



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(51) Int Cl<sup>7</sup>

(11) 318932

E 21 B 23/14

(13) B1

### Patentstyret

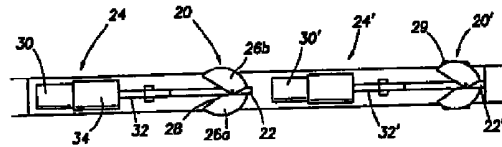
---

(21)	Søknadsnr	19984087	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	1998.09.04	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	1998.09.04	(30)	Prioritet	1997.09.05, US, 924672
(41)	Alm.tilgj	1999.03.08			
(45)	Meddelt	2005.05.23			
(73)	Innehaver	Schlumberger Technology BV, Parkstraat 83-89, 2514JG HAAG, NL			
(72)	Oppfinner	Alan J. Sallwasser, Houston, TX, US			
(74)	Fullmektig	Svein Arne Olsen - Bryn & Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 Oslo, NO			

---

(54)	Benevnelse	<b>Anordning og fremgangsmåte for å føre et loggeinstrument gjennom et avviks- eller horisontalt borehull i en grunnformasjon</b>		
(56)	Anførte publikasjoner	US 5184676		
(57)	Sammendrag			

Det søkes om patent for et innføringssystem for innføring av minst ett loggeinstrument gjennom en jordformasjon gjennomhullet av et horisontalt eller sterkt devierte borehull. Innføringssystemet består av et par buete hevarmer som er festet slik at de kan dreies rundt et støtteledd, anordninger for å spenne den buete overflaten av hver hevarm fast ved kontakt med borehullsveggen, og aktuatorer operativt koplet til hver hevarm. Et loggeinstrument er festet til innføringssystemet. Når en av aktuatorene er aktivert i en første retning, flyttes hevarmen som er koplet til den aktiverte aktuatoren lineært forover, og den buete overflaten av hevarmen glir langs borehullsveggen. Når en av aktuatorene er aktivert i en annen retning, trekker den aktiverte aktuatoren den tilkoblede hevarmen bakover, slik at spenningsanordningen låser den buete overflaten av hevarmen fast mot borehullsveggen. Når hevarmen er kilt fast, vil ytterligere bevegelse av aktuatoren drive både innføringssystemet og loggeinstrumentet forover i det sterkt devierte eller horisontale borehullet.



### Bakgrunn for oppfinnelsen

Oppfinnelsen gjelder generelt sett et system for innføring av et loggeinstrument, og mer spesielt spesiell forstand en metode og apparat for innføring av loggeinstrument gjennom en grunnformasjon gjennomhullet av et vannrett eller sterkt deviert borehull.

For å kunne produsere hydrokarboner fra et reservoar på lønnsomt vis, er det blitt stadig mer vanlig å bore et hull som avviker fra den tradisjonelle loddrette retningen gjennom grunnformasjonen. Deviasjonen kan være resultatet av at hullet bores i enten en spiss vinkel eller i en vinkel som øker gradvis fra den vertikale akselen. Deviasjonen kan også oppstå ved å bore et hull som løper horisontalt fra den vertikale akselen. Det er blitt gjort mange forsøk i feltet på å logge formasjoner rundt slike horisontale eller devierte borehull ved hjelp av loggeinstrument som senkes ned i borehullet via en vaier og/eller en kabel. Plassering av slike redskaper i borehullet er som regel avhengig av tyngdekraften. Når hullet bores i høy nok vinkel, er imidlertid tyngdekraftens effekt på instrumentet og vaieren ikke tilstrekkelig til for å overvinne friksjonen instrumentet og vaieren utsettes for i den sterkt devierte delen av borehullet. Stive instrumenter, som f.eks. borestreng og spiralrør, er blitt brukt til å føre loggeinstrumenter inn i vannrette og sterkt devierte borehull. I mange tilfeller kreves flere timers arbeid for å sette inn loggeinstrumenter på denne måten. Videre begrenses rekkevidden for innføring ved hjelp av spiralrør p.g.a. spiralkrummingen. Derfor er det nå avgjørende å skaffe til veie en lønnsom og effektiv metode for innføring av loggeinstrumenter i den horisontale eller sterkt devierte delen av et borehull.

US 5.184.676 beskriver en selvdrevet fremdriftsanordning for transport av verktøy i en brønn. I en utførelse omfatter anordningen kammer med tilkoblet aktuatorsystem. Imidlertid fremgår ikke en fremdriftsanordning med en kam med en buet kontaktflate for inngrep med borehullsveggen.

### Oppsummering av oppfinnelsen

De ovennevnte ulempene ved tidligere patenter kan unngås ved hjelp av oppfinnelsen av apparat og metode til innføring av minst et loggeinstrument gjennom en grunnformasjon gjennomhullet av et horisontalt eller sterkt deviert

borehull. Innføringssystemet består av et par krumme hevarmer som kan dreies rundt støtten de er festet til, en anordning som spenner fast kammens buete overflate ved kontakt med borehullsveggen, og aktuatorer som er operativt koplet til hver hevarm. Et loggeinstrument er festet til innføringssystemet. Når en av 5 aktuatorene er aktivert i en første retning, flyttes kammen som er koplet til den aktiverte aktuatoren forover i rett linje, og kammens buete overflate glir langs borehullsveggen. