



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **335820**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

E21B 47/00 (2006.01)

E21B 43/25 (2006.01)

E21B 43/08 (2006.01)

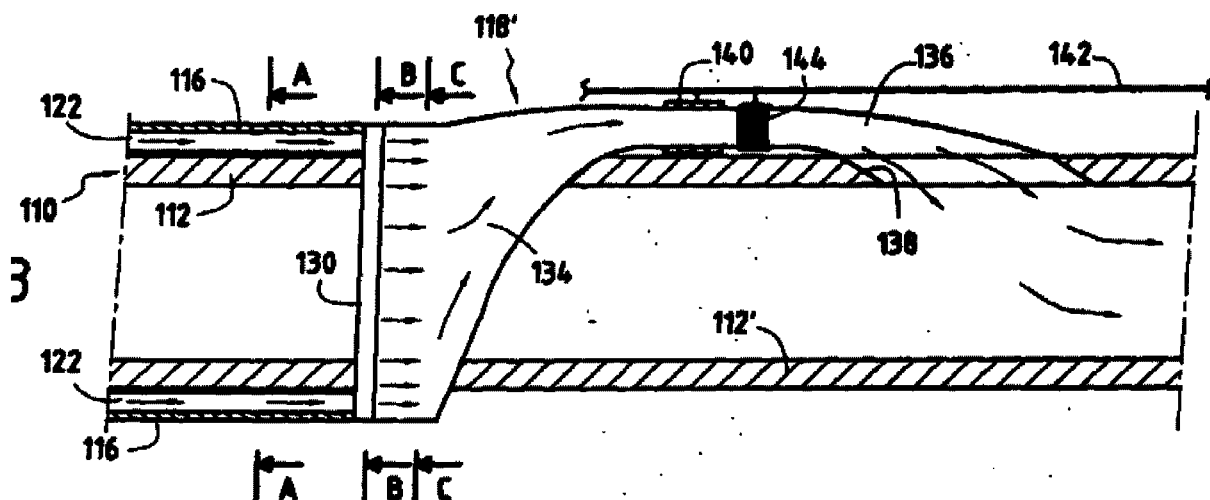
E21B 47/10 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20042952	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2002.11.13 PCT/EP2002/12728
(22)	Inng.dag	2004.07.12	(85)	Videreføringsdag	2004.07.12
(24)	Løpedag	2002.11.13	(30)	Prioritet	2001.12.13, WO, 01204897
(41)	Alm.tilgj	2004.07.12			
(45)	Meddelt	2015.02.23			
(73)	Innehaver	Schlumberger Technology B.V., Parkstraat 83-89, NL-2514JG HAAG, Nederland			
(72)	Oppfinner	John Edwards, Rumelia 106 Building, Al Romelah Street, OM- WATTAYAH, MUSCAT, Oman			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			

(54)	Benevnelse	Fremgangsmåter og apparat for overvåkning og styring ved brønnkompletteringsinstallasjon
(56)	Anførte publikasjoner	WO 9812417 A US 6075611 A
(57)	Sammendrag	

En fremgangsmåte for overvåkning av fluidproduksjon i en brønn, omfatter å måle lokale parametere over tid ved en rekke posisjoner langs brønnen, der hver lokal måling reagerer på endringer i parameterne i det området hvor den blir tatt; å måle fluidegenskaper i brønnen over tid nedstrøms fra rekken med posisjoner, og å bestemme endringer i de lokale målingene og i de målte fluidegenskapene; og å identifisere posisjonene i formasjonen som bidrar til endringene i de målte fluidegenskaper ved å bestemme tilsvarende endringer i de lokale målinger. Ved å kombinere en distribuert måling tatt inne i formasjonen og en måling av fluidene i brønnen nedstrøms for den produserende formasjon, blir det mulig å identifisere den posisjon i brønnen der en endring har inntruffet med hensyn til de produserte fluider. Installasjoner og avslutningssystemer for å utføre fremgangsmåten, innbefatter lokale sensorer i avslutningssikter som også kan innbefatte et tetningssystem for å avstenge strømmingen.



Foreliggende oppfinnelse vedrører fremgangsmåter og anordninger for anvendelse i forbindelse med brønnkonstruksjon, avslutning, overvåkning og styring. Spesielt tilveiebringer oppfinnelsen fremgangsmåter og anordninger som er særlig nyttige ved olje- eller gass-brønner som befinner seg i svakt konsoliderte eller ukonsoliderte formasjoner som krever silrøravslutninger.

Tradisjonelle fremgangsmåter for avslutning av hydrokarbonbrønner innebærer å sementere et fôringsrør eller et forlengelsesrør (vanligvis laget av stål) i brønnen, og så danne perforeringer ved posisjoner i brønnen som antas å være plassert i produserende formasjoner, og som strekker seg gjennom fôringsrøret og sementen inn i formasjonen for å tilveiebringe baner som fluider kan strømme langs inn i brønnen. Disse strømningsbanene kan ofte forbedres ved hjelp av oppbrytnings- eller andre stimulerende metoder som er velkjente på området. Når brønnen er blitt avsluttet, er det forholdsvis lett på nytt å forsyne brønnen med måleverktøy og ta målinger nær de områder hvor det er perforeringer for å bestemme beskaffenheten og karakteristikkene til de fluider som strømmer inn i brønnen fra formasjonen ved dette punktet. Det er også mulig å forsegle perforeringene hvis det oppdages at uønskede fluidstrømmer påtreffes, f.eks. høye volumandeler eller strømningshastigheter med vann som kommer inn i brønnen ved vedkommende punkt. Alt dette er hovedsakelig mulig fordi perforeringene utgjør en forholdsvis liten andel av brønnen og forekomsten av det ellers massive fôringsrøret gjør det mulig å forsegle brønnen mens brønnbehandlinger finner sted.

Imidlertid der det visse velkjente situasjoner hvor denne tradisjonelle løsningen på brønnavslutning ikke kan brukes, spesielt når den produserende formasjon er svakt konsolidert eller ukonsolidert, slik som sand, eller hvor brønnens produserende seksjon er blitt boret i en langtrekkende horisontal seksjon. I det første tilfelle er formasjonen for svak til å tillate installasjon av fôringsrør, eller for å tillate at det dannes permanente produksjonstunneler inn i formasjonen. Den eneste effektive måten til å tillate fluider å passere inn i brønnen på, er å tilveiebringe et meget perforert eller åpnet fôringsrør, ofte kalt en "sil" eller "sandfilter" eller "gruspakning" å bli plassert i brønnen i vedkommende formasjon. Tidligere har slike brønner ofte blitt etterlatt uten noen form for fôring, noen ganger kalt "barfotavslutning", eller har slissede fôringsrør eller silrør innsatt i brønnen, men ikke sikret ved hjelp av sement, i likhet med den løsning som benyttes i ukonsoliderte formasjoner som beskrevet ovenfor.

En kjent form for sil som er nyttig i ukonsoliderte formasjoner eller i lange horisontale brønner, er vist på fig. 1 og 2. Silrøret er utformet i seksjoner med et basisrør 12 som er forsynt med hull 14 langs sin lengde og omkring sin omkrets. Selve silen utgjøres av en tråd 16 med trekantet tverrsnitt (med grunnlinjen ytterst) som er viklet omkring utsiden av basisrøret 12 mellom små krageseksjoner 18 anordnet ved hver ende av basisrøret 12 og atskilt fra den ytre overflaten til basisrøret ved hjelp av langsgående fjærer 22 festet til den ytre overflaten av basisrøret for å bestemme et aksialt segmentert, ringformet kammer 24 omkring basisrøret 12. Trådsilen 16 er viklet på en slik måte at et lite rom blir etterlatt mellom tilstøtende viklinger, som er lite nok til å hindre små partikler, slik som sand, fra å komme inn i kammeret 24 eller basisrøret 12, men likevel ikke så små at de hindrer strømmingen av fluider inn i brønnen. Selv om denne konstruksjonen tillater strømning i radialretningen (dvs. inn i basisrøret), tillater den også aksial strømning på innsiden og utsiden av silen med liten eller ingen begrensning. Dette kan medføre visse problemer når det gjelder å overvåke produksjonen i brønnen eller å behandle brønnen eller formasjonen med behandlingsfluider. I tilfelle med overvåkning eller måling, siden det kan være strømning inn i brønnen ved nesten et hvilket som helst punkt og siden det kan være strømning på utsiden av basisrøret i aksialretningene (dvs. i kammeret 24), er det meget vanskelig å relatere en måling tatt ved et spesielt punkt i brønnen til oppførselen ved et spesielt område i formasjonen utenfor brønnen. I tilfelle med brønnbehandling kan pumping av et fluid inne i basisrøret ikke garantere plassering i en sone av interesse siden det ikke er noe som kan tvinge fluidet inn i sonen. Selv bruken av oppkveilingsrør for å levere behandlingsfluider kan ikke garantere riktig plassering eller behandling.

Forskjellige former for silavslutningstyper er kjent. US 5,435,393 beskriver en spesiell utførelsesform hvor avslutningen er inndelt i seksjoner, som hver er forsynt med en regulerbar innsnevring i en passasje som kommuniserer mellom ringromskammeret og innsiden av basisrøret. Denne innsnevringen blir brukt til å regulere trykkdifferansen mellom formasjonen og innsiden av basisrøret for å opprettholde et gitt trykkfall langs avslutningen.

Lange horisontale produksjonsseksjoner kan ofte finnes i brønner til havs, enten enkeltvis eller i multilaterale avslutninger. Brønner til sjøs kan avsluttes som undersjøiske (dvs. at brønnhodet befinner seg på havbunnen) eller plattform (dvs. at brønnhodet befinner seg på en plattform på havoverflaten). Undersjøiske brønner er

en betydelig mindre kostbar metode til utvikling av olje- og gass-felter enn bruk av plattformer, fordi selve plattformen er en betydelig del av totalomkostningene. En ulempe med undersjøiske brønnhoder er imidlertid at det er meget kostbart å få tilgang til brønnen når den først er blitt avsluttet. For tørre brønnhoder på land eller på plattformer blir det gjort inngrep for å samle inn data om reservoaret og de produserende fluid, samt om selve avslutningen. De data som er fremskaffet, er nye data som ikke var kjent på tidspunktet for den opprinnelige brønnutforming og kan brukes til å planlegge ytterligere inngrep for å modifisere strømmen av fluid fra reservoaret, f.eks. ved å avstenge soner som produserer vann. Den uhyre store kostnaden og driftsrisikoen ved å utføre ekvivalente inngrep i undersjøiske brønner betyr at de sjelden blir utført.

Det finnes alternative metoder til å endre strømmen av fluid fra et reservoar uten fysisk intervensjon. Kjemiske behandlinger kan injiseres langs den undersjøiske ledningen ned i brønnen, eller langs permanent installerte, undersjøiske kjemiske injeksjonsledninger. Disse utnytter det strømningsrøret som forbinder hydrokarbonsamlepunktet og reservoaret. Fravær av data om reservoaret for å identifisere de spesifikke sonene som trenger behandling, betyr imidlertid at reservoarbehandlinger i undersjøiske brønner også sjelden blir utført. Det er også vanskelig å posisjonere en kjemisk behandling nøyaktig i en spesiell sone. Dette begrenser de fleste undersjøiske kjemikaliebehandlinger til fluid som har en preferanse for en sone som produserer et spesielt uønsket fluid, imidlertid risikerer slik kjemisk behandling å redusere produktiviteten i alle soner. Andre kjemiske behandlinger er ment å behandle hele avslutningen, f.eks. avleiringsbehandlinger. For tiden er det imidlertid ikke mulig å verifisere om disse kjemiske behandlingene har nådd hele avslutningen. Mangelen på intervensjonen for å logge og vanskeligheten ved å verifisere plasseringen av kjemiske behandlinger i undersjøiske brønner, resulterer i en meget lavere sluttutvinning enn et sammenlignbart felt utviklet fra en plattform.

En nylig utvikling når det gjelder overvåkning av brønner etter avslutning og under produksjon, er permanent overvåkning ved å bruke sensorer festet ved posisjoner i brønnen for å tilveiebringe kontinuerlige eller gjentatte målinger. Hvis det imidlertid er ønskelig å fremskaffe nøyaktig informasjon om bidraget til hver del av avslutningen til totalproduksjonen fra brønnen, er det for tiden nødvendig å fremskaffe mange målinger i hver del av brønnen for å muliggjøre nøyaktig bestemmelse av hvilken del i brønnen som er ansvarlig for betydelige endringer i dens produksjon,

noe som kan være kostbart og vanskelig å oppnå på grunn av kraft- og plassbegrensningene til brønnhullsmiljøet.

Foreliggende oppfinnelse forsøker å fremskaffe løsninger på noen eller alle de problemer som er angitt ovenfor i forbindelse med konstruksjon, installasjon og overvåkning av avslutninger og utførelsen av brønnbehandlingsoperasjoner.

Hovedtrekkene ved oppfinnelsen fremgår av det selvstendige patentkrav. Ytterligere trekk ved oppfinnelsen er angitt i de uselvstendige krav.

I samsvar med et første aspekt av oppfinnelsen er det tilveiebrakt en fremgangsmåte for overvåkning av fluidproduksjon i en brønn, omfattende:

- 10 - å måle lokale parametere over tid ved en rekke posisjoner langs brønnen, der hver lokal måling reagerer på endringer i parameterne i det område hvor den blir tatt;
- å måle fluidegenskaper i brønnen over tid nedstrøms fra rekken med posisjoner; og
- å bestemme endringer i de lokale målingene og i de målte fluidparametere; og
- 15 - å identifisere posisjoner i formasjonen som bidrar til endringen i de målte fluidegenskaper ved å bestemme tilsvarende endringer i de lokale målingene.

Ved å kombinere en fordelt måling tatt inne i formasjonen og en måling av fluidene i brønnen nedstrøms for den produserende formasjonen, blir det mulig å identifisere den posisjon i brønnen der en endring har inntruffet i de produserte
20 fluider.

Det blir foretrukket at hver lokal måling svarer til en diskret posisjon hvor formasjonsfluidene kommer inn i brønnen.

Den lokale parametermålingen kan være en hvilken som helst parameter som påvirkes av endringer i fluidene som strømmer mellom formasjonen og brønnen ved
25 denne posisjonen. For eksempel kan resistivitet, konduktans, temperatur, trykk eller kjemiske sammensetningsparametere måles. Samplingshyppigheten til de lokale målingene er fortrinnsvis forholdsvis høy, spesielt i forhold til strømningshastigheten til fluider i brønnen, slik at det tidspunkt hvor en endring måles ved et spesielt sted, kan identifiseres i forhold til tilsvarende målinger ved andre steder.

30 De fluidegenskapene som måles nedstrøms for de lokale målingene, er typisk strømningshastigheter, fortrinnsvis volumetriske strømningshastigheter. Strømningshastighetene som måles ved den nedstrøms posisjonen, blir brukt til å kvantifisere en strømningsendring inn i brønnen hvis spesielle posisjon er blitt identifisert ved hjelp av den lokale målingen. Ved å bestemme den fysiske posisjonen til en lokal sensor

og bestemme tiden mellom en endring som måles ved den lokale sensor og en målt ved den nedstrøms posisjonen, kan strømningshastigheten som er bestemt ved den nedstrøms posisjonen, bekreftes eller kalibreres.

I samsvar med et annet aspekt ved oppfinnelsen er det tilveiebrakt en anord-
5 ning for avslutning av en brønn, omfattende:

- et basisrør;
- og en permeabel sikt som omgir basisrøret og definerer et kammer på utsiden av basisrøret og innsiden av sikten;

hvor basisrøret er forsynt med et gjennomhullet parti med begrenset aksial utstrek-
10 ning for å tilveiebringe fluidkommunikasjon mellom kammeret og innsiden av basis-
røret slik at fluid som kommer inn i kammeret gjennom den permeable sikten, passe-
rer inn i basisrøret bare via det gjennomhullede partiet; og hvor sikten og det gjen-
nomhullede partiet under bruk forårsaker et forholdsvis lavt trykkfall mellom utsiden
av anordningen og innsiden av basisrøret.

15 I samsvar med et tredje aspekt ved oppfinnelsen er det tilveiebrakt en frem-
gangsmåte for avslutning av en brønn, omfattende:

- å installere en rekke rørformede organer i brønnen forbundet ende-mot-ende,
der hvert rørformet organ omfatter et langstrakt basisrør og en langstrakt sikt som
omgir basisrøret og er forsynt med mange åpninger fordelt langs dets lengde, idet
20 sikten og basisrøret sammen definerer et ringformet kammer mellom seg;
hvor basisrøret er forsynt med et gjennomhullet parti med begrenset aksial utstrek-
ning for å tilveiebringe fluidkommunikasjon mellom kammeret og innsiden av basis-
røret slik at fluid som kommer inn i kammeret gjennom den permeable sikten, pas-
serer inn i basisrøret bare via det gjennomhullede partiet.

25 Basisrøret har fortrinnsvis en rekke langsgående riller dannet omkring dets
ytre omkrets, idet rillene virker til å segmentere kammeret i en rekke aksiale seg-
menter. Disse rillene kan være utformet ved hjelp av tråder som er festet til den ytre
overflaten av basisrøret, f.eks.

Det blir spesielt foretrukket at en krageseksjon blir anordnet på basisrøret nær
30 det gjennomhullede partiet, idet kragen definerer en manifold som kommuniserer
med et ringformet kammeret og det gjennomhullede partiet slik at fluid som strøm-
mer fra det ringformet kammeret inn i basisrøret strømmer gjennom manifolden. I
en utførelsesform er kragen plassert ved én ende av basisrøret, og en enkel krage er

plassert ved den andre enden, idet de to kragene definerer endene av den permeable sikten og det ringformede kammeret.

Kragen kan også innbefatte et sensorsystem og/eller et tetningssystem for å lukke strømmen gjennom det gjennomhullede partiet. Sensorsystemet og/eller tetningssystemet kan være forsynt med forbindelser for et data- og kraft-nett.

I én spesiell utførelsesform er det gjennomhullede partiet i basisrøret plassert i en del som forbinder to siktseksjoner, idet kragen er plassert ved enden av én av de to siktene og er forbundet med forbindelsesdelen ved hjelp av manifolden.

Kragen kan være forsynt med åpninger mellom det ringformede kammeret og manifolden, og basisrøret kan være forsynt med én eller flere åpninger som fører til manifolden.

I samsvar med et fjerde aspekt ved oppfinnelsen er det tilveiebrakt en fremgangsmåte for behandling av en brønn som er blitt avsluttet, som beskrevet ovenfor, omfattende å pumpe et behandlingsfluid fra overflaten inn i brønnen under måling av lokale parametere i hvert rørformet organ; å detektere ankomsten av behandlingsfluidet fra målingen av lokale parametere; og å avslutte pumping for å etterlate behandlingsfluidet i et område av brønnen som skal behandles.

I samsvar med et femte aspekt ved oppfinnelsen er det tilveiebrakt et avslutningssystem som omfatter:

- et rørformet organ for plassering i en brønn, idet organet innbefatter minst én åpning som tillater kommunikasjon mellom innsiden og utsiden av organet; og
- et lukkesystem plassert ved åpningen eller hver åpning og som innbefatter en kilde for lagret energi som ved aktivering opereres til å lukke åpningen eller hver åpning.

Det blir foretrukket at åpningene i det rørformede organ er begrenset til et område med begrenset aksial utstrekning. Det blir spesielt foretrukket at åpningene er en krage på utsiden av det rørformede organ. I et slikt arrangement kan lukkesystemet være plassert i eller på en manifold.

Lukkesystemet kan omfatte et reservoar med ekspanderbart fluid og en drivanordning. Ved operasjon åpner aktivatoren reservoaret og tillater fluidet å komme inn i manifolden hvor det ekspanderer for å hindre fluid fra å strømme gjennom. Alternativt kan lukkesystemet omfatte et oppvarmingssystem for å aktivere et tetningsfluid som pumpes inn i manifolden fra overflaten.

Det blir spesielt foretrukket at lukkesystemet er reversibelt for å muliggjøre gjenåpning.

Den foreliggende oppfinnelsen vil nå bli beskrevet ved hjelp av et eksempel under henvisning til de vedføyde tegningene, hvor:

- 5 fig. 1 viser et tidligere kjent sandfilter,
- fig. 2 viser en detalj ved filteret eller sikten som er vist på fig. 1,
- fig. 3 viser et sandfilter som innbefatter utførelsesformer av oppfinnelsen,
- fig. 4 a-c viser tverrsnitt gjennom filteret på fig. 3,
- fig. 5 viser en skjematisk skisse av en brønn avsluttet ved å benytte sand-
- 10 filteret som er vist på fig. 3,
- fig. 6 viser en alternativ utførelsesform av brønnavslutningen som er vist på fig. 5,
- fig. 7 viser plottinger av målinger tatt over tid for en brønn avsluttet som vist på fig. 5,
- 15 fig. 8 viser skjematisk en fremgangsmåte for brønnbehandling i henhold til en utførelsesform av oppfinnelsen, og
- fig. 9 viser et tetningssystem i henhold til en utførelsesform av oppfinnelsen.

Det vises nå til tegningene hvor sandfilteret som er delvis vist på fig. 3, er maken til det på fig. 1 og 2 og hvor tilsvarende deler er gitt tilsvarende henvisningstall

20 i 100-serien. Filteret eller sikten 110 som er vist på fig. 3, er også utformet i to seksjoner: et basisrør 112 og en trådsikt 116 som strekker seg mellom krageseksjoner 118 på utsiden av basisrøret 112 for å definere et kammer 124 (fig. 4a). Krageseksjonen 118' er utformet på en forbindelsesseksjon 112' på basisrøret 112 og er forsynt med en endeplate 130 med åpninger 132 som forbinder kammeret 124 med en manifold

25 134 inne i kragen (4b). Åpningene 132 er anordnet mellom ledningene eller rillene 122 som understøtter sikten 116. Den andre enden av sikten 116 er forbundet med en enkel endeplate (ikke vist).

Manifolden 134 er i form av en omhylling som omgir basisrøret 112' (fig. 4c) og dirigerer fluidene inn i et leveringsrør 136 som er forbundet med en åpning 138 i

30 basisrøret 112' slik at den eneste fluidkommunikasjonsbanen mellom kammeret 124 og innsiden av basisrøret 112', er via åpningene 132, manifolden 134 og åpningen 138.

Åpningene 132, manifolden 134 og åpningen 138 er dimensjonert slik at det er omtrent ingen begrensning på fluidstrømningen fra sikten 116 inn i basisrøret 112,

dvs. at det ikke er noe vesentlig trykkfall mellom sikten 116 og innsiden av røret 112', idet innerdiameteren til basisrøret 112 er den eneste betydelige begrensningen på strømmingen fra formasjonen inn i brønnen.

