



(12) PATENT

(19) NO

(11) 340242

(13) B1

NORGE

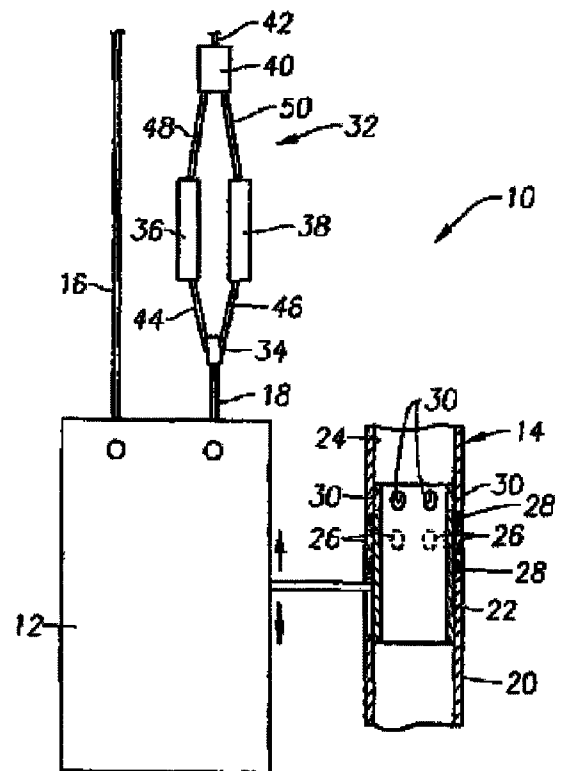
(51) Int Cl.  
E21B 34/10 (2006.01)  
E21B 41/00 (2006.01)

## Patentstyret

|      |            |                                                               |      |                           |                                |
|------|------------|---------------------------------------------------------------|------|---------------------------|--------------------------------|
| (21) | Søknadsnr  | 20085295                                                      | (86) | Int.inng.dag og søknadsnr | 2007.06.27<br>PCT/US2007/72230 |
| (22) | Inng.dag   | 2008.12.18                                                    | (85) | Videreføringsdag          | 2008.12.18                     |
| (24) | Løpedag    | 2007.06.27                                                    | (30) | Prioritet                 | 2006.06.30, US, 11/479,132     |
| (41) | Alm.tilgj  | 2009.01.28                                                    |      |                           |                                |
| (45) | Meddelt    | 2017.03.27                                                    |      |                           |                                |
| (73) | Innehaver  | Baker Hughes Inc, P.O. Box 4740, US-TX77019-2118 HOUSTON, USA |      |                           |                                |
| (72) | Oppfinner  | Robert P Kimpel, 1319 Paige Street, US-TX77003 HOUSTON, USA   |      |                           |                                |
| (74) | Fullmektig | Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge       |      |                           |                                |

|      |                       |                                                                                      |  |  |
|------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| (54) | Benevnelse            | <b>Brønnverktøysystem samt fremgangsmåte for å operere et nedihulls brønnverktøy</b> |  |  |
| (56) | Anførte publikasjoner | US 2002050354 A1<br>US 2005039914 A1                                                 |  |  |
| (57) | Sammendrag            |                                                                                      |  |  |

Fremgangsmåter og systemer for operering av en glidehylseventil eller et annet nedihulls rønnverktøy ( 14 ) som er aksialt forskyvbart mellom et endelig antall av inkremitter mellom to ekstreme konfigurasjoner så som åpne og stengte konfigurasjoner. Det beskrives en tmålingsinnretning som har et par av stempelutmålingssammenstillinger ( 36, 38 ) som opererer i parallelle fluidstrømløp. Den første stempelutmålingssammenstilling ( 36 ) beveger hylsen i brønnverktøyet fra en fullt stengt posisjon til nullposisjonen. Den annen stempelutmålingssammenstilling kan gjentatte ganger trykkes og trykkavlastes for å måle ut forhåndsbestemte mengder av fluid fra en aktuator sekvensielt for å bevege hylsen i hylseventilen i fortløpende inkremitter mot en fullt åpen posisjon.



## BAKGRUNN FOR OPPFINNELSEN

### 1. Oppfinnelsens område

Oppfinnelsen angår et brønnverktøysystem ifølge innledningen av krav 1 og som benyttes for å operere brønnanordninger, slik som glidende hylseventiler, så vel som en fremgangsmåte for å operere et nedihulls brønnverktøy.

### 2. Beskrivelse av beslektet teknikk

Et antall av nedihulls innretninger opereres hydraulisk. Til tider er det ønskelig å operere disse innretninger på en trinnvis måte for å respondere på forandringer i nedihulls betingelser. For eksempel kan en produksjonsrørstreng ha en glidehylseventil som er tilknyttet en produksjonsnippel for å regulere strømmen av fluid inn i produksjonsrørstrengen. Det ville være ønskelig å være i stand til å forskyve glidehylsen ved inkrementer mellom en åpen og en stengt posisjon. Denne justerbarhet ville tillate at fluidstrøm inn i rørstrengen gjennom produksjonsnippe- len kunne balanseres med fluid som strømmer inn i rørstrengen fra andre produksjonsnipler.

Det har blitt gjort forsøk på å bruke utmålingsinnretninger for justerbart å operere en nedihulls innretning på en trinnvis måte. Uheldigvis har de fleste av disse arrangementer vist seg å være komplekse i konstruksjon og operasjon. For eksempel beskriver PCT-søknad nr. PCT/US00/12329 tilhørende Schultz et al., med tittel "Hydraulic Control System for Downhole Tools" et hydraulisk styresystem for flere brønnverktøysammenstillinger som inkluderer en utmålingsinnretning. Utmålingsinnretningen bruker to pumper. Én av pumpene overfører fluid fra en første hydraulikkledning til en aktuator av brønnverktøysammenstillingen som respons på fluktuasjoner i trykk og en annen hydraulikkledning, og den andre pumpen overfører fluid fra den annen hydraulikkledning til aktuatoren som respons på fluktuasjoner i trykk på den første hydraulikkledning. Den kjensgjerning at dette krever flere pumper med tilknyttede hydraulikkledninger gjør systemet kompleks i bruk og kostbart.

US-patent nr. 6.585.051 bevilget til Purkis beskriver et antall av utmålingsanordninger til bruk i en nedihulls omgivelse for å avgi et kjent volum av fluid inn i en brønnverktøyaktuator. Disse utmålingsinnretninger er relativt komplekse og kan

derfor være tilbøyelige til å svikte under bruk. I tillegg inkorporerer flere av de beskrevne utmålingsinnretninger tallrike elastomeriske O-ringer for å danne fluidtette tetninger inne i utmålingsinnretningene. Disse O-ringer er tilbøyelige til å slites og svikte under operasjon, hvilket gjør utmåling av et kjent volum upålitelig.

5 US 2002050354 A1 omtaler elektrohydrauliske aktuatorer og tilhørende fremgangsmåte som benyttes for å styre operasjonen av nedihulls brønnverktøysammenstillinger, henholdsvis strømningsstyringsanordninger. I en beskrevet utførelse er hver aktuator posisjonert nedihulls og omfatter ett selvstendig, lukket kretshydraulikkssystem som innbefatter en elektrisk opererbar dobbeltvirkende  
10 primærpumpehydraulikkrets, og en elektrisk opererbar bryterpumpe koplet til den første hydrauliske krets via en andre hydraulisk krets innskutt deri og operativ for selektivt å forandre styrestrømmene av hydraulisk fluid til brønnverktøysammenstillingen på en måte som reverserer dens operasjon. For å sørge for selektiv, hurtigere styring av brønnverktøysammenstillingen, er en ladbar akkumelator forbundet til hydraulikkretsen og kan selektivt og drivbart kommunisere med brønnverktøysammenstillingen.  
15

US 2005039914 A1 omtaler et styresystem som anvendes for styring av aktivering av verktøy i en underjordisk brønn som innbefatter et brønnverktøy, en aktuator for brønnverktøyet og styremodul sammenkoplet mellom aktuatoren og  
20 første og andre fluidledninger, hvori styremodulen er operativ for å måle ett forhåndsbestemt enkelt volum av fluid fra aktuatoren til den andre ledning i samsvar med trykk påført den første ledning.

I tillegg, alle utmålingsarrangementer ifølge kjent teknikk måler ut fluid i en fluidinngang på nedihulls innretningen. Dette kan i enkelte tilfeller være  
25 problematisk.

Den foreliggende oppfinnelse løser problemene ved den kjente teknikk.

### **Sammenfatning av oppfinnelsen**

Målene med foreliggende oppfinnelse oppnås ved et brønnverktøysystem  
30 som omfatter

- a) et brønnverktøy som er opererbart ved forskyvning av en komponent innen brønnverktøyet blant et endelig antall av inkremitter mellom to ekstreme konfigurasjoner;

b) en hydraulisk utmålingsinnretning som opererbart er forbundet til brønnverktøyet får å forskyve komponenten inkrementelt når mengder av fluid er utmålt gjennom utmålingsinnretningen, utmålingsinnretningen omfatter en første stempelutmålingssammenstilling for å forflytte et første volum av fluid gjennom utmålingsinnretningen, hvori den første stempelutmålingssammen-

stilling omfatter et første stempelhus med et fluidinnløp og et fluidutløp, kjennetegnet ved at den første stempelutmålingssammenstilling videre omfatter

- et stempelkammer dannet innen det første stempelhuset og

- et fristempel som er bevegelig anbrakt innen stempelkammeret,

hvori utmålingsinnretningen videre omfatter en andre stempelutmålingssammenstilling parallell med den første stempelutmålingssammenstilling for forflytning av et andre volum av fluid gjennom utmålingsinnretningen,

hvori den andre stempelutmålingssammenstilling omfatter:

- en andre stempelhus med en fluidinnløp og en fluidutløp og et inkrementelt stempelkammer dannet innen det andre stempelhuset; og

- en inkrementell stempelpumpe for sekvensiell forflytning av det andre volum av fluid gjennom det inkrementelle stempelkammer.

Foretrukne utførelsesformer av brønnverktøyet er utdypet i krav 2 og 3.

Videre oppnås målene med foreliggende oppfinnelse ved en fremgangsmåte for å operere et nedihulls brønnverktøy med en komponent som er aksialt forskyvbar blant et endelig antall av inkremitter mellom stengte og åpne konfigurasjoner, fremgangsmåten omfatter trinnene av:

a) å tilknytte en hydraulisk utmålingsinnretning med brønnverktøyet slik at komponenten av brønnverktøyet forskyves når fluid måles gjennom utmålingsinnretningen;

b) å anbringe brønnverktøyet og utmålingsenheten innen en brønnboring med brønnverktøyet i den stengte konfigurasjon;

fremgangsmåten er kjennetegnet ved trinnene av

c) å aktuere utmålingsinnretningen for å bevege komponenten i brønnverktøyet fra den stengte konfigurasjon til en mellomliggende, delvis åpen konfigurasjon ved:

å aktuere en første stempelutmålingssammenstilling til utmålingsinnretningen ved å bevege et fristempel innen et stempelkammer ved å forflytte et

første volum av fluid gjennom den første stempelutmålingssammenstilling for å bevege komponenten slik at brønnverktøyet er i en nullposisjon; og å aktuere en andre stempelutmålingssammenstilling i utmålingsinnretningen for å forflytte et andre volum av fluid gjennom den andre utmålingssammenstilling, hydraulisk å flytte derved et stempel innen et stempelkammer i den andre stempelutmålingssammenstilling for å flytte komponenten slik at brønnverktøyet er i en delvis åpen posisjon.

Foretrukne utførelsesformer av fremgangsmåten er videre utdypet i krav 5 til og med 8.

Det er omtalt innretninger og fremgangsmåter for operering av en glidehylseventil eller et annet nedihulls brønnverktøy som er aksialt forskyvbart mellom et endelig antall av inkremitter mellom to ekstreme konfigurasjoner, så som åpne og stengte konfigurasjoner. Det beskrives en utmålingsinnretning som har et par av stempelutmålingssammenstillinger som opererer i parallelle fluidstrømløp. Den første stempelutmålingssammenstilling er en "nullposisjon" stempelsammenstilling, som, når den aktueres, beveger hylsen i brønnverktøyet fra en fullt stengt posisjon til nullposisjonen. Den annen stempelutmålingssammenstilling er en inkrementell stempelsammenstilling, som gjentatte ganger kan trykksettes og trykkavlastes for å måle ut forhåndsbestemte mengder av fluid fra en aktuator sekvensielt, for å bevege hylsen i hylseventilen i fortløpende inkremitter mot en fullt åpen posisjon. Hylseventilen kan beveges tilbake til en fullt stengt posisjon ved motsatt trykksetting av utmålingsinnretningen.

