroskopisk anordning, være utnyttet for å bestemme borestrengazimutet. Slike anordninger er kjent på fagområdet og er således ikke beskrevet i detalj heri. I den ovenfor beskrevne utformingen, overfører slammotoren 55 kraft til borkronen 50 via en eller flere hule aksler som løper gjennom motstandsmålingsanordningen 64. Den hule akslen muliggjør at borefluid

15 passerer fra slammotoren 55 til borkronen 50. I en alternativ utførelse av borestrengen 20, kan slammotoren 55 være koplet under motstandsmåleanordningen 64 eller ved ethvert annet passende sted.

Brønnhullssammenstillingen 45 innbefatter fortrinnsvis en seksjon 78 som

20 inneholder et akustisk system 70 for å bestemme avstanden mellom adkomstbrønnboringen 20 og tilstøtende formasjoner, slik som mål eller produserende (hydrokarbonbærende) formasjoner 82 og 84. Produserende formasjoner er også referert heri som reservoarer. Det akustiske systemet inneholder transmittere og en eller flere sett av mottakere (ikke vist). Systemet er tilpasset å overføre akustisk

25 signaler ved et ønsket antall av frekvenser eller ved sveipende frekvenser i et gitt område. De overførte akustiske signaler reflekterer fra formasjonene 82 og 84 og de reflekterte signalene er detektert av mottakerne. De detekterte signalene er behandlet for å bestemme avstanden "d" mellom adkomstbrønnboringen og målformasjonene. Frekvensene av de overførte signalene er valgt for å oppnå en

30 ønsket dybde av undersøkelse og oppløsningen. En slik fremgangsmåte muliggjør in situ bestemmelse av avstanden mellom laggrensene til målformasjonene 82 og 84 fra brønnhullssammenstillingen 45.

US patentsøknad serie nr. 60/010.652, som er assignert til assignatoren av denne oppfinnelsen, omtaler et akustisk system for å bestemme laggrensene fra

en bunnhullssammenstilling. Den foreliggende oppfinnelse utnytter fortrinnsvis et slikt akustisk system for å bestemme avstanden d. Den foreliggende oppfinnelse kan imidlertid utnytte ethvert annet kjent system for å bestemme laggrenseinformasjonen. Slike systemer kan innbefatte seismiske fremgangsmåter hvor mottakere er utplassert i borstrengen eller BHA'en og en kilde er plassert ved jordens overflate eller vice versa.

Fremdeles med referanse til fig. 1, innbefatter seksjon 78 også anordninger for å bestemme formasjonstettheten, formasjonsporøsiteten og andre ønskede formasjonsevalueringsparametere. Seksjonen 78 er fortrinnsvis plassert over slammemotoren 55. Slike anordninger er kjent på fagområdet og den foreliggende oppfinnelse kan benytte enhver slik anordning. Disse anordningene overfører også data til brønnhullstelemetrisystemet 72, som igjen overfører de mottatte data opphulls til overflatestyringsenheten 40. Brønnhullstelemetrisystemet 72 mottar også signaler og data fra opphullsstyringsenheten 40 og overfører slike mottatte signaler og data til de passende brønnhulls-anordningene. Den foreliggende oppfinnelse benytter fortrinnsvis en slamimpulstelemetriteknikk for å kommunisere data fra brønnhullssensorer og anordninger til styringsenheten 40 under boreoperasjoner. Ethvert annet kommunikasjonssystem kan også benyttes.

Fremdeles med referanse til fig. 1, er i en fremgangsmåte for dannelsen av brønnboringer, borsystemet 10 benyttet for å bore adkomstbrønnboringen 20 gjennom en ikke-produserende eller ikke hydrokarbonbærende formasjon 80 langs en forhåndsbestemt brønnhullsboringsbane en viss avstand fra de hydrokarbonbærende formasjonene, slik som formasjoner 82 og 84. En slik forhåndsbestemt brønnboringsbane er typisk definert basert på tidligere informasjon, slik som seismiske data og data relatert til tidligere brønnboring formet i de samme eller nære geologiske formasjoner. Under boringen av adkomstbrønnboringen 20, bestemmer den akustiske anordningen 70 kontinuerlig avstand d mellom brønnboring 20 og målformasjonen 82 og 84. Som angitt tidligere, forsøker ikke tidligere kjente systemer på å bore adkomstbrønnboringene primært i en ikke-produserende formasjon og bestemmer heller ikke den relative plasseringen av målformasjonene under boring av adkomstbrønnboringen. I den foreliggende oppfinnelse er laggrenseinformasjonen oppnådd ved bunnhullssammenstillingen 45 fortrinnsvis benyttet for å justere boreretningen til adkomstbrønnboringen 20 fra overflaten eller ved utsetting av selvjusterende apparat nede i brønnhullet som

kan være styrt fra overflaten eller som er selvaktuerende plassert på avstand d bestemt av bunnhullssammenstillingen 45 og den ønskede avstanden. En slik metode muliggjør boring av adkomstbrønnboringen langs en optimal brønnboringbane og muliggjør justeringen av borebanebasisene på relativt nøyaktige in situ målinger tatt under boreoperasjonene.

Adkomstbrønnboringen, slik som brønnboringen 20, er typisk vesentlig større enn de laterale brønnboringene som er boret fra adkomstbrønnboringen. Derfor krever adkomstbrønnboringen bruken av store rigger, som er kostbare å operere. Derfor er det ønskelig å først bore adkomstbrønnboringen til en tilstrekkelig avstand fra overflaten og så bore laterale brønnboringer ved å benytte mindre rigger, som vanligvis er referert til som brønnoverhalingsriggene.

Adkomstbrønnboringen 20 er fortrinnsvis formet i sin helhet eller vesentlig i sin helhet i ikke-produserende formasjoner for grunner som er mer fullstendig forklart senere. Når adkomstbrønnboringen 20 har blitt formet til en ønsket dybde, er et ønsket antall av ikke-produserende laterale eller grenbrønnboringer formet fra adkomstbrønnboringen 20. Som et eksempel og ikke som en begrensning viser fig. 2 et eksempel på forming av ikke produksjonsgrenbrønnboringer. Ikke-produksjonsgrenbrønnboringer 102, 104 og 106, som hver har en ønsket rekkevidde eller dybde, er vist formet fra adkomstbrønnboringen 20 inn i den ikke-produserende formasjonen 80. Brønnboringer 102, 104 og 106 krysser henholdsvis brønnboringen 20 ved steder 103, 105 og 107. Ikke-produksjonsgrenbrønnboringene kan også være formet fra produksjonsgrenbrønnboringer 110 og 112. Ikke-produksjonsbrønnboringene kan være benyttet for en varietet av formål som forklart mer detaljert senere med referanse til fig. 4 og 5.

Det er ønskelig å forme grenbrønnsboringene i en ikke-produserende formasjon fordi de vanligvis er mindre porøse enn de produserende formasjonene og er således hardere enn de produserende formasjonene. De ikke-produserende formasjonene muliggjør således dannelse av sterkere og mere slitesterke brønnboringer på en mindre kostbar måte. Noen av slike brønnboringer kan imidlertid være formet i de produserende formasjonene. I tillegg til de ønskede ikke-produksjonsbrønnboringene 102, 104 og 106, er et ønsket antall av produksjonsbrønnboringer formet fra adkomstbrønnboringer 20 inn i de produserende formasjonene 82 og 84. Som et eksempel, og ikke som en begrensning, viser fig. 2 dannelsen av to produksjonsbrønnboringer 110a og 110b henholdsvis fra steder

(punkter på krysningspunktet) 111a og 111b ved adkomstbrønnboringen 20 inn i den produserende formasjonen 82. Likeledes er en produserende grenbrønnboring 112 formet fra adkomstbrønnboringen 20 inn i den produserende formasjonen 84. Kjennskap til avstanden til de produserende formasjonene 82 og 84 fra ad-

5 komstbrønnen 20 muliggjør planlegging og boring av grenbrønnboringene 110a, 110b og 112 langs optimale brønnboringsbaner.