Kragen er også forsynt med en sensorpakke og tilknyttet elektronikk 140 som er koplet til et kraft- og data-kommunikasjonssystem 142 som løper langs brønnen fra overflaten. Sensoren kan være en hvilken som helst av et antall permanente eller langtids-sensorer som kan installeres i en brønn og som reagerer på fluid eller andre omgivelsesparametere, slik som trykk eller temperatur, kjemisk sammensetning, konduktivitet eller dielektrisitet, eller elektroder som reagerer på resistivitet eller induktans enten i formasjonen selv eller i de fluidene som kommer inn i sikten.

Manifolden 134 innbefatter også et tetningssystem 144 som er forbundet med det samme data- og kraft-nett 142 som sensorsystemet 140. Driften av tetningssystemet 144 blir beskrevet mer detaljert nedenfor.

Fig. 5 viser et eksempel på en brønn avsluttet ved bruk av sikter eller filtre av den type som er vist på fig. 3. Brønnen som er vist på fig. 5 er en undersjøisk brønn (brønnhode plassert på havbunnen) til sjøs. Brønnen strekker seg vertikalt nedover 154 fra brønnhodet 150 og den fortsetter i en hovedsakelig horisontal seksjon 156 gjennom det produserende reservoaret 158. Den vertikale seksjonen av brønnen er avsluttet på konvensjonell måte med stålføring 160 segmentert inn i borehullet. Den horisontale seksjonen 158 er avsluttet ved bruk av en rekke sikter 110 av den type som er beskrevet ovenfor, koplet ende-mot-ende. Sensorene 140 og tetningssystemet 144 er koplet til et nett 148 som løper gjennom brønnen og er forbundet med en kraft- og datainnsamlings-enhet 162 ved brønnhodet 150. Effekten av å installere de siktene som er beskrevet ovenfor, er å inndeile brønnen i en rekke endelig produserende elementer ettersom alle de fluidene som kommer inn i en gitt sikt, kommer inn i basisrøret på et enkelt sted, der hvor åpningen er forbundet med manifolden. Hver sikt har således den virkning at den fokuserer produksjonen i vedkommende område inn i et spesielt punkt i brønnen.

En strømningsmålingsanordning 164 er plassert i brønnen nedstrøms for den horisontale seksjonen 158. Denne anordningen kan være en hvilken som helst egnet strømningsmåler, slik som en venturi-anordning, en spinner, en elektromagnetisk anordning eller en kombinasjon av disse. En spesielt foretrukket form for måler er EWM Electric Watercut Meter fra Schlumberger som omfatter et kapasitivt måle-

system og et elektromagnetisk målesystem nedstrøms for en venturi. En slik måler kan måle strømningshastigheter for blandinger av 0–100% vann.

En lignende avslutning med en alternativ form for sensorsystem er vist på fig. 6. I dette tilfelle omfatter systemet istedenfor de diskrete sensorene i hver krage, en distribuert kontinuerlig sensor 166, spesielt en distribuert fiberoptisk temperatur-sensor som er installert i et U-rør som strekker seg langs brønnen. Et slikt system er tilgjengelig fra Sensa i Storbritannia og kan opereres fra brønnhodet uten behov for å bli tilkopleet til data- og kraft-nettet 148 nede i hullet. Et slikt system kan betjenes for å gi diskrete målinger ved et hvilket som helst gitt sted i brønnen på tilsvarende måte som en rekke diskrete sensorer.

Under bruk måler strømningsmåleren 164 den totale strømningshastigheten til de fluidene som produseres fra brønnen. Eventuelle endringer i produksjonen blir avspeilt i denne strømningshastighetsmålingen. Fra denne målingen alene er det imidlertid ikke mulig å identifisere hvor hendelsen som forårsaket endringen i produksjon, har funnet sted, og derfor er den ikke nyttig når det gjelder å identifisere selektive behandlingsmuligheter hvis endringen er en uønsket endring, slik som vanngjennombrudd. Det er klart at en endring i produksjon av fluider for en gitt sikt eller gitte sikter vil bli avspeilt i de målingene som tas av de tilknyttede sensorene 140 som befinner seg i kragene (eller den tilhørende diskrete målingen i en distribuert sensor blir brukt), men på bakgrunn av begrensningene med hensyn til plass og kraft, er det vanligvis ikke mulig å tilveiebringe en fullstendig flerfase-strømningssensor i hver krage, og dermed er det omtrent umulig å fremskaffe nøyaktige, kvantitative målinger i hver krage for å identifisere den spesielle endringen i produksjon som detekteres ved hjelp av strømningsmåleren nedstrøms. Mesteparten av sensorene som kan installeres i sikten, er hovedsakelig ikke-kvantitative i forbindelse med strømning, eller er av upålitelig eller ukjent nøyaktighet og derfor meget vanskelige å tolke. Hver sensor vil imidlertid være følsom for det faktum at en endring i produksjon inntreffer, og derfor kan posisjonen eller posisjonene til den endrede produksjon identifiseres ved å korrelere en detektert endring i sensoren eller sensorene i én eller flere sikter med en målt endring i produksjonen fra brønnen målt ved hjelp av strømningsmåleren.

Ved samtidig å måle de lokale parametere i reservoaret på siktene og fluid-egenskapene nedstrøms, er det mulig å bruke den kvalitative lokale måling til å identifisere posisjonen til endringen av fluidstrømningen inn i brønnen.

Fordi det er mulig å identifisere posisjonen til endringen i produksjon til innenfor én eller to siktlengder, blir det mulig å utforme brønnbehandlingshandlinger som gjelder bare dette området, istedenfor alle områder som tilfelle tidligere har vært. Når en brønn omfatter multilaterale avslutninger fra en hovedbrønn, kan en strømningsmåler installeres i hver avslutning for å tilveiebringe de fordeler som er skissert ovenfor.

På fig.7 er det vist en plotting av avlesningen fra den nedstrøms strømningsmåleren uttrykt ved % vann (W%) i de strømmende fluider som funksjon av tid (T). En gruppe med instrumenterte sikter av den type som er beskrevet ovenfor (S_1 - S_{14}) blir overvåket over den samme tidsperiode med hensyn til resistiviteten målt ved hver sikt. Det som overvåkes over tid for gruppen, er endringen Δ i målingen istedenfor selve den absolutte målingen. Ved tiden T_1 viser strømningsmåleren en økning i vannkuttet til de produserte fluider. En undersøkelse av siktmålingene for den samme tidsperioden, viser at avlesningene fra sikten S_4 endret seg under denne tidsperioden, noe som indikerer at vanninnstrømningen startet i området ved sikten S_4 . Ved tiden T_2 indikerte strømningsmåleren en økning i vannkuttet. I dette tilfelle viste sensoren ved sikten S_7 en endring, noe som indikerer posisjonen til en ny vanninnstrømning. En ytterligere endring i vannkuttet opptrådte ved tiden T_3 og blir indikert på siktsensoren S_{12} . I hvert tilfelle er det en endring Δ i målingen fra en siktsensor som er nødvendig for å identifisere posisjonen til den hendelse som forårsaker endringen, ikke den absolutte målingen fra vedkommende sensor. Ved alle andre tider eller andre posisjoner har sensorene en hovedsakelig konstant avlesning, noe som antyder at det ikke har vært noen endring i de produserte fluider.

I det tilfellet som er beskrevet ovenfor, kan økningen i vannkuttet etter tidene T_1 og T_2 fremdeles være så lavt at forebyggende handlinger i brønnen ikke er rettferdiggjort, men med økningen ved T_3 kan vannkuttet øke i en grad at det vil være verdt å utføre en brønnbehandling for å stenge vanninnstrømningene og tillate brønnen å fortsette produksjon med lavt vannkutt. Når man kjenner posisjonen til vanngjennombruddet kan en behandling utformes som bare angår disse posisjonene og som gjør de andre delene av brønnen i stand til å fortsette produksjonen uendret.