I andre aspekter er det omtalt fremgangsmåter for operering av et nedihulls verktøy, så som en glidehylseventil, ved anvendelse av en hydraulisk utmålingsinnretning, slik at verktøyet justeres i inkremitter mellom to ekstreme konfigurasjoner, så som åpne og stengte posisjoner. I praksis er utmålingsinnretningen og fremgangsmåtene ifølge den foreliggende oppfinnelse mindre komplekse enn utmålingsarrangementer ifølge kjent teknikk, og karakteren av de komponenter som brukes gjør utmålingsinnretningen mindre tilbøyelig til slitasjefremkalte problemer, så som forringelsen av elastomeriske O-ringtetninger.

En ytterligere fordel ved utmålingssammenstillingen er at utmålingssammenstillingen kan opererbart forbindes til enten "åpne"-ledningen (fluidinnløp) eller "stenge"-ledningen (fluidutløp) av en brønnverktøyaktuator for å operere

brønnverktøyet. I en inneværende foretrukket utførelse er utmålingssammenstillingen forbundet til fluidutgangen fra brønnverktøyaktuatoren for å måle fluid ut av aktuatorene i inkrementelle kjente mengder, for å bevirke at brønnverktøyet aktueres på en trinnvis, inkrementell måte.

5

### **Kort beskrivelse av tegningene**

Fordelene og ytterligere aspekter ved oppfinnelsen vil med letthet forstås av de som har ordinær fagkunnskap innen teknikken ettersom det samme forstås bedre med henvisning til den følgende detaljerte beskrivelse når den betraktes sammen de ledsagende tegninger hvor like henvisningstegn betegner like eller lignende elementer gjennomgående på de flere figurer på tegningene, og hvor:

10

Figur 1 er et skjematisk riss av et nedihulls brønnverktøysystem som har en fullt stengt glidehylseventil som er tilknyttet en hydraulisk utmålingsventil i samsvar med den foreliggende oppfinnelse.

15

Figur 2 er et skjematisk riss av arrangementet som er vist på figur 1, nå med glidehylseventilen i nullposisjonen.

Figur 3 er et skjematisk riss av det arrangement som er vist på figurene 1 og 2, nå med glidehylseventilen i en delvis åpen posisjon.

20

Figur 4 er et skjematisk riss av det arrangement som er vist på figurene 1-3, nå med glidehylseventilen i en fullt åpen posisjon.

Figurene 5A-5B viser et tverrsnittsriss fra siden av partier av den eksemplifiserende hydrauliske utmålingsventil, i en ikke-trykksatt tilstand slik den brukes i brønnverktøysystemet som er vist på figurene 1-3, tilvirket i samsvar med den foreliggende oppfinnelse.

25

Figurene 6A-6B viser et tverrsnittsriss fra siden av den innretning som er vist på figurene 5A-5B, nå i en trykksatt posisjon.

Figur 7 er et forstørret tverrsnittsriss av et fristempel som brukes inne i innretningen som er vist på figurene 5A-5B og 6A-6B og omgivende komponenter.

30

### **Detaljert beskrivelse av de foretrukne utførelser**

Figurene 1-4 viser et brønnverktøysystem 10 som inkluderer en brønnverktøyaktuator 12 og tilknyttet brønnverktøy 14. Brønnverktøyet 14 er av et mangfold

som er opererbart på en trinnvis måte mellom to ekstreme posisjoner eller konfigurasjoner. Det tas ad notam at komponentene i systemet 10 er vist skjematisk, og i praksis vil være integrert i ett eller flere hus eller rørdeler (ikke vist) i en brønnboringproduksjonsrørstreng eller lignende brønnverktøy. Et eksempel på en passende brønnverktøyaktuator 12 er "HCM-A"-glidehylseventilen sin hydraulikkaktuator som er kommersielt tilgjengelig fra Baker Oil Tools, Houston, Texas. Aktuatoren 12 er forsynt med en hydraulisk "åpen"-ledning 16 og en hydraulisk "stenge"-ledning 18. Som det snart vil bli beskrevet i detalj, økes fluidtrykket inne i den hydrauliske "åpen"-ledning 16 for å bevege brønnverktøyet 14 mot en åpen konfigurasjon, og fluidtrykk innføres i "stenge"-ledningen 18 for å bevege brønnverktøyet 14 mot en stengt konfigurasjon.

I inneværende foretrukne utførelser, og som vist på figurene 1-4, omfatter brønnverktøyet 14 en glidehylseventil, av en type som er kjent innen teknikken. I denne utførelse inkluderer glidehylseventilen et generelt sylindrisk hus 20 og en rørformet hylse 22 som er forskyvbar i forhold til huset 20. Innrettbare fluidstrømporter regulerer fluidstrøm mellom det radialt ytre av huset 20 av hylseventilen 14 og den indre strømningsboring 24 i huset 20. Huset 20 inneholder fluidstrømportene 26 med indre fluidtetninger 28 lokalisert på hver aksial side av dette. Hylsen 22 har sideporter 30 anordnet derigjennom. I en fullt stengt posisjon, vist på figur 1, er portene 30 i hylsen 22 ikke innrettet med portene 26 i huset 20, og fluidstrøm mellom det radialt ytre av huset 20 og strømningsboringen 24 er blokkert av fluidtetninger 28. I en fullt åpnert posisjon (figur 4) er portene 30 i hylsen 22 fullt innrettet med portene 26 i huset 20, hvilket tillater maksimum fluidstrøm gjennom hylseventilen 14. I tilfeller hvor hylseventilen 14 fungerer som en fluidstrømstruper inne i en produksjonsrørstreng, ville det være ønskelig å være i stand til å bevege hylsen 22 på en trinnvis måte mellom mellomliggende posisjoner som ligger mellom de fullt åpnede og fullt stengte posisjoner. Dette ville tillate at mengden av fluidstrøm kunne justeres som respons på foranderlige brønntilstander, så som en økning i mengden av vanninnhold i det produksjonsfluid som fremskaffes fra den omgivende formasjon og behovet for å balansere den produksjon som fremskaffes fra en formasjon med det som fremskaffes fra andre formasjoner.

En hydraulisk utmålingsinnretning, generelt angitt med 32, er forbundet med stengeledningen, eller fluidutgangen, 18 fra hylseventilaktuatoren 12. Med fortsatt

henvisning til figurene 1-4, utmålingsinnretningen 32 inkluderer generelt et oppstrøms filter 34, et par av stempelutmålingssammenstillinger 36, 38 og et nedstrøms filter 40. Det nedstrøms filter 40 er opererbart forbundet med en ytterligere hydraulikkstyreledning 42 som strekker seg til overflaten av brønnboringen (ikke vist). Hydraulikkfluidledningsrøret 44 forbinder det oppstrøms filter 34 med den første stempelutmålingssammenstilling 36, og hydraulikkfluidledningsrøret 46 forbinder det oppstrøms filter 34 med den annen stempelutmålingssammenstilling 38. I tillegg forbinder et hydraulikkfluidledningsrør 48 den første stempelutmålingssammenstilling 36 med det nedstrøms filter 40, mens fluidledningsrøret 50 forbinder den annen stempelutmålingssammenstilling 36 med det nedstrøms filter 40. Det tas ad notam at de oppstrøms og nedstrøms filtre 34, 40 tjener som fluidfiltre for å hjelpe til med å fjerne avfall fra hydraulikkfluidet inne i systemet, og også tjener til å dele strømmen av fluid i parallelle strømningsløp. Fluid som forlater aktuatoren 12 via fluidutløpet 18 vil bli delt av det oppstrøms filter 34, slik at fluidet vil passere inn i både den første stempelutmålingssammenstilling 36 og den annen stempelutmålingssammenstilling 38. Omvendt, for fluid som bringes til å strømme i den motsatte retning, gjennom styreledningen 42, vil det nedstrøms filter 40 dele strømmen av fluid i parallelle strømningsløp som vil passere gjennom både den første stempelutmålingssammenstilling 36 og den annen fluidutmålingssammenstilling 38. Det er således parallelle strømningsløp gjennom utmålingsinnretningen 32.

Partier av den hydrauliske utmålingsinnretning 32 vises klarere på figurene 5A-5B og 6A-6B. Den første stempelutmålingssammenstilling 36 refereres til som en "nullposisjon" stempelsammenstilling og inkluderer et rørformet stempelhus 52 med øvre og nedre enderørdeler 54 henholdsvis 56 i motsatte aksiale ender av dette. Et stempelkammer 58 er avgrenset inne i huset 52 og enderørdelen 54, 56. Hver av enderørdelene 54, 56 inneholder en aksial fluidstrømpassasje 60 som er avgrenset deri, for å tillate fluid å gå inn i eller forlate stempelkammeret 58. Enderørdelen 54 fungerer således som et fluidutløp til stempelkammeret 58, mens enderørdelen 56 tilveiebringer et fluidinnløp. Stempelkammeret 58 holder på plass et "nullposisjon" fristempel 64 som er glidende bevegelig inne i kammeret 58. Fristemplet 64 inneholder en fjærforbelastet tilbakeslagsventil 66 som tillater enveis strøm av fluid over fristemplet 64. Detaljer ved konstruksjonen av fristemplet 64 og tilbakeslagsventilen 66 fremgår klarere med henvisning til figur 7. Som det der



vises befinner tilbakeslagsventilen 66 seg i en fluidpassasje 67 i kroppen 68 av fristemplet 64, og inkluderer et ventilkuleorgan 70 som er forbelastet mot et ventilsete 72 av en sammentrykkbar fjær 74. Det legges merke til at ringformede fluidtetninger 76 omgir kroppen 68 av fristemplet 64 for å danne en fluidtetning mot huset 52.

Den annen stempelutmålingssammenstilling 38 refereres til en inkrementell stempelsammenstilling, og inkluderer et rørformet stempelhus 80 med øvre og nedre enderørdeler 82, 84 fastholdt i motsatte aksiale ender. Fluidpassasjer 86 er anordnet aksialt gjennom hver av enderørdelene 82, 84. Et inkrementelt stempelkammer 88 er avgrenset inne i stempelhuset 80 mellom enderørdelene 82, 84. Enderørdelen 84 tilveiebringer et fluidinnløp for kammeret 88, mens enderørdelen 82 tilveiebringer et fluidutløp. Stempelkammeret 88 inneholder en inkrementell stempelpumpe, generelt vist med 90. Den inkrementelle stempelpumpe 90 er nyttig for sekvensiell forflytting av en forhåndsbestemt, kjent mengde av fluid gjennom stempelkammeret 88 i den inkrementelle stempelsammenstilling 38, og inkluderer en stempelhylse 92 som radialt omgir et stempelorgan 94. Stempelorganet 94 har som særtrekk en forstørret trykkmottakende ende 96, et skaftparti 98 med redusert diameter og et forstørret stempelhode 100. Stempelorganet 94 er bevegelig i forhold til hylsen 92 mellom en inntrukket posisjon (figur 5A) og en uttrukket posisjon (figur 5B). Når det er beveget til den utstrukne posisjon, fortrenger det forstørrede stempelhode 100 et volum av fluid gjennom fluidutløpet i enderørdelen 82, og i hovedsak det samme volum av fluid trekkes inn i fluidinnløpet av enderørdelen 84 fra aktuatoren 12. Det forstørrede stempelhode 100 av stempelorganet 94 får kontakt med et endeparti 102 av trykkfjærorganet 104, som er anordnet inne i kammeret 88. Fjæren 104 forbelastar stempelorganet 94 mot den inntrukne posisjon. Selv om fjæren 104 som er illustrert på tegningene er en fjær av spiraltypen, vil de som har fagkunnskap innen teknikken erkjenne at andre sammentrykkbare fjærdesign likeså lett kan brukes, inkludert for eksempel stabler av Belleville-skiver eller fluidfjærer, hvilket er kjent innen teknikken. Når fluidtrykk økes inne i hydraulikkfluidledningsrøret 46, presser det på det trykkmottakende endeparti 96 for å presse stempelorganet 94 til å bevege seg aksialt i forhold til hylsen 92 mot den utstrukne posisjon, og fjærorganet 104 trykkes sammen av stempelhodet 100 (se figur 6A). Det legges merke til at, selv om den trykkmottakende ende 96 av

stempelorganet 94 kan være anordnet inne i den omgivende hylse 92 med en relativt trang pasning, er det ingen elastomeriske eller andre fluidtette tetninger lokalisert mellom stempelorganet 94 og hylsen 92. Som et resultat av dette er det tenkelig at noe fluidtrykk vil sive mellom stempelorganet 94 og hylsen 92 under operasjon.