Det er kjent på fagområdet at det er ønskelig å bore brønnboringene i de produserende formasjonene, slik som formasjoner 82 og 84, med et borefluid som er forskjellig fra fluidet benyttet for boring av brønnboringene eller partier derav i

10 de ikke-produserende formasjonene. Dette er på grunn av det faktum at vanlig brukte borfluider for boring av brønnboringer gjennom de ikke-produserende formasjonene kan forårsake produktivitetssvekkelse i de produserende formasjonene. Hvis dette oppstår, krever dette vanligvis stimulering av formasjonen for å sørge for at den produserende formasjonen når dens maksimale potensiale.

15 Fluidene benyttet for boring i de produserende formasjonene er referert til innen fagområdet som "innborings-" fluider. Nåværende fremgangsmåter krever bruken av to komplette fluidsystemer. Brønnboringsfluidet er byttet hver gang en brønnboring er boret inn i en produserende formasjon. I eksemplet i fig. 2, vil borefluidet byttes når grenbrønnboringen 110a er boret forbi stedet 110a'. Borefluidet

20 vil igjen byttes når grenbrønnboringen 110 har blitt boret og boringen fortsetter å bore adkomstbrønnboringen 20 forbi grenbrønnboringen 110a. Således for formålet med denne oppfinnelsen er det foretrukket at brønnboringene, både adkomstbrønnboringen og grenbrønnboringene, først er formet i de ikke-produserende formasjonene til den utstrekning ved praktisk å benytte en type av borfluid og så

25 bytte fluidet for å bore grenbrønnboringene i de produserende formasjonene. Den foreliggende oppfinnelse krever således bytte av borfluidet kun en gang, d.v.s. etter at adkomstbrønnboringen og andre grenbrønnboringer har blitt boret inn i de ikke-produserende formasjonene til den praktiske utstrekning.

Etter boring av grenbrønnboringene som beskrevet ovenfor, er tetningen

30 formet ved respektive grenbrønnboringskrysningspunkt med adkomstbrønnboringen 20. Fig. 3 viser dannelsen av slike tetninger. Som vist er tetninger 154 og 156 henholdsvis formet ved skjæringspunktet av adkomstbrønnboringen 20 og ikke-produksjonsgrenbrønnboringen 102 og 104. Det kan være ønskelig å ikke forme noen tetning mellom visse grenbrønnboringer og adkomstbrønnboringen

20, som vist for grenbrønnboringen 106. Likeledes er tetninger formet mellom adkomstbrønnboringen 20 og produksjongsgrenbrønnboringene 110a, 110b og 112. Som angitt tidligere, siden fjellet vanligvis er hardere i ikke-produserende formasjonene, slik som formasjon 80, er det foretrukket at tetningene for produksjonsbrønnboringene, slik som brønnboringer 110a, 110b og 112 er formet i sin helhet i den ikke-produserende formasjonen 80. Slike tetninger er lettere å forme og er mer holdbare. Forskjellige typer av tetninger og fremgangsmåter for å forme tetninger er kjent i olje og gassindustrien. For formålet med denne oppfinnelsen kan enhver slik tetning formes.

Fremdeles med referanse til fig. 3, er produksjonsbrønnboringene komplettert ved ønskede soner. For eksempel er brønnboring 110a komplettert ved sone 162a for produksjon av hydrokarboner fra formasjonen 82. I tillegg er brønnboringen 110b komplettert ved to steder 162b' og 162b'' for produksjon av ytterligere hydrokarboner fra formasjonen 82. Likeledes er brønnboring 112 vist komplettert ved en sone eller sted 164 for produksjon av hydrokarboner fra formasjonen 84. Det skal bemerkes at ethvert antall av brønnboringer kan være formet i hver av de produserende formasjonene og hver slik brønnboring kan være komplettert ved ethvert antall av soner for å optimalisere produksjonen av hydrokarboner. Videre kan enhver passende kompletteringsfremgangsmåte være benyttet for å utføre kompletteringsoperasjoner.

Fig. 4 viser kompletteringen av ikke-produksjonsbrønnboringer 102, 104 og 106 og noen eksempler på hvorledes slike brønnboringer kan være benyttet. Brønnboring 102 er vist å inneholde en foring eller foringsrør 202 for å beskytte brønnboringen fra å kollapse. I visse harde formasjoner og/eller visse grunne brønnboringer, behøver det ikke være nødvendig å benytte slike fremgangsmåter for å beskytte brønnboringen. I fig. 4 er brønnboringen 102 vist som et sted for lagring av anordninger. De lagrede anordningene er betegnet generelt med nummer 204. Når det ønskede antallet av lagringsbrønnboringer, slik som brønnboring 102, har blitt passende komplettert, kan anordninger 204 være transportert inn i og gjenvunnet derfra etter ønske. Som vist i fig. 4 kan anordninger 204 være transportert inn i lagringsbrønnboringene 102 via et foringsrør 240 plassert i adkomstbrønnboringen 20 og en passende lukkbar åpning 205 mellom adkomstbrønnboringen 102 og foringsrøret 240 ved enhver passende fremgangsmåte, som innbefatter kveilede rør. Anordningen 204 kan være selvdrevet og kan være

aktuert fra et fjernt sted, slik som overflaten eller et sted i enhver av brønnboringene via et passende kommunikasjonsapparat. En slik anordning vil således inneholde en viss mengde av lokal intelligens. Anordningene 204 kan være programmert for å selvaktueres ved hendelsen av en tilstand av en tilstand for å utføre en operasjon nede i brønnhullet. Anordningene 204 kan således være selvstyrende. Anordningene 204 kan være gjenvunnet fra brønnboringen 102 for å utføre en passende operasjon nede i brønnhullet. Eksempler på anordningene som kan være lagret i lagringsbrønnboringene innbefatter: (a) bunnhullssammenstillinger, som kan innbefatte en borkrone, bormotor og anordning for måling samtidig med boring (b) anordning for individuell måling samtidig med boring og/eller andre sensorer for bruk ved bestemmelse av formasjon, boring, brønnboring og produksjonsparametere, (c) anordninger for bruk ved komplettering av brønnboringer, (d) perforeringsanordninger, (e) pakninger, (f), kompressorer; (g) pumper; (h) perforeringsanordninger; (i) strømningsstyringsanordninger; og (j) andre anordninger som kan være benyttet nede i brønnhullet under dannelsen av brønnboringene beskrevet ovenfor og/eller for senere bruk under produksjonen av hydrokarboner fra målformasjonene.

Fremdeles med referanse til fig. 4, har ikke-produksjonsgrenbrønnboringen 104 et krysningspunkt 154 og er foret med et foringsrør 206. Denne brønnboringen er vist å romme materiale 208, som kan være benyttet for prosessering eller behandling av fluider nede i brønnhullet. De lagrede materialene 208 kan innbefatte kjemikalier og/eller biologiske masser (enzymer). Kjemikaliene og/eller biologiske masser kan være benyttet for behandling av brønnhullsfluider for å forandre viskositeten, og forandre den kjemiske sammensetningen eller kjemiske oppbygningen av fluider nede i brønnhullet, d.v.s. en av brønnboringene. I praksis for å behandle brønnhullsfluidene med de lagrede materialene kan slike materialer kontrollerbart frigjøres inn i adkomstbrønnboringen 20 gjennom en frigjøringsbane 210 og en passende styringsanordning 207. Alternativt kan fluidene fra adkomstbrønnboringen 20 være ført inn i brønnboringen 104 via en passende ledning 207' for behandling med de lagrede materialene. De behandlede fluidene kan så returneres til adkomstbrønnboringen 20 via fluidstyringsanordningen 207. Fluidene kan være behandlet for å forandre viskositeten av brønnhullsfluidene for på den måten å redusere motstand, forandre den kjemiske strukturen og/eller kjemiske oppbygningen av brønnhullsfluidene, innbefattende hydrokarbonene.