Selv om det eksempelet som er gitt ovenfor benytter økt vannproduksjon som den detekterte endring, kan det være en hvilken som helst endring i produksjonen, f.eks. en endring i den oljetype som produseres ved en gitt sikt, som også kan be-

stemmes. Dette kan være viktig i forbindelse med strømningssikring, spesielt for brønner med lange, undersjøiske tilknytninger.

Konstruksjonen av siktene som er beskrevet ovenfor, gjør det også mulig å tilveiebringe behandlinger ved nivået til hver enkelt sikt fordi strømningen inn i basisrøret er fullstendig fokusert gjennom kammeret. Dermed blir det mulig å utøve effektiv styring av det enkelte siktnivå for å modifisere strømning fra formasjonen inn i brønnen. I det tilfelle som er beskrevet ovenfor, inntreffer f.eks. vanngjennombrudd bare siktene S_4 , S_7 og S_{12} . Derfor vil avstengning av disse siktene gjøre det mulig for brønnen å fortsette å produsere bare olje (og dermed unngå behovet for separatorer eller lignende), ved bare å redusere produksjonen fra brønnen marginalt. Dette kan gjentas hver gang vanngjennombrudd inntreffer inntil reduksjonen i den totale produksjon er tilstrekkelig til å rettferdiggjøre installasjon av separatorer og å produsere brønnen som en blanding av olje og vann (noe som ofte innebærer åpning av også de avstengte siktene).

De lokale sensorene i hver sikt kan også brukes til å overvåke fremføringen av behandlingsfluider som pumpes gjennom brønnen. I en typisk undersjøisk avslutning har den eneste måten for å sikre nøyaktig plassering av brønnbehandlingen tidligere vært å lokalisere et fartøy over brønnhodet og utføre en brønnintervensjon ved å benytte et oppkveilingsrør utplassert i reservoaret. Dette er en meget kostbar og tidkrevende operasjon. Ved å bruke en avslutning av den type som er beskrevet ovenfor, blir det mulig å pumpe et brønnbehandlingsfluid ned i brønnen fra overflaten og overvåke dets fremgang i sanntid ved å bruke de lokale sensorene i hver sikt. Fig. 8 viser en slik prosess på en skjematisk måte. Vedkommende brønn er en undersjøisk brønn med et brønnhode 250 på havbunnen 252 som er forbundet med en produksjonsplattform 254 ved hjelp av en rørledning 256 som løper langs havbunnen 252. Brønnen strekker seg ned fra brønnhodet 250 inn til det produserende reservoaret 258 hvor den løper i en hovedsakelig horisontal retning og er avsluttet med instrumenterte sikter 260 som beskrevet ovenfor. Selv om bare én brønn er vist her, kan det være flere brønner koplet til et enkelt brønnhode som vil ha ventiler som gjør det mulig å isolere individuelle brønner fra de andre.

For å utføre brønnbehandlinger blir fluider pumpet inn i brønnen fra plattformen 254. Dette kan gjøres fra et behandlingsanlegg eller lignende plassert på plattformen 254, eller som vist her, fra en hjelpebåt 262 som kopler seg til rørledningen 256 via plattformen 254. En plugg med behandlingsfluid 264 blir injisert inn i rørled-

ningen fra båten 262 og blir pumpet ned i brønnen ved å benytte et egnet fluid som er kjent på området. Vedkommende behandling kan f.eks. være en ringformet, kjemisk pakning som innbefatter et meget konduktivt kjemisk tilsetningsstoff som en markør. Når pluggen 264 passerer hver sikt 260, kommer en del av fluidet inn i manifolden 266 hvor det forårsaker en endring i avlesningen fra sensoren 268. Ved å
5 overvåke målingene fra siktene 260, kan fremføringen av pluggen 264 gjennom brønnen bestemmes. Disse dataene kan representeres i grafisk form på en visningsenhet 270 på plattformen 254 eller hjelpebåten 262 hvorfra pumpingen blir styrt. Når sensorene 268 indikerer at pluggen 264 har nådd den sikten som er identifisert i det
10 foregående overvåkningstrinn, kan pumpingen stoppes eller pumpehastigheten kan økes for å skjære fluidet for å minske dets viskositet og gjøre det mulig å bli pumpet fra basisrøret inn i kammeret og sikten. Fluidet setter seg så og stenger produksjonen fra sikten eller hver spesiell sikt.

En alternativ form for strømningsstyring gjennom en sikt kan oppnås ved å
15 bruke det tetningssystemet som er installert i kammeret i hver sikt. Et eksempel på et tetningssystem i samsvar med en utførelsesform av oppfinnelsen, er vist på fig. 9. Tetningssystemet er lokalisert i manifolden 300 nær det punkt hvor strømmingen kommer inn i basisrøret 302, og omfatter et reservoar 304 som inneholder et tetningsfluid og en varmespiral 306 omkring manifolden 300 ved det punkt som er for-
20 bundet med data- og kraft-nettet. Når det under bruk blir ønsket å stenge en gitt sikt, blir et signal sendt til det relevante tetningssystemet for å forårsake at et ekspanderbart tetningsfluid blir frigjort fra reservoaret 304. Dette kan gjøres ved å bruke en liten detonatorhette, en elektromagnetisk innretning eller også ved oppvarming under bruk
25 av spiralen 306. Dette tjener til å bryte reservoaret som frigjør tetningsfluidet inn i kammeret hvor det ekspanderer. Varmespiralen 306 kan så brukes til å sette fluidet og hindre strømning inn i manifolden 300. Selv om formålet er at det ekspanderte tetningsfluid skal fylle kammeret og hindre fluidstrømning inn i basisrøret, er det ofte nok at det ekspanderte fluidet tilveiebringer tilstrekkelig fluidbegrensning i kammeret til at trykkfallet blir for stort til at fluid kan strømme. Det trykkfallet som er nødvendig
30 for dette, er forholdsvis lite i mange tilfeller.

Det er også mulig å bruke varmespiralen 306 til å bryte tetningen ved å heve temperaturen enda høyere forutsatt at det er brukt et egnet brytbart tetningsfluid. Dette gjør det mulig å gjenåpne sikter eller filtre i fremtiden. Alternativt kan et mekanisk system for gjenåpning benyttes.

P A T E N T K R A V

1. Fremgangsmåte for overvåkning av fluidproduksjon i en brønn, karakterisert ved følgende trinn:

- 5 - å måle over tid, ved hjelp av kvalitative sensorer (140), endring i lokale parametere ved en rekke posisjoner langs brønnen, der hver lokal måling reagerer på endringer i parameteren i det området hvor målingen blir tatt;
- å måle fluidegenskaper (164) i brønnen over tid nedstrøms fra rekken med posisjoner; og
- 10 - å bestemme endringer i de lokale målinger og i de målte fluidegenskaper; og
- å identifisere posisjoner i formasjonen som bidrar til endringene i de målte fluidegenskaper, ved å bestemme tilsvarende endringer i de lokale målinger.

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, hvor hver lokal måling svarer til en diskret
15 posisjon hvor formasjonsfluider kommer inn i brønnen.

3. Fremgangsmåte ifølge krav 1 eller 2, hvor den lokale parametermåling er en parameter som blir påvirket av endringer i de fluider som strømmer mellom formasjonen og brønnen på dette stedet.

20

4. Fremgangsmåte ifølge krav 3, hvor den lokale parametermåling måler resistivitet, konduktans, temperatur, trykk eller kjemisk sammensetning.

5. Fremgangsmåte ifølge et av de foregående krav, hvor samplingshyppigheten
25 til de lokale målingene er forholdsvis høy, spesielt i forhold til strømningshastigheten for fluider i brønnen, slik at det tidspunkt ved hvilket en endring blir målt ved en spesiell posisjon, kan identifiseres i forhold til tilsvarende målinger ved andre posisjoner.

6. Fremgangsmåte ifølge et av de foregående krav, hvor fluidegenskapene som
30 måles nedstrøms for de lokale målingene, er strømningshastigheter.

7. Fremgangsmåte ifølge krav 6, hvor strømningshastighetene er volumetriske strømningshastigheter.

8. Fremgangsmåte ifølge krav 6 eller 7, hvor strømningshastighetene som måles ved nedstrømsposisjonen, blir brukt til å identifisere den spesielle posisjon for en endring av strømning inn i brønnen, idet posisjonen er blitt målt ved hjelp av den lokale måling.

5

9. Fremgangsmåte ifølge ethvert av krav 6-8, omfattende trinn med å bestemme den fysiske posisjonen til en lokal sensor som detekterer en endring, og å bestemme tiden mellom en endring som måles ved en lokal sensor og en strømningshastighet målt ved nedstrømsposisjonen, og å bekrefte den strømningshastigheten som er målt nedstrøms fra disse målte endringene og tiden.

10

1/6

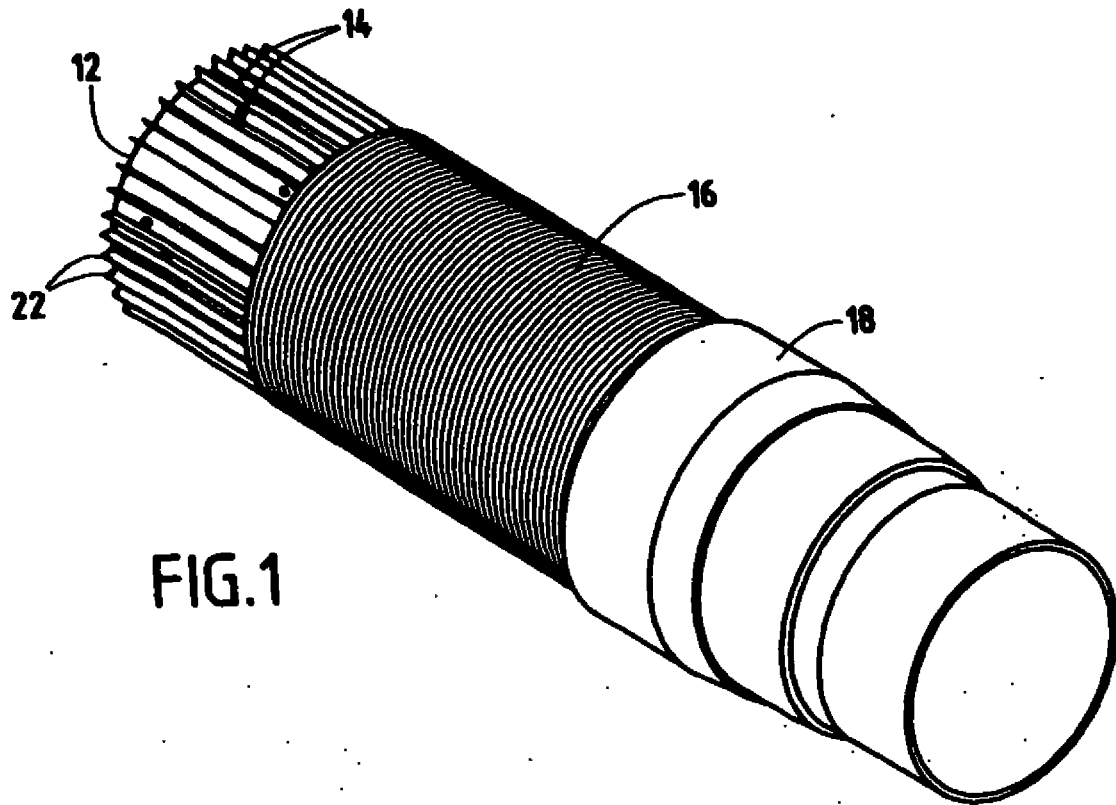


FIG. 1