Idet vi går tilbake til figurene 1-4, vil den generelle operasjon av det samlede verktøysystem 10 ved anvendelse av utmålingsinnretningen 32 nå bli beskrevet. Verktøysystemet 10 kjøres inn i en brønnboring (ikke vist) med glidehylseventilen 14 i den stengte posisjon vist på figur 1. Under innkjøring er utmålingsinnretningen 32 i den initiale, ikke-trykksatte tilstand som er vist på figurene 5A-5B. Når det er ønskelig å bevege hylseventilen 14 til en delvis åpen posisjon, reduseres fluidtrykk i hydraulikkstyreledningen 42 i forhold til det trykk som er tilstede i hydraulikkledningen 18. Denne trykkdifferanse vil forårsake at nullposisjon fristemplet 64 beveger seg fra sin initiale posisjon i kontakt med den nedre endehette 56 til den trykksatte posisjon som er vist på figur 6A. I den trykksatte posisjon er fristemplet 64 i kontakt med eller nær den øvre endehette 54. Denne bevegelse av fristemplet 64 vil forårsake at aktuatoren 12 beveger hylsen 22 aksialt nedover innen sitt hus 20, slik at portene 30 i hylsen 22 beveges til et punkt (som vist på figur 2) hvor de er nær til å overlappe portene 26 i huset 20. Denne posisjon refereres til som "nullposisjonen". I en inneværende foretrukket utførelse vil bevegelse av fristemplet 64 forårsake at hylsen 22 forflyttes 269,34 mm i forhold til huset 20.

De første og andre stempelutmålingssammenstillinger 36, 38 er forbundet i hydraulisk parallell. Trykkdifferansen over utmålingsinnretningen 32 vil derfor også forårsake at den inkrementelle stempelpumpe 90 beveges fra den initiale posisjon som er vist på figur 5A til den trykksatte posisjon som er vist på figur 6A, hvilket fortrenger et ytterligere volum av fluid fra aktuatoren 12. Hylsen 22 vil da bli forflyttet en ytterligere størrelse i forhold til huset 20, slik at portene 30 i hylsen 22 nå i liten grad overlapper portene 36 i huset 20 og tillater at en liten mengde av fluid passerer gjennom hylseventilen 14. Hylseventilen 14 vil således være delvis åpen. Det legges merke til at når den inkrementelle stempelpumpe 90 er i den trykksatte posisjon, vil den forstørrede trykkmottakende ende 96 av stempelorganet 94 komme i inngrep med en restriksjon 106 i skaftet 108 som passerer gjennom kroppen av hylsen 92, hvilket begrenser bevegelsen av stempelorganet 94 i

forhold til den omgivende hylse 92. Når stempelorganet 94 har blitt forflyttet på denne måte, er fjæren 104 trykket sammen, som vist på figur 6A.

5 Hvis det er ønskelig å åpne hylseventilen 14 ytterligere for å tillate større fluidstrøm, oppnås dette ved først å redusere fluidtrykkdifferansen over utmålings-  
innretningen 32 og deretter øke den. Ettersom trykkdifferansen reduseres, vil  
fjæren 104 i den inkrementelle stempelsammenstilling 38 presse stempelorganet  
94 tilbake til sin initiale, ikke-trykksatte posisjon, som vist på figur 5A. Fordi det  
ikke er noen elastisk tetning eller annen fluidtett tetning mellom den forstørrede  
10 ende 96 av stempelorganet 94 og den omgivende hylse 92, kan fluid sive mellom  
stempelorganet 94 og hylsen 92 og utligne trykket, hvilket tillater at fjæren 104  
returnerer stempelorganet 94 til sin opprinnelige posisjon. Fristemplet 64 i null-  
posisjon stempelutmålingssammenstillingen 36 vil forbli i sin trykksatte posisjon,  
som vist på figurene 6A-6B.

På dette punkt blir trykkdifferansen over utmålingsinnretningen 32 økt for å  
15 forårsake at den inkrementelle stempelpumpe 90 igjen aktueres, slik at stempel-  
organet 94 beveges til den utstrukne posisjon som er vist på figur 6A. Denne aktu-  
ering måler ut en ytterligere mengde av fluid fra aktuatoren 12, hvilket beveger  
hylsen 22 i hylseventilen 14 en ytterligere inkrementell størrelse mot den fullt åpne  
posisjon som er vist på figur 4. De som har fagkunnskap innen teknikken vil innse  
20 at trykkdifferansen over utmålingsinnretningen 32 gjentatte ganger kan økes og  
reduseres for å bevege hylsen 22 på en trinnvis måte til den fullt åpne posisjon  
som vises på figur 4.

For å returnere glidehylseventilen 14 til sin fullt stengte posisjon, blir hyd-  
raulikkfluid pumpet inn i fluidledningsrøret 42 for å danne en motsatt trykkdiffe-  
25 ranse over utmålingsinnretningen 32. Nullposisjon fristemplet 64 vil av det økte  
fluidtrykk blir beveget til den posisjon som vises på figur 5A. Hydraulikkfluid som  
kommer inn i nullposisjon stempelutmålingssammenstillingen 36 vil også presse  
ventilkuleorganet 70 i tilbakeslagsventilen 66 bort fra ventilsetet 72 og tillate fluid å  
passere gjennom fristemplet og gå inn i fluidpassasjen 60 i enderør delen 56 og til  
30 aktuatoren 12. Dette fluid vil forårsake at aktuatoren returnerer hylseventilen 14 til  
den fullt stengte posisjon som vises på figur 1. Glidehylseventilen 14 kan beveges  
til den fullt stengte posisjon på denne måte på ethvert tidspunkt og uten hensyn til

den konfigurasjon som hylseventilen 14 er i (det vil si nullposisjon, delvis åpen, fullt åpen).

5 I den beskrevne utførelse er utmålingsinnretningen 32 opererbart forbundet med fluidutløpet, eller "stenge"-ledningen 18 av aktuatoren 12. Det ville imidlertid også være mulig å operere brønnverktøyaktuatoren ved å installere utmålingsinnretningen ved fluidinnløpet eller "åpne"-ledningen 16 av aktuatoren 12, hvilket måler ut fluid inn i aktuatoren 12 fra utmålingsinnretningen 32. Det skal forstås at, uansett om den er tilkopleet på innløpssiden eller utløpssiden av aktuatoren 12, opererer utmålingsinnretningen 32 brønnverktøyet 14 på en trinnvis måte ved ut-  
10 måling av kjente mengder av fluid gjennom utmålingsinnretningen 32.

En utmålingsinnretning som er tilvirket i samsvar med den foreliggende oppfinnelse er enkel i konstruksjon og pålitelig i operasjon. I tillegg er det få elastomeriske elementer, så som O-ringtetninger, som er nødvendige for operasjon av utmålingsinnretningen, hvilket gjør innretningen mer bestandig mot slitasjerelaterte  
15 problemer eller problemer som er forbundet med høytemperatur nedihulls omgivelser.

De som har fagkunnskap innen teknikken vil innse at tallrike modifikasjoner og forandringer kan gjøres med de eksemplifiserende designs og utførelser som her er beskrevet, og at oppfinnelsen kun er begrenset av de følgende krav og  
20 eventuelle ekvivalenter til disse.

**PATENTKRAV**

1. Brønnverktøysystem (10) som omfatter

a) et brønnverktøy (14) som er opererbart ved forskyvning av en komponent  
5 innen brønnverktøyet (14) blant et endelig antall av inkremitter mellom to  
ekstreme konfigurasjoner;

b) en hydraulisk utmålingsinnretning (32) som opererbart er forbundet til  
brønnverktøyet (14) får å forskyve komponenten inkrementelt når mengder  
av fluid er utmålt gjennom utmålingsinnretningen (32), utmålingsinnretning-  
10 gen (32) omfatter en første stempelutmålingssammenstilling (36) for å for-  
flytte et første volum av fluid gjennom utmålingsinnretningen (32), hvori den  
første stempelutmålingssammenstilling (36) omfatter et første stempelhus  
(52) med et fluidinnløp (56) og et fluidutløp (54),

karakterisert ved at den første stempelutmålingssammenstilling (36)

15 videre omfatter

- et stempelkammer (58) dannet innen det første stempelhuset (52) og

- et fristempel (64) som er bevegelig anbrakt innen stempelkammeret (58),

hvori utmålingsinnretningen (32) videre omfatter en andre stempelutmålingssam-  
menstilling (38) parallell med den første stempelutmålingssammenstilling (36) for  
20 forflytning av et andre volum av fluid gjennom utmålingsinnretningen (32),

hvori den andre stempelutmålingssammenstilling (32) omfatter:

- en andre stempelhus (80) med en fluidinnløp (84) og en fluidutløp (82) og  
et inkrementelt stempelkammer (88) dannet innen det andre stempelhuset  
(80); og

25 - en inkrementell stempelpumpe (90) for sekvensiell forflytning av det andre  
volum av fluid gjennom det inkrementelle stempelkammer (88).

2. Brønnverktøyet (10) ifølge krav 1,

karakterisert ved at brønnverktøyet (14) omfatter en glidehylseventil  
30 og komponenten omfatter en hylse (22) innen glidehylseventilen, og de to eks-  
treme konfigurasjoner omfatter åpne og stengte konfigurasjoner.

3. Brønnverktøyet (10) ifølge krav 1,  
 k a r a k t e r i s e r t v e d a t det videre omfatter en aktuator (12) for brønn-  
 verktøyet (14) og hvori den hydrauliske utmålingsinnretningen (32) er opererbart  
 sammenkoplet med brønnverktøyet (14) ved utmåling av fluid ut av aktuatoren  
 5 (12) for å bevege brønnverktøykomponenten.
4. Fremgangsmåte for å operere et nedihulls brønnverktøy (14) med en kom-  
 ponent som er aksialt forskyvbar blant et endelig antall av inkremitter mellom  
 stengte og åpne konfigurasjoner, fremgangsmåten omfatter trinnene av:
- 10 a) å tilknytte en hydraulisk utmålingsinnretning (32) med brønnverktøyet  
 (14) slik at komponenten av brønnverktøyet (14) forskyves når fluid måles  
 gjennom utmålingsinnretningen (32);  
 b) å anbringe brønnverktøyet (14) og utmålingsenheten (32) innen en  
 brønnboring med brønnverktøyet (14) i den stengte konfigurasjon;  
 15 fremgangsmåten er k a r a k t e r i s e r t v e d trinnene av  
 c) å aktuere utmålingsinnretningen (32) for å bevege komponenten i brønn-  
 verktøyet (14) fra den stengte konfigurasjon til en mellomliggende, delvis  
 åpen konfigurasjon ved:  
 å aktuere en første stempelutmålingssammenstilling (36) til utmålingsinnret-  
 20 ningen (32) ved å bevege et fristempel (64) innen et stempelkammer (58)  
 ved å forflytte et første volum av fluid gjennom den første stempelutmålings-  
 sammenstilling (36) for å bevege komponenten slik at brønnverktøyet (14)  
 er i en nullposisjon; og  
 å aktuere en andre stempelutmålingssammenstilling (38) i utmålingsinnret-  
 25 ningen (32) for å forflytte et andre volum av fluid gjennom den andre utmål-  
 ingssammenstilling (38), hydraulisk å flytte derved et stempel (94) innen et  
 stempelkammer (88) i den andre stempelutmålingssammenstilling (38) for å  
 flytte komponenten slik at brønnverktøyet (14) er i en delvis åpen posisjon.
- 30 5. Fremgangsmåte ifølge krav 4,  
 k a r a k t e r i s e r t v e d a t den videre omfatter trinnet med videre aktivering  
 av utmålingsinnretningen (32) for å bevege brønnverktøyet (14) til en fullt åpen  
 posisjon.

6. Fremgangsmåte ifølge krav 4,  
karakterisert ved at den hydrauliske utmålingsinnretningen (32) er  
tilknyttet et fluidutløp fra en aktuator (12) for brønnverktøyet, og brønnverktøyet  
5 beveges mot en åpen konfigurasjon når fluid måles ut av aktuatoren (12).