I fig. 4 er grenbrønnboringen 106 vist å inneholde utstyr 222 og materialer for prosessering og/eller behandling av fluider nede i brønnhullet. I tillegg kan også materialer, slik som kjemikalier og biologiske maser, generelt betegnet ved nr. 223 være laget for bruk med utstyret 222. Fluidene 219 kan være ført fra adkomstbrønnboringen 20 inn brønnboringen 106 via passende ledning 225a. Utstyret 222 behandler eller prosesserer de mottatte fluider 219 og slipper ut de behandlede fluider enten tilbake inn i adkomstbrønnboringen 20 eller til en annen brønnboring (ikke vist). Utstyret 222 kan innbefatte utstyr for separering av brønnhullsfluider til forskjellige bestanddeler, slik som faststoff, vann olje og gass. I en annen utførelse kan vannet være separert fra olje og gass. Det separerte vannet kan være sluppet ut i en dumpebrønnboring (ikke vist) og oljen og gassen kan være returnert til adkomstbrønnboringen 20 for transport til overflaten. Dette sørger for mer effektiv transport av hydrokarboner fra de produserende formasjonene.

I en annen utførelse, kan brønnboringen 106, utstyret 222 inneholde utstyr for prosessering av hydrokarboner nede i hullet. Slikt utstyr kan benytte kjemikalier eller andre materialer 223 for prosessering av hydrokarboner. Som et eksempel kan produksjonsfluid først være behandlet for å fjerne ethvert vann og faststoff derfra. Hydrokarbonene kan så være prosessert eller behandlet for å produsere andre materialer, slik som oktan, pentan, toluen, benzen, metanol, nafta, brenselolje, bensin, diesel, jetdrivstoff, smøreolje, asfalt, etc. Prosesseringsutstyr, kjemikalier og/eller biologiske masser 223 kan være benyttet for å produsere slike materialer. Det skal nevnes at prosesseringsbrønnboringene, slik som brønnboring 106, kan være lokalisert ved enhver annen ønsket plassering, slik som over hver av de produserende grenbrønnboringene, slik som brønnboring 110a, 110b og 112. I tillegg kan flere brønnboringer være benyttet for å utføre prosesseringen og behandlingen av fluidene nede i brønnhullet. For eksempel kan en brønnboring være benyttet for å fjerne faststoffer og vann fra fluidene og en annen brønnboring for behandling og/eller prosesseringen av hydrokarbonene. Således kan ett av formålene med slike brønnboringer være å eliminere eller redusere prosesseringen av fluider og/eller hydrokarboner på overflaten. I tillegg kan oppvarmingsutstyr og elektrisk utstyr være benyttet i en grenbrønnboring for å behandle/eller forandre tilstanden av et fluid nede i brønnhullet.

Fremdeles med referanse til fig. 4, kan grenbrønnboringene, slik som brønnboring 106, være benyttet for å inneholde utstyr slik som kompressorer for komprimering av enhver gassaktig damp i fluidet nede i brønnhullet. Slike kompressorer kan være benyttet for å komprimere gassen og slippe ut den komprimerte gassen inn i en produserende formasjon og hjelpe til med produksjonen av hydrokarboner fra en slik formasjon. Alternativt kan gass være komprimert til en væskeform og sluppet ut inn i adkomstbrønnboringen 20 for transport til overflaten.

I den foreliggende oppfinnelse er ikke-produksjonsbrønnboringene 102, 104 og 106 fortrinnsvis, men ikke nødvendigvis, formet i sin helhet vesentlig i de ikke-produserende formasjonene. Ikke-produksjonsbrønnboringene er fortrinnsvis benyttet for å utføre ønskede operasjoner nede i brønnhullet for å forbedre den totale effektiviteten av utvinning og/eller prosessering av hydrokarbonutvinning, og forbedre varigheten av de forskjellige brønnboringene og/eller redusere kostbare operasjoner ved overflaten.

Fig. 5 viser eksempler på plasseringen av strømningsstyringsanordninger på utsiden av både den primære adkomstbrønnboringen 20 og de produserende formasjonene, og plasseringen av prosesseringsutstyr i den primære adkomstbrønnboringen. I eksemplet i fig. 5, er en separat fluidstrømningskontrollanordning plassert i hver av produksjonsbrønnboringene 110a, 110b og 112. Følgelig er strømningsstyringsanordninger 300a og 300b henholdsvis plassert i produksjonsbrønnboringer 110a og 110b, idet en strømningsstyringsanordning 304 er plassert i brønnboring 112. Fluidene utvinnes fra formasjonene 82 og 84 går til adkomstbrønnboringen via disse styreanordningene. Fluidstyringsanordninger 300a, 300b og 304 kan være styrt fra overflaten. Disse strømningsstyringsanordninger 300a, 300b og 304 er fortrinnsvis fjern og uavhengig styrbare fra styreenheten 40. Disse strømningsstyringsanordningene er justert for å optimalisere produksjonen av hydrokarboner fra de forskjellige produserende formasjonene. Dette tillater også avstengning av en spesifisert produksjonsgrenbrønnboring for å utføre overhaling eller ettersynsoperasjoner. Strømningsstyringsanordninger 300a, 300b og 304 kan være laget for å kommunisere med hverandre, slik at de automatisk kan justere fluidstrømninger fra deres forbundne brønnboring i henhold til programmerte instruksjoner. Disse anordninger kan også være programmert for fullstendig å lukke hvis visse forhåndsbestemte uheldige forhold oppstår. I tillegg kan disse ström-

ningsstyrings-anordninger være operert som en funksjon av visse parametere av betydning, slik som trykket i grenbrønnboringene.

Fremdeles med referanse til fig. 5, kan de ovenfor angitte anordninger være utsatt i den primære adkomstbrønnboringen 20. Anordninger plassert i den primære brønnboringen er generelt betegnet ved nr. 307. Slike anordninger kan
5 være benyttet for behandling og/eller prosessering av fluider nede i brønnhullet, som beskrevet ovenfor med referanse til utstyr 222 (fig. 4). Utstyret 307 kan være benyttet alene eller i forbindelse med materialer (kjemikalier, etc.) lagret i en av grenbrønnboringene, slik som brønnboring 106. Prosesseringen og behandlingen
10 av fluidene kan gjøres på en måte som beskrevet tidligere.

Bruken av ikke-produserende brønnboringer for å lage anordninger og materialer for å utføre ønskelige operasjoner, og bruken av strømningsstyringsanordninger på utsiden av adkomstbrønnboringen tillater at adkomstbrønnboringen opprettholdes vesentlig fri fra anordninger som ikke er benyttet for strømmende fluider
15 gjennom adkomstbrønnboringen. Med andre ord, under produksjonen av hydrokarboner, forblir adkomstbrønnboringen fri for anordninger og materialer som negativt kan påvirke strømningen av hydrokarboner til overflaten.