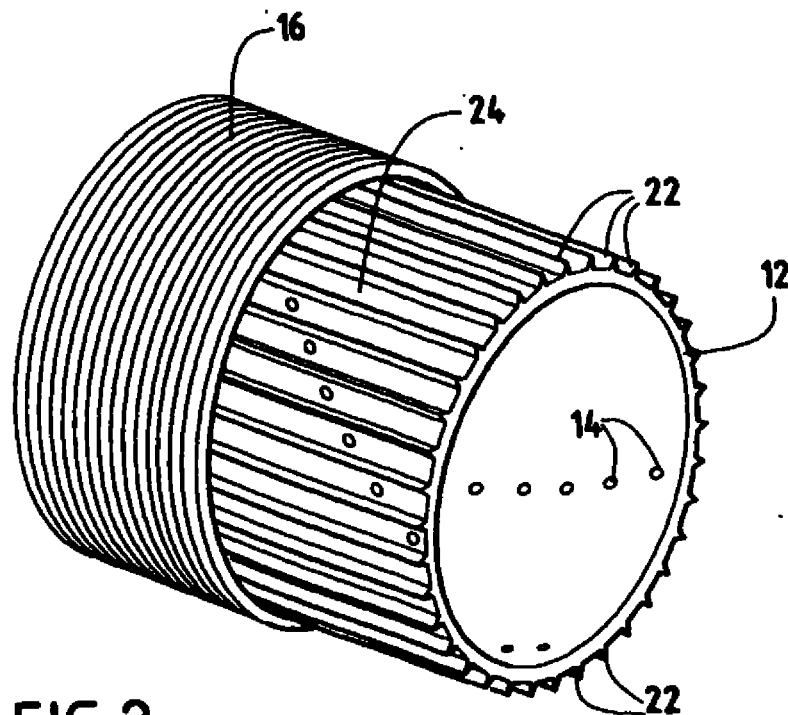


FIG. 2

2/6

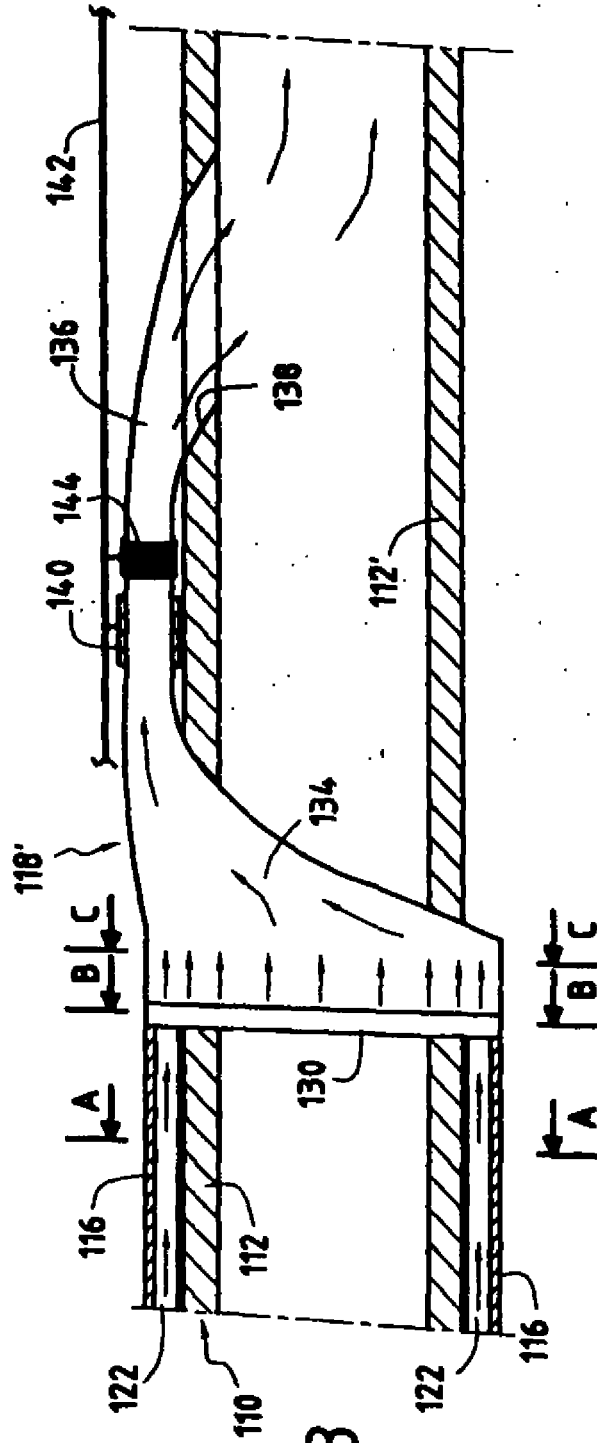


FIG. 3

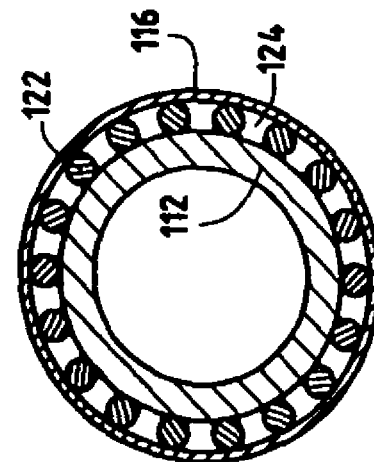


FIG. 4A

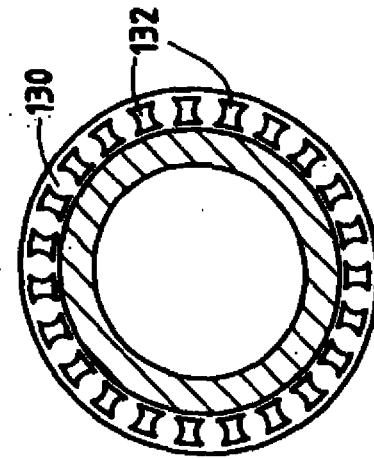


FIG. 4B

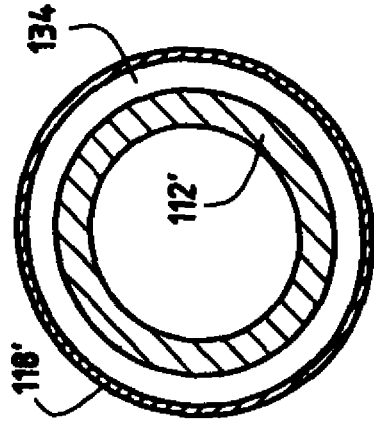


FIG. 4C

3/6

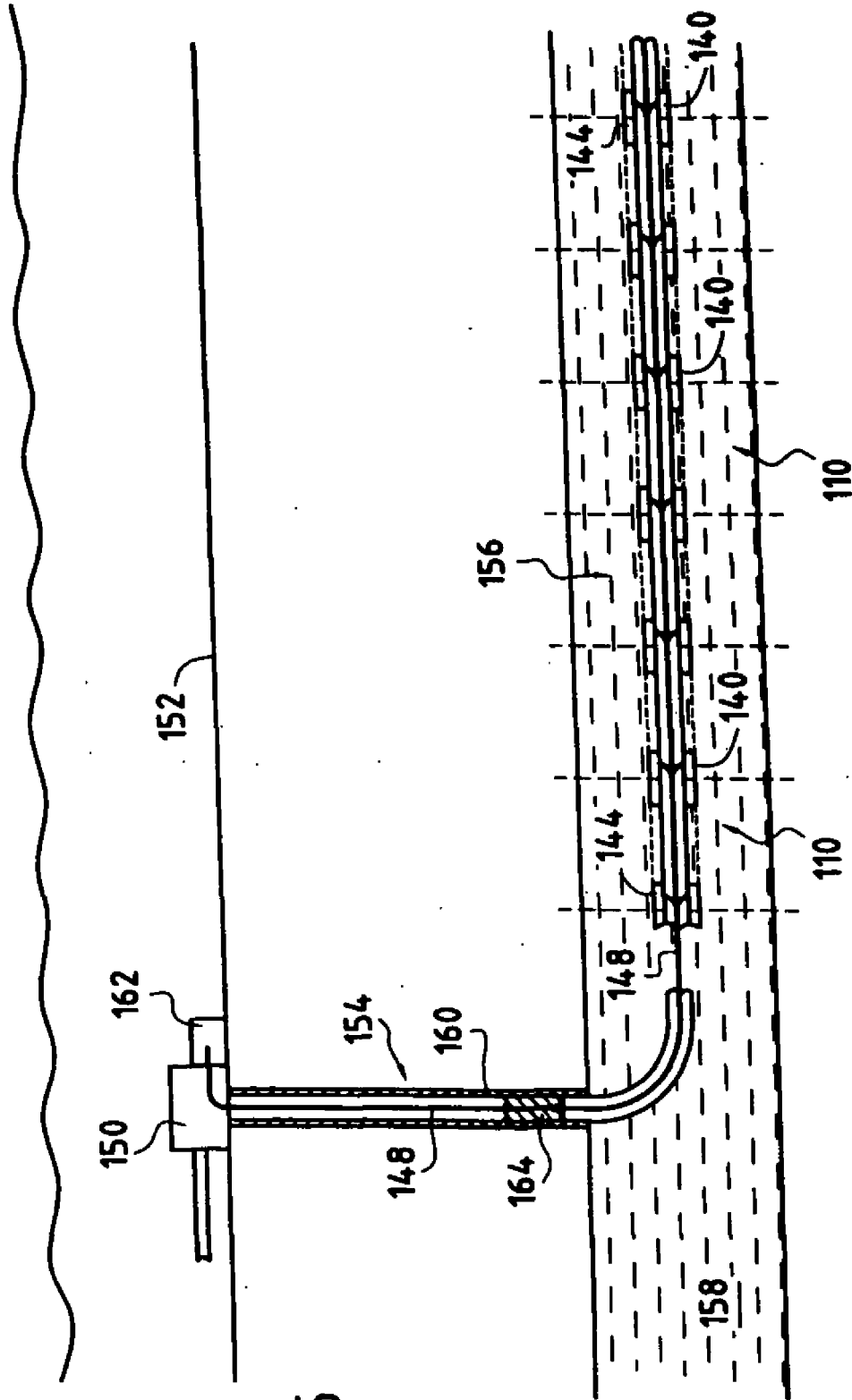


FIG. 5

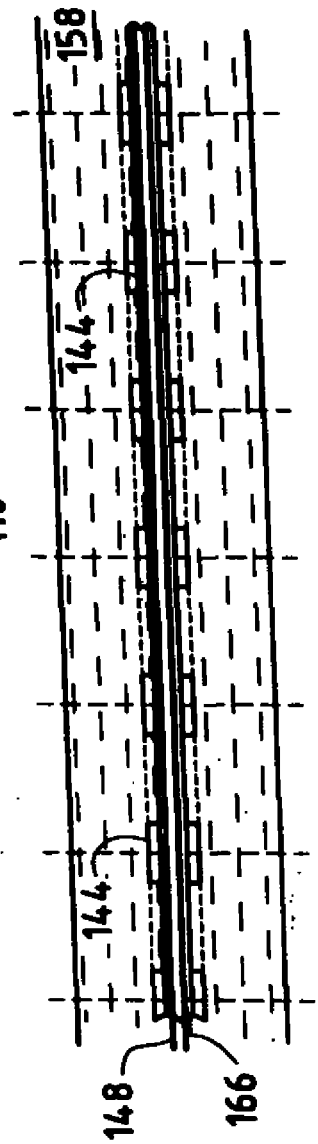


FIG. 6

4/6

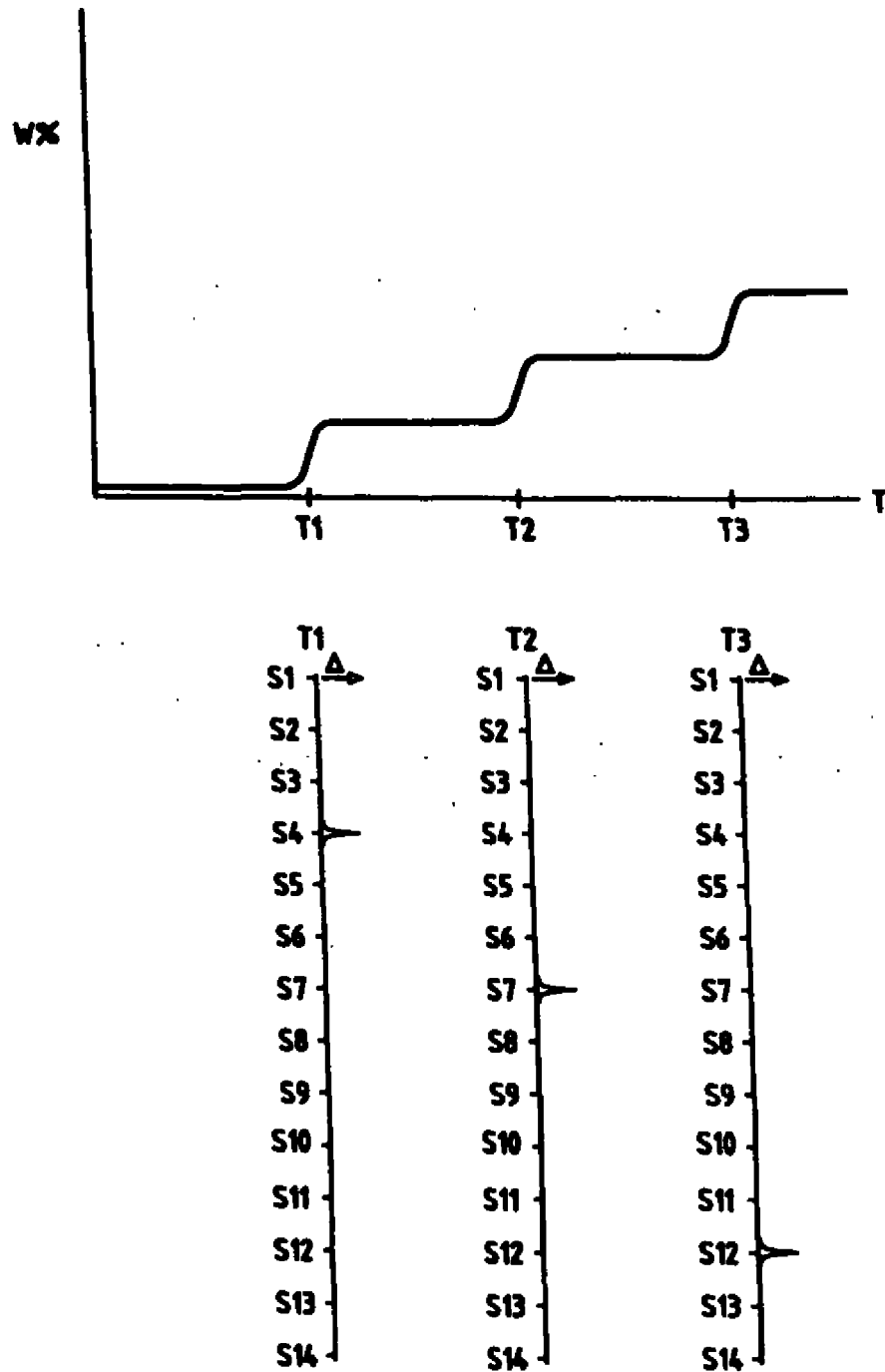
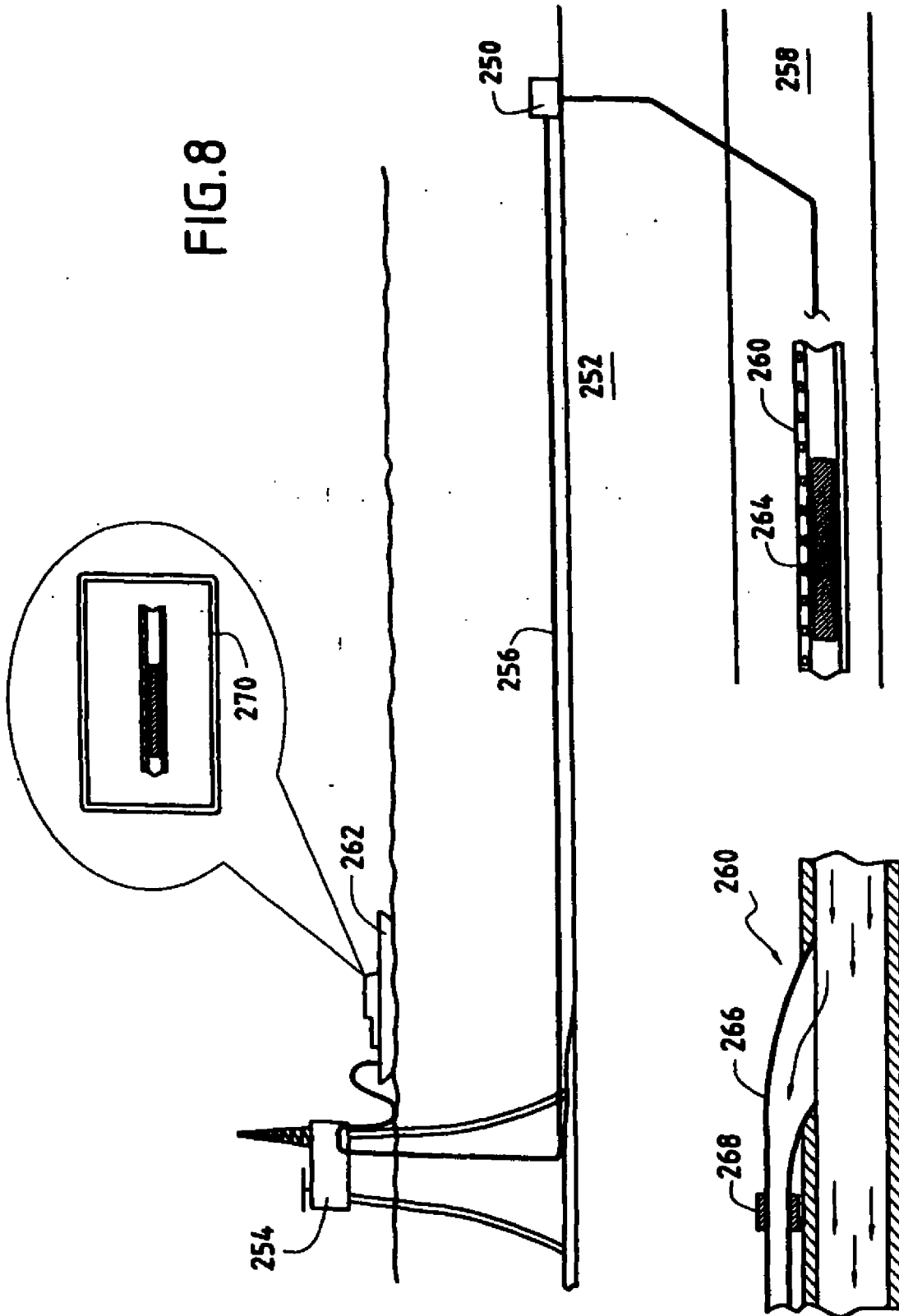


FIG.7

5/6

FIG. 8



6/6