7. Fremgangsmåte ifølge krav 4,  
karakterisert ved at den videre omfatter trinnet med å bevege brønn-  
verktøyet til en fullt stengt posisjon.

10

8. Fremgangsmåte ifølge krav 7,  
karakterisert ved at trinnet med å bevege brønnverktøyet til en fullt  
stengt posisjon omfatter:

15

å bringe fluid til å strømme inn i den første stempelutmålingssammen-  
stilling (36);

å åpne en tilbakeslagsventil innen et fristempel (64) innen den første  
stempelutmålingssammenstilling (36) for å bringe fluid til å strømme gjen-  
nom fristemplet (64) og inn i en aktuator (12) for brønnverktøyet, og derved  
stenge brønnverktøyet.

20

1/5

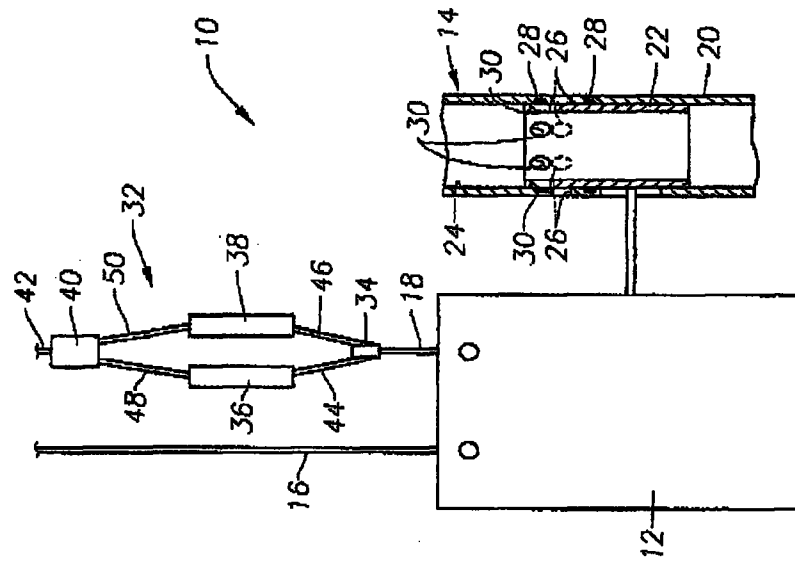


Fig. 1

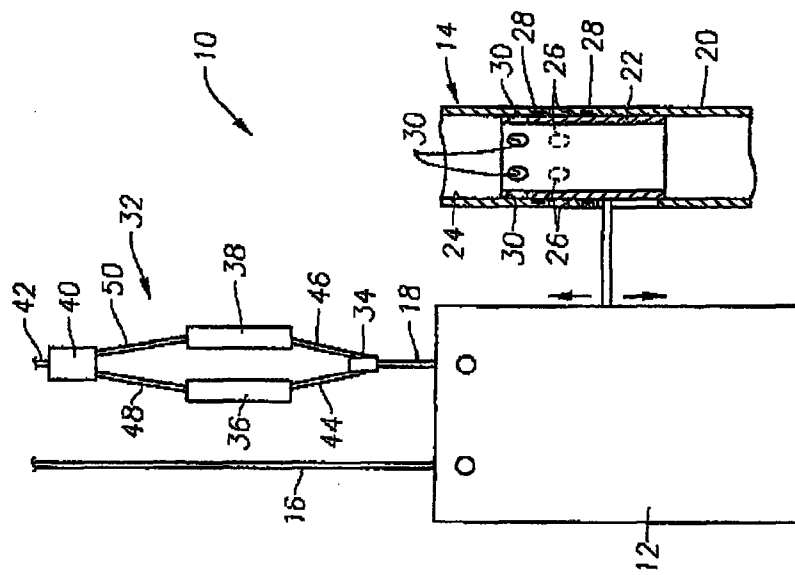
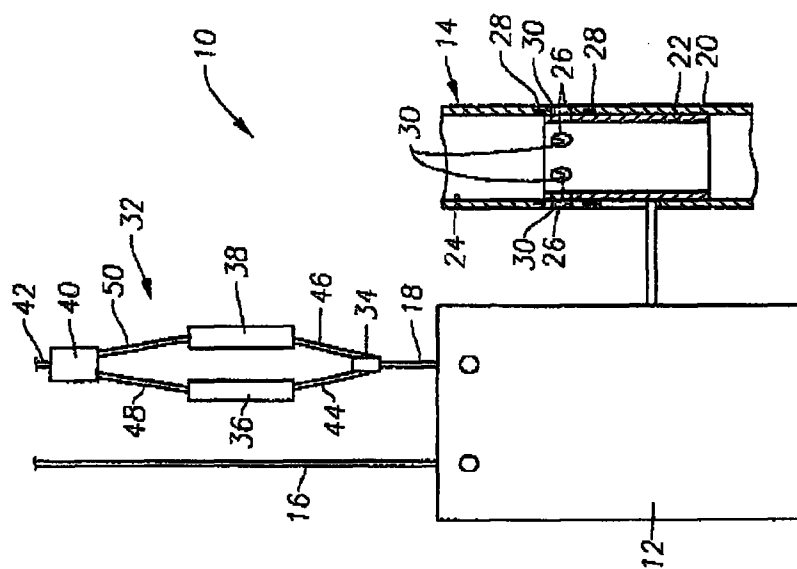