Omtalen så langt har relatert seg til dannelsen av multilaterale brønnboringer fra en primær brønnboring som er formet primært i en ikke-produserende formasjon. I Noen anvendelser kan det være ønskelig å forme flere enn en adkomstbrønnboring. Fig. 6 viser en måte for å forme flerlaterale produksjonsbrønnboringer fra en adkomstbrønnboring formet i den produserende formasjonen 82. I denne utformingen er adkomstbrønnboringen 20 formet som beskrevet ovenfor med referanse til fig. 1. I tillegg er de gjenværende brønnboringene formet som
20 beskrevet i referanse til fig. 2-5 med unntaket av brønnboringer 100a og 110b. I stedet er en andre adkomstbrønnboring 402 formet fra adkomstbrønnboringen 20 inn i formasjonen 82. Et ønsket antall av laterale brønnboringer 404a-d er så formet fra adkomstbrønnboringen 400 inn i den produserende formasjonen 82. Tetninger 405a-d er formet mellom henholdsvis adkomstbrønnboringen 402 og grenbrønnboringene 404a-d. Disse tetninger er formet innen den produserende formasjonen 82 ved enhver passende fremgangsmåte som er kjent på fagområdet.
25 Grenbrønnboringene 404a-d er henholdsvis komplettert ved soner 408a-d. Fluidstrømningsstyringsanordninger er fortrinnsvis plassert i hver av de produserende grenbrønnboringene for uavhengig å justere fluidstrømningen gjennom hver slik

produksjonsbrønnboring. I hver av brønnboringsutformingene heri kan de forskjellige fluidstrømningsstyringsanordningene kommunisere med hverandre for å styre de tilhørende fluidstrømmer og/eller kan være styrt uavhengig fra et fjernt sted slik som overflaten.

5 Fig. 7 viser en alternativ fremgangsmåte for å danne brønnboringer. I denne fremgangsmåten er den primære brønnboringen 20 formet i avstand fra noen av reservoarene, slik som reservoarene 82 og 84, og boret inn i noen av reservoarene, slik som et reservoar 420. Hydrokarboner fra formasjonene 82, 84 og 420 kan være produsert på en måte beskrevet ovenfor eller ved enhver annen kjent fremgangsmåte. En slik fremgangsmåte er nyttig når det er ønskelig å bore den primære adkomstbrønnboringen inn i en eller flere reservoarer, slik som reservoar 420, og unngå boring av denne inn i en eller flere reservoarer, slik som reservoarer 82 og 84. En slik fremgangsmåte tillater plassering av den primære adkomstbrønnboringen langs en optimal bane og tillater produksjonen av hydrokarboner fra hvert slikt reservoar. Det skal bemerkes at ytterligere adkomstbrønnboringer (ikke vist), i likhet med brønnboring 112 kan være formet fra de primære adkomstbrønnboringene inn i reservoaret 420.

Fig. 8A og 8B viser bruken av flerbaner for strømning av fluider gjennom adkomstbrønnboringen 20. Fig. 8A viser to konsentriske ledninger eller rør, med et ytre rør 450a og et indre rør 450b. Mer enn to konsentriske rør kan også være benyttet. Disse konsentriske rørene kan være benyttet i stedet for det enkle røret 240 som vist i fig. 4 og 5. Fluidstrømningsstyringsanordninger 452a og 452b er installert henholdsvis i rør 450a og 450b for å styre strømmen av fluider gjennom deres tilhørende rør. Et slikt arrangement sørger for bedre styring av fluidstrømningen sammenlignet med det enkle røret 240. Nye brønnboringer har en tendens til å produsere større mengder av hydrokarboner, hvilke mengder gradvis reduseres etter som de produserende formasjonene uttømmes. I slike tilfeller, for høye produksjonsmengder, kan større (ytre) rør 450a alene eller i forbindelse med det indre røret 450b være benyttet for strømning av fluider til overflaten. Dette kan utføres ved åpning av anordningene 452a og 452b. Etter som fluidstrømmen avtar på grunn av forandring i trykk eller på grunn av den økte mengde av vannproduksjon, kan ett av rørene stenges. I tillegg kan dette arrangementet være benyttet for strømning av forskjellige materialer til overflaten. For eksempel kan ett av rørene

være benyttet for strømning av vann og faststoffer til overflaten og det andre røret for strømning av hydrokarboner.

Fig. 8B viser et alternativt arrangement for anvendelse av flere rør i en brønnboring. Fig. 8B viser bruken av to forskjellige dimensjonerte rør 470a og 470b plassert side-ved-side i adkomstbrønnboringen 20. Fluidstrømningsstyrings-ventiler 472a og 472b er henholdsvis plassert i rør 470a og 470b for styring av fluidstrømmene gjennom deres respektive rør. Strømningen gjennom disse rørene kan være styrt ved uavhengig styring av strømningsstyringsanordningene 472a og 472b. Strømningsstyringsventilene vist i fig. 8A og 8B er fortrinnsvis fjernstyrbare fra overflaten. De ovenfor beskrevne arrangementer sørger for bedre styring av strømmen av fluider gjennom adkomstbrønnboringen 20 over levetiden til de produserende brønnboringene uten å kreve sekundært arbeide for å innføre mindre rør etter komplettering av adkomstbrønnboringen 20.

Fig. 9A og 9B viser et apparat som kan være benyttet for plassering inn i og gjenvinning fra ethvert av brønnboringsutstyret og materialene. Fig. 9A viser en adkomstbrønnboring 510 med en innvendig diameter " d_1 " og grenbrønnboringer 512a-c med respektive diametere d_{2-4} . Hver av diameterne d_{2-4} er mindre enn diameteren d_1 . Anordningen eller verktøyet 520 for å flyttes inn i en ønsket grenbrønnboring er avtakbart festet eller koplet til en bærer 522. Dette kan være utført ved å gjøre størrelsen av bæreren 522 større enn hver av åpningene 514a-c. Dimensjonene av bæreren er slik at den kan være ført over brønnboringene 512a-c. For å transportere anordningen 520 til en ønsket brønnboring er bæreren 522 koplet til en transporterende anordning 524, slik som et rør. Anordningen 520 er koplet til bæreren 522 eller den transporterende anordningen 524. Den transporterende anordningen er så flyttet i brønnboringen 510 for å plassere bæreren 522 før den ønskede brønnboringen. F.eks. hvis anordningen 522 skal transporteres inn i brønnboringen 512b, er bæreren plassert som vist ved stiplede linjer 522' før brønnboringen 512b. Bæreren 520 er så frigjort fra den transporterende anordningen 524, idet anordningen 520 etterlates festet til den transporterende anordningen 524. Anordningen 520 er så transportert ved den transporterende anordningen inn i brønnboring 512b. Siden anordningen 52 er mindre enn åpningen av brønnboringen 512b, kan anordningen 520 være transportert inn i brønnboringen ved å benytte enhver av teknikkene som er kjent på fagområdet. Etter at anordningen 520 har blitt riktig plassert i brønnboringen 512b er den transporterende

anordningen frigjort fra anordningen 520 og benyttet for å gjenvinne bæreren 522 fra adkomstbrønnboringen 510. For å gjenvinne en anordning fra enhver av brønnboringene, er prosessen beskrevet ovenfor reversert. Fluidier, slik som kjemikalier og andre materialer, kan også være transportert til en ønsket brønnboring på måten beskrevet ovenfor.

I en alternativ utførelse, som vist i fig. 9B, innbefatter bæreren 540 et antall av justerbare deler 532, og hver del er fortrinnsvis uavhengig justerbar radielt. Slike deler kan være mekanisk justerbare eller fjernjusterbare, slik at de kan ekspandere og trekke seg sammen omkring legemet 530. For å transportere en anordning er de justerbare delene beveget til passende posisjoner for å transportere anordningene 520. Hvis fjernjusterbare deler er benyttet behøver ikke bæreren å frigjøres før transporteringen av anordningen inn i en destinasjonsbrønnboring. Hvis destinasjonsbrønnboringen er tilstrekkelig stor for å romme både bæreren og anordningen som skal transporteres, så kan kombinasjonen transporteres inn i destinasjonsbrønnboringen og bæreren frigjøres etter plassering av anordningen i destinasjonsbrønnboringen. En slik bærer kan være benyttet for å gjenvinne en anordning fra brønnboringen med delene klemt sammen til legemet, som så er ekspandert for å gå over andre grenbrønnboringer og gjenplasseres for å transportere anordningen til en andre brønnboring.

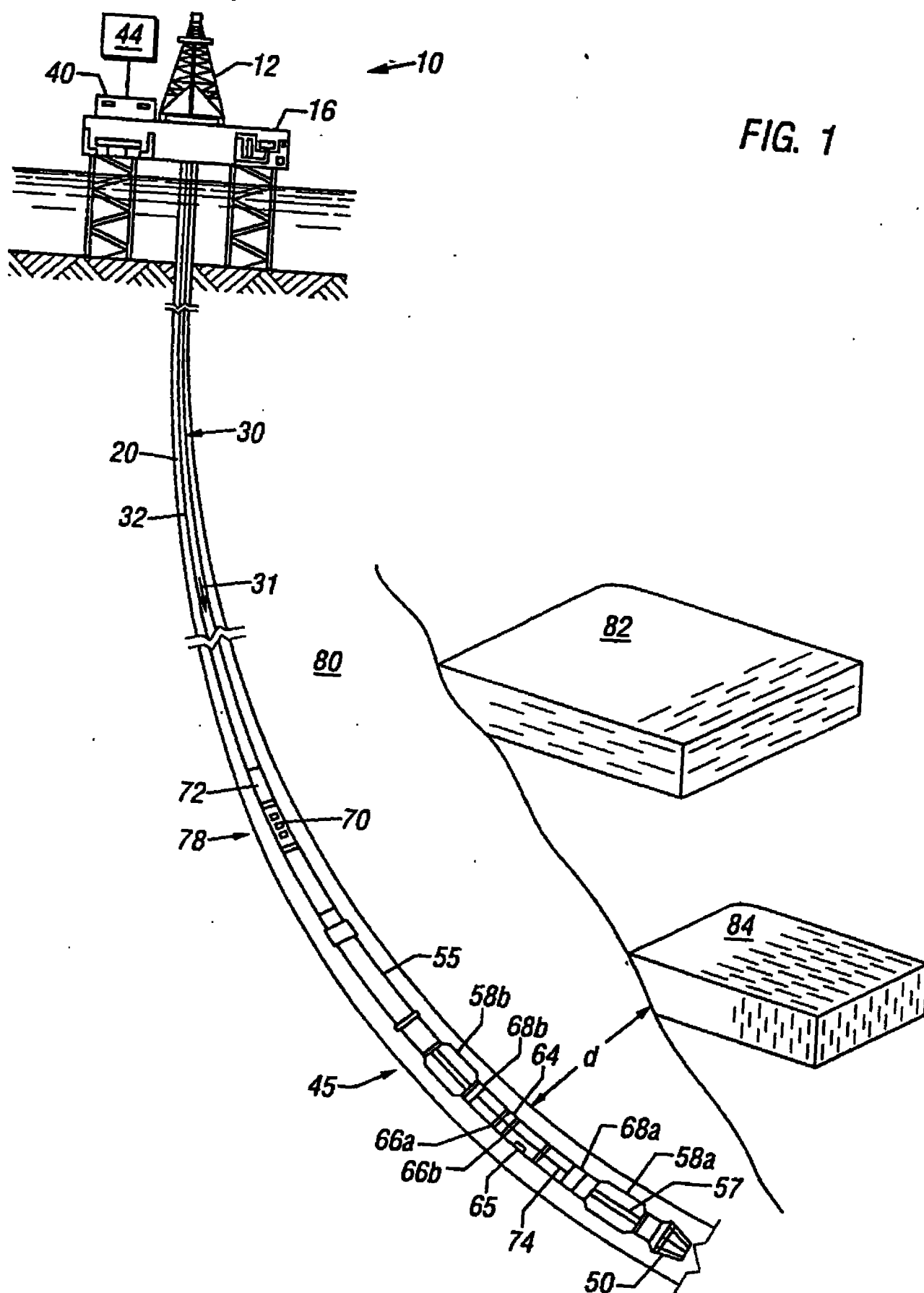
Idet den foregående omtale er rettet mot de foretrukne utførelsene av oppfinnelsen, vil forskjellige modifikasjoner være åpenbare for de som er faglært på området. Det er intensjonen at alle variasjoner innen området av kravene skal være omfanget av den foregående omtale.

PATENTKRAV

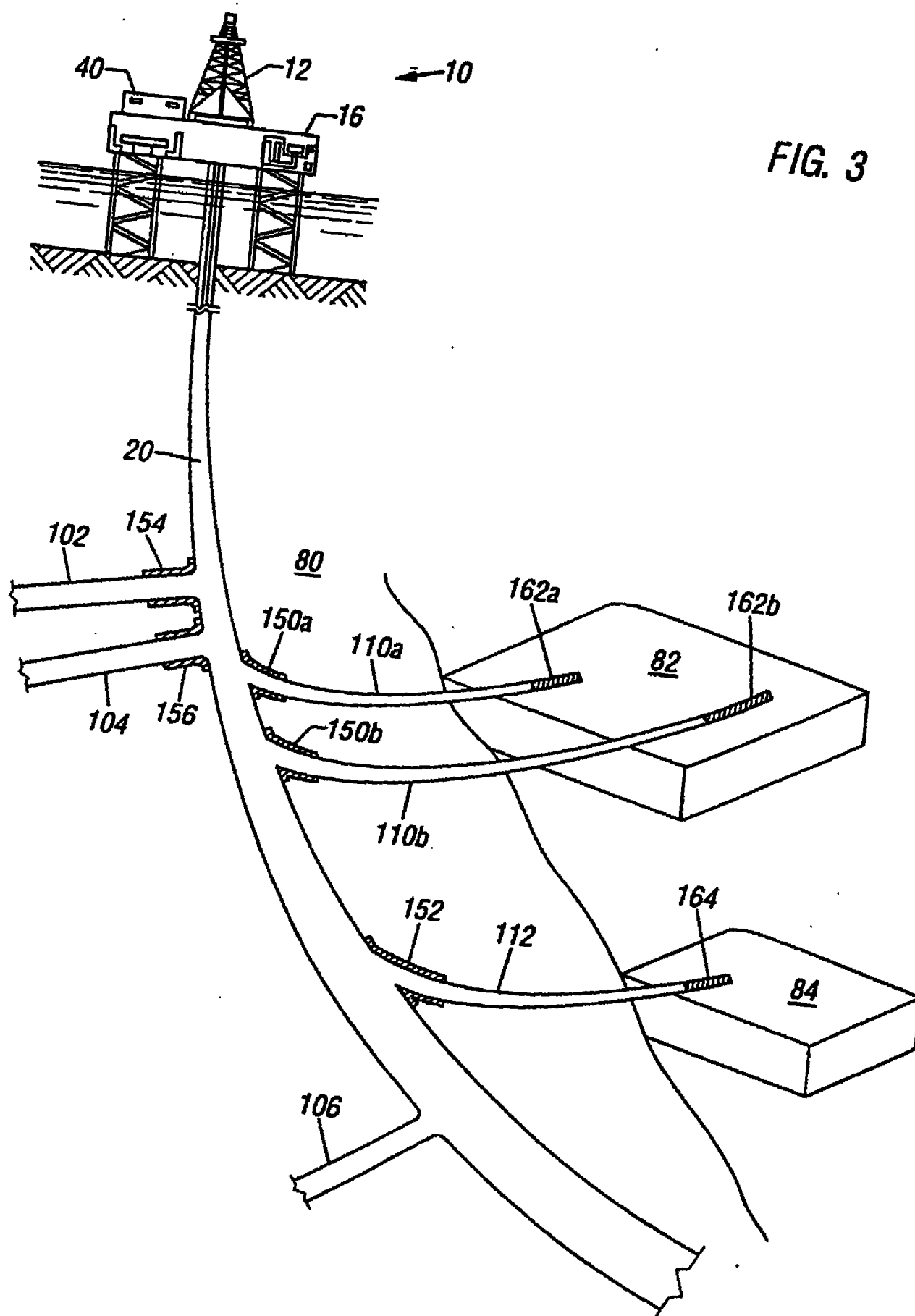
1. Fremgangsmåte for produksjon av hydrokarboner fra en jordformasjon,
karakterisert ved
 - 5 (a) forming av en primær brønnboring og minst en grenbrønnboring for produksjon av hydrokarboner fra jordformasjonen;
 - (b) den minst ene grenbrønnboring utformes for lagring av utstyr for å utføre minst en operasjon hvorved det tilveiebringes fri adkomst eller gjennomstrømning av fluider fra jordformasjonen gjennom primærbrønnboringen.
- 10 2. Fremgangsmåte ifølge krav 1,
karakterisert ved at den minst ene operasjon er separering av gass fra produserte hydrokarboner.
- 15 3. Fremgangsmåte ifølge krav 2,
karakterisert ved at gassen komprimeres med en kompressor.
4. Fremgangsmåte ifølge krav 1, 2 eller 3,
karakterisert ved at den minst ene operasjon er lagring av kjemikalier
20 for innblanding under produksjon av fluider.
5. Fremgangsmåte ifølge krav 3,
karakterisert ved at kompressoren anbringes i primærbrønnboringen.
- 25 6. Fremgangsmåte ifølge krav 3,
karakterisert ved at kompressoren anbringes i grenboringen tildannet fra primærbrønnboringen.
7. Fremgangsmåte ifølge krav 3-6,
30 karakterisert ved at den ytterligere omfatter at den komprimerte gassen avgis i jordformasjonen.

8. Fremgangsmåte ifølge krav 3-6,
karakterisert ved at den videre omfatter at den komprimerte gassen
avgis i primærbrønnboringen.
- 5 9. Fremgangsmåte ifølge krav 3-6,
karakterisert ved at den videre omfatter at den komprimerte gassen
avgis i en grenbrønnboring tildannet fra en primærbrønnboring.
- 10 10. Fremgangsmåte ifølge krav 3-9,
karakterisert ved komprimering av den separerte gassen til en væske-
tilstand og returnering av den flytende gassen til en av:
(i) primærbrønnboringen,
(ii) inn i jordformasjonen.

1/8

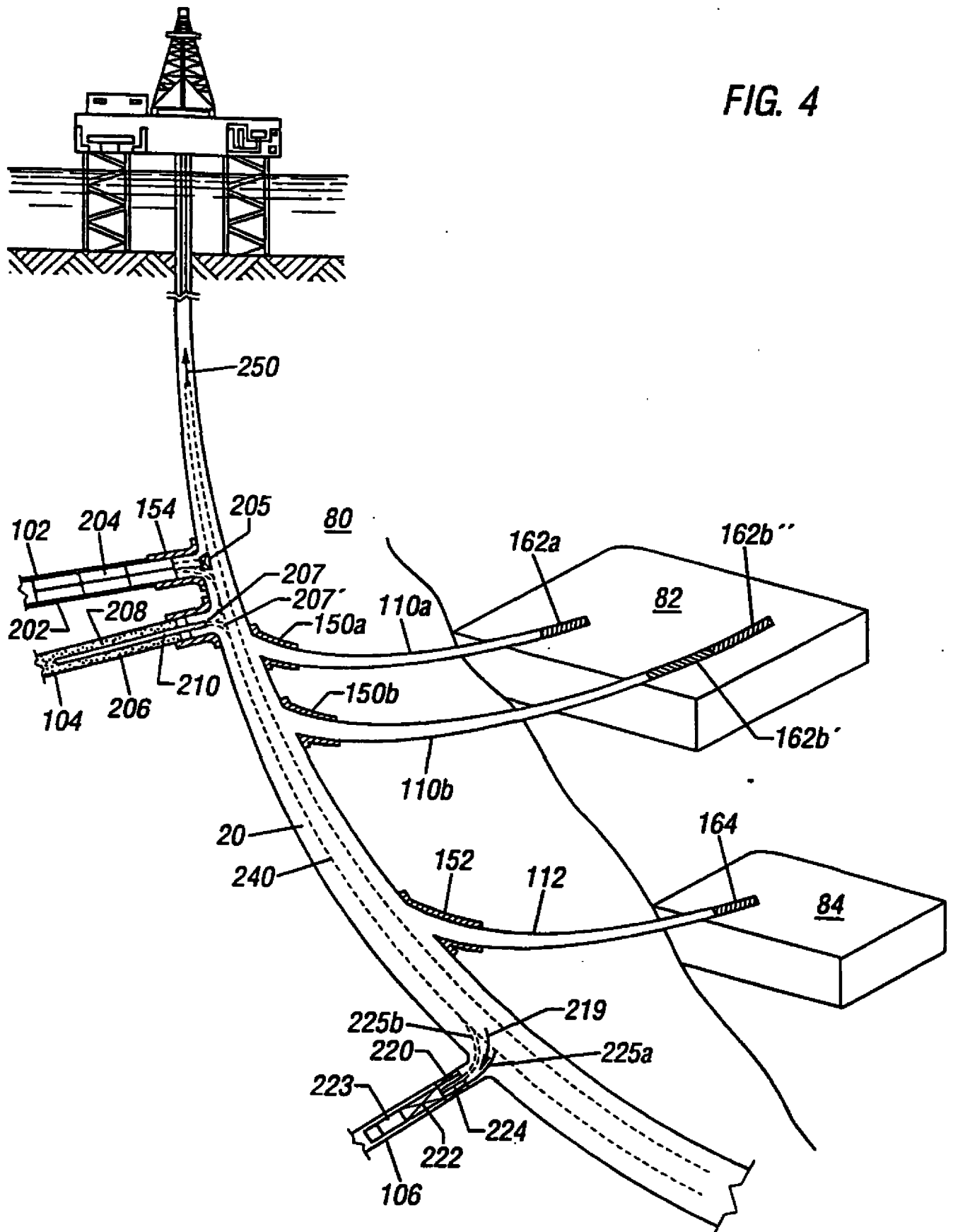


3/8



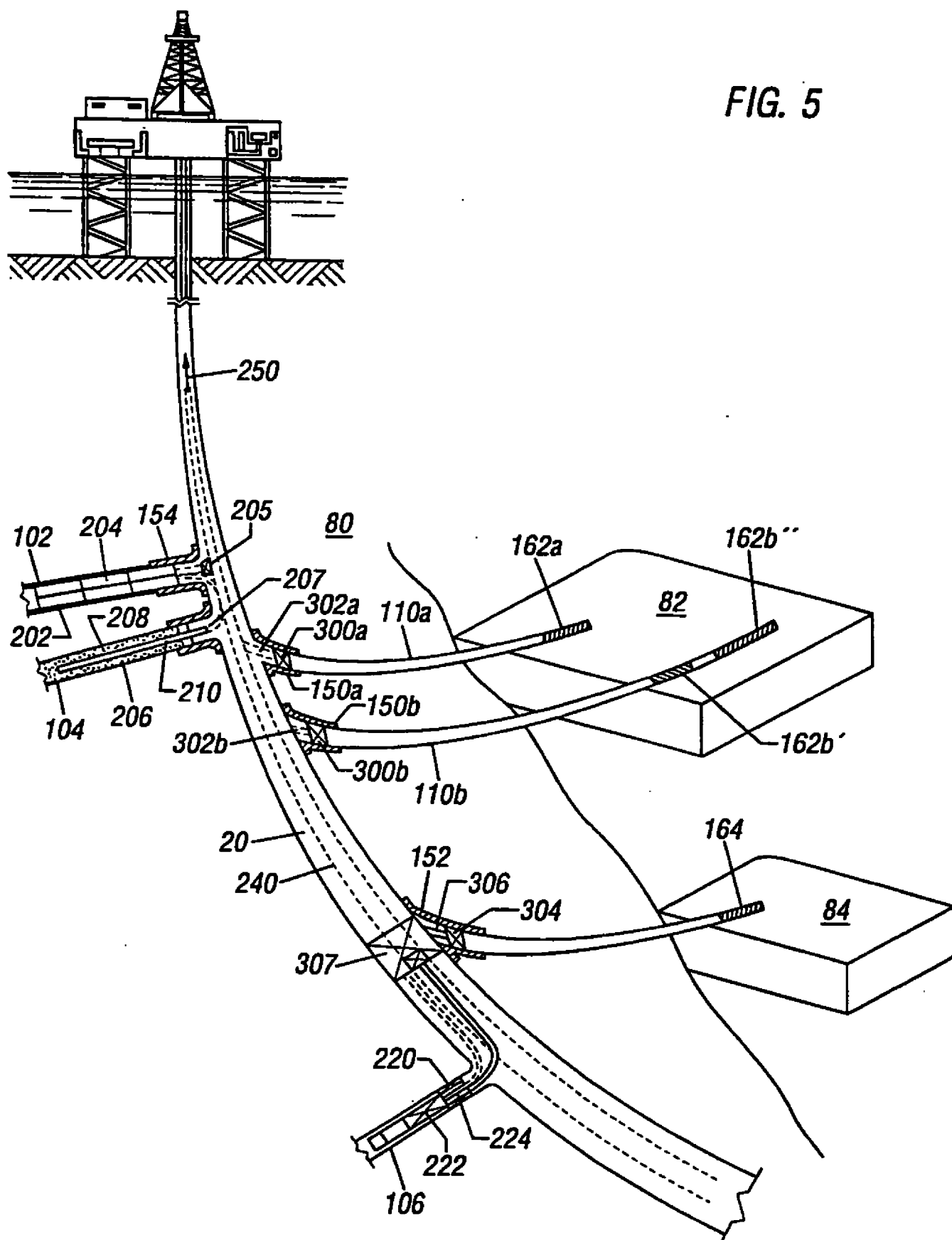
4/8

FIG. 4



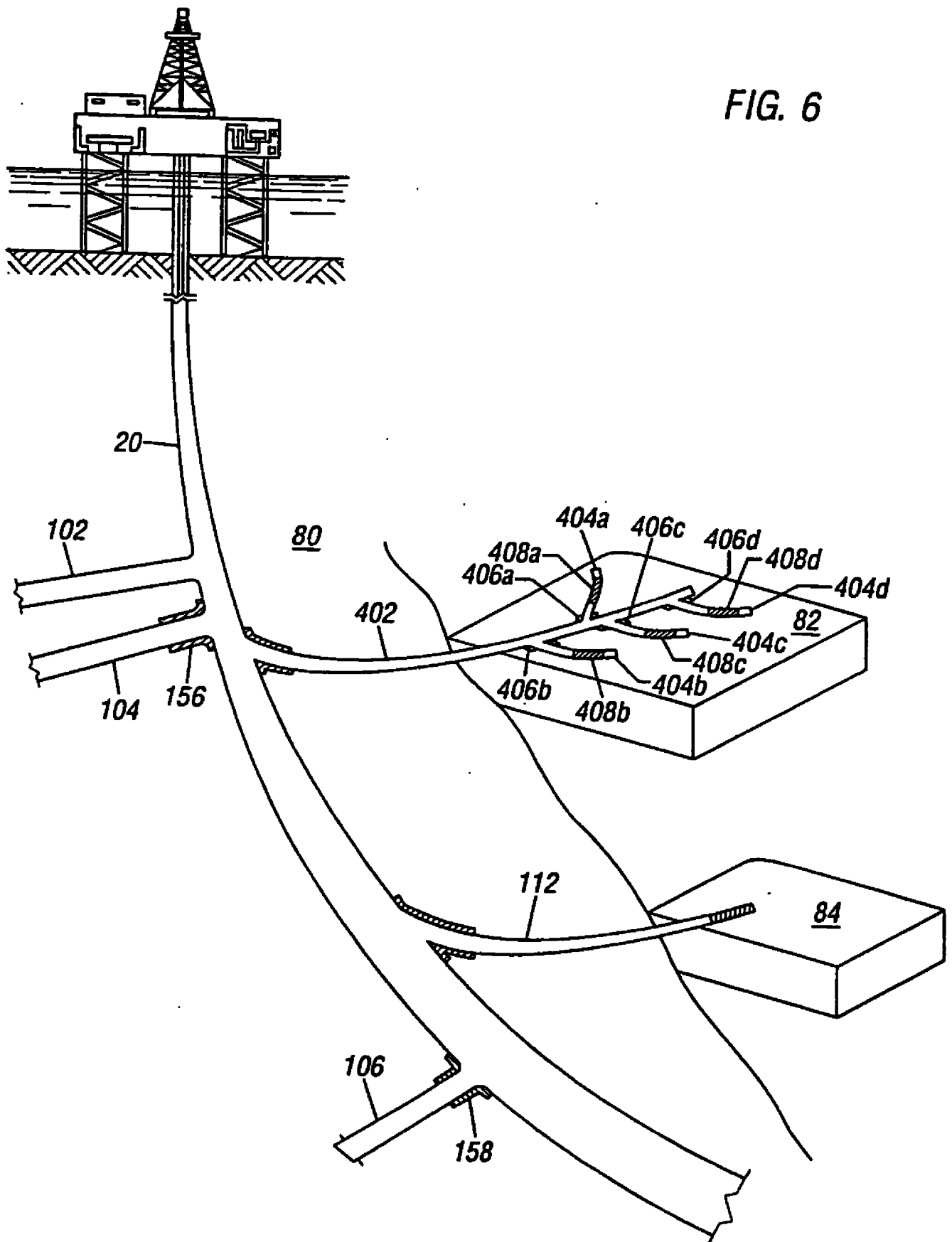
5/8

FIG. 5



6/8

FIG. 6



7/8

FIG. 7

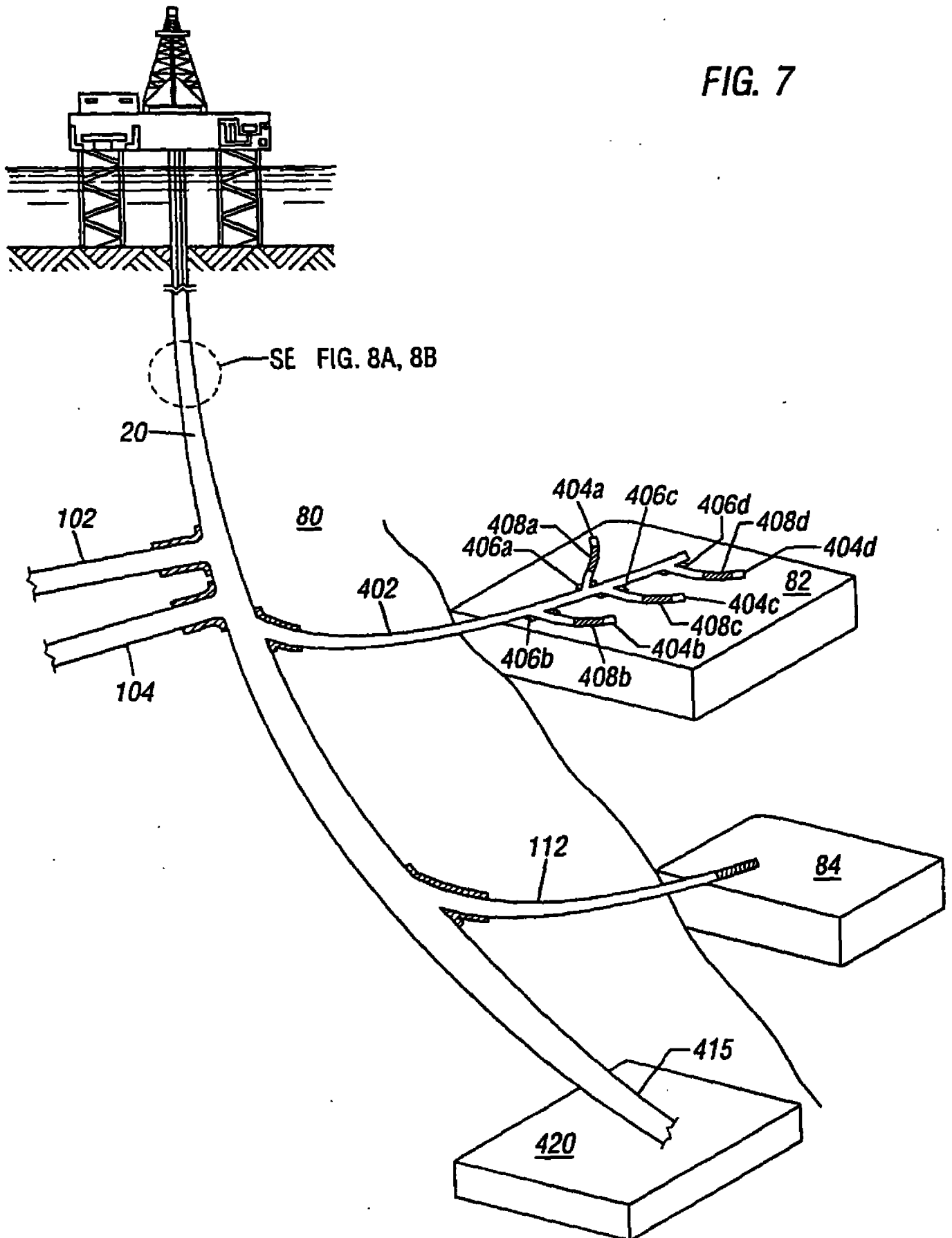


FIG. 8A

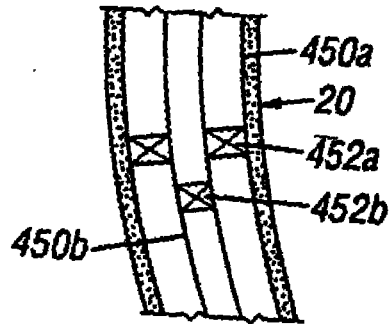


FIG. 8B

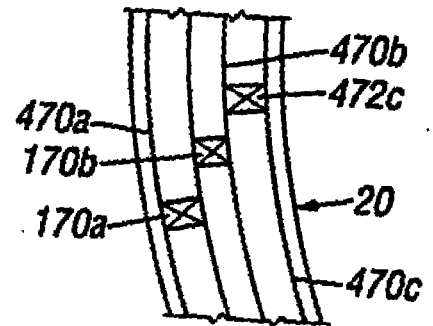


FIG. 9A

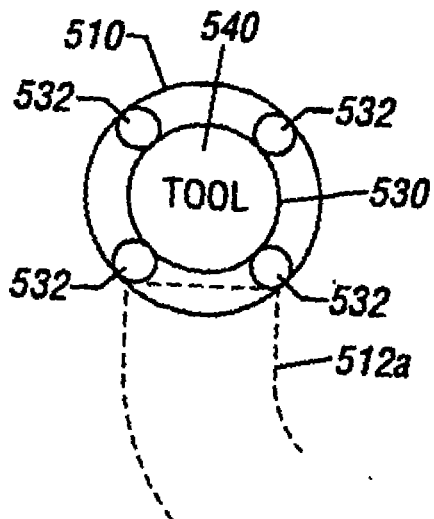
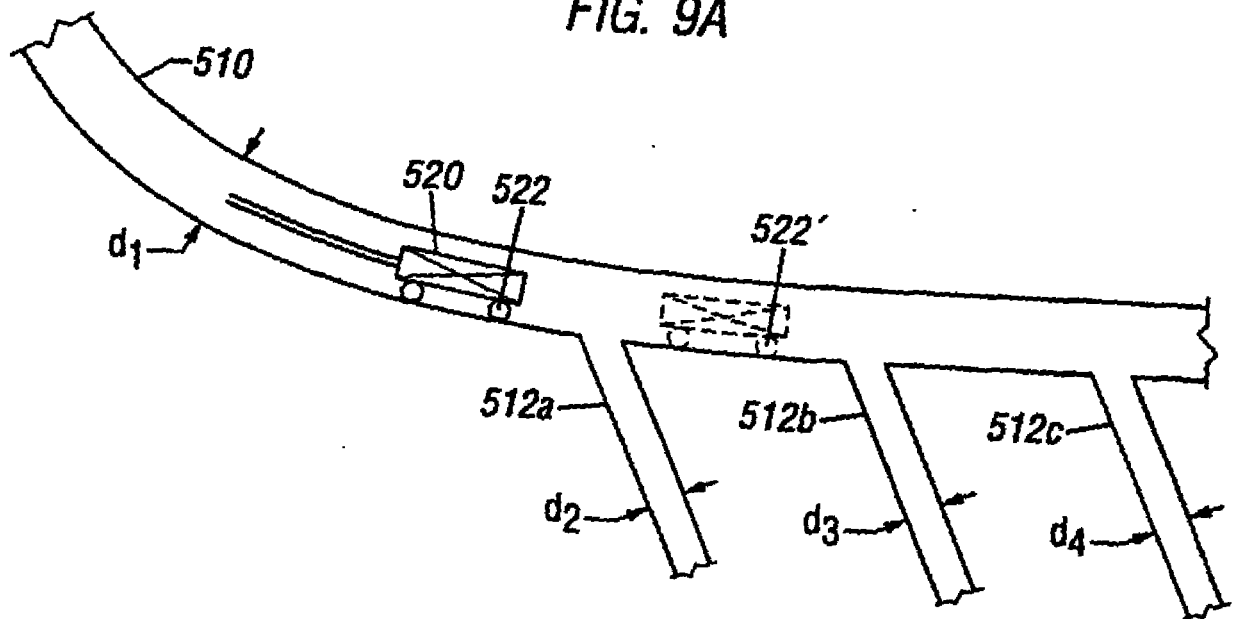


FIG. 9B