Fig. 2





**Fig. 4**

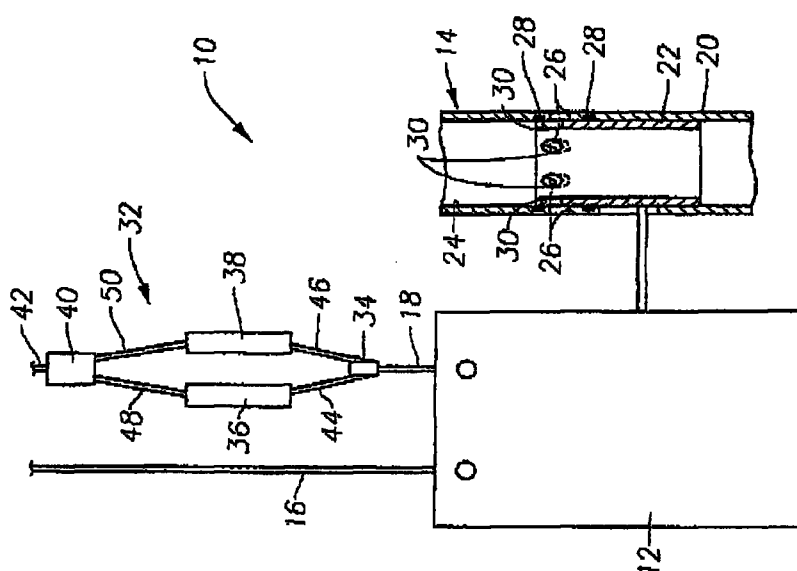
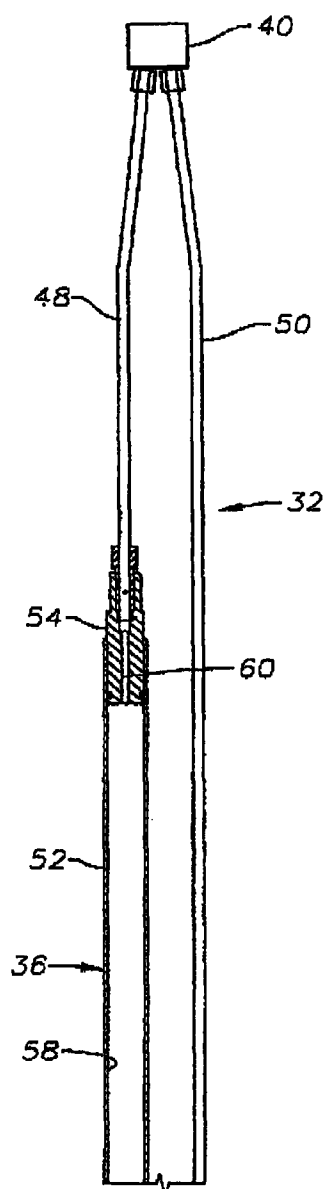
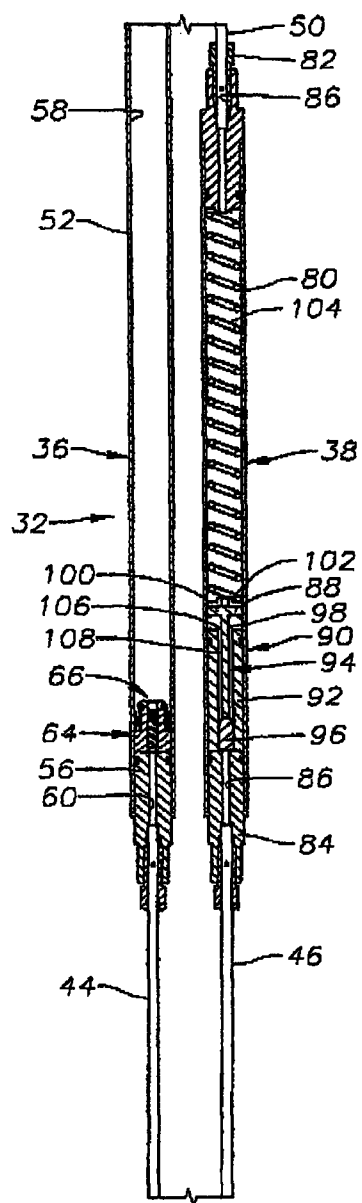


Fig. 3



**Fig. 5A**



**Fig. 5B**

4/5

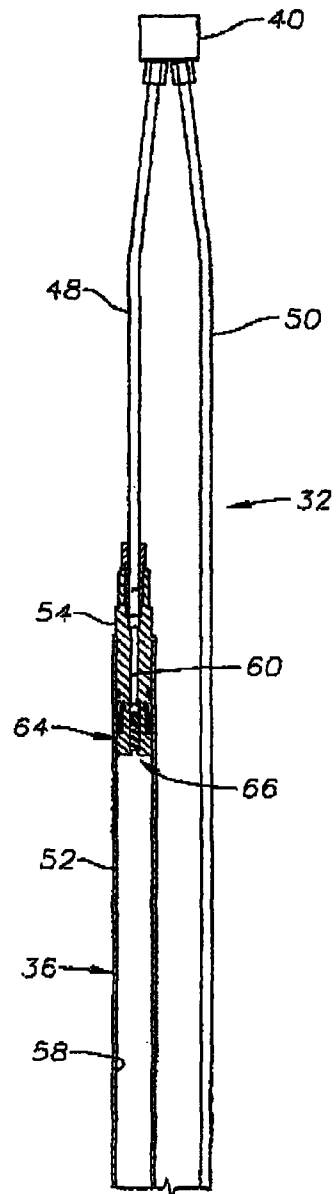


Fig. 6A

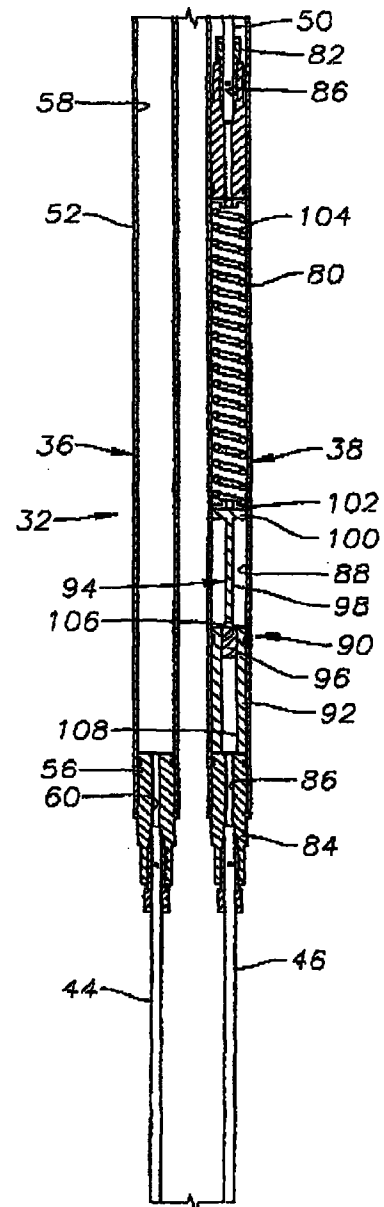


Fig. 6B

Fig. 7

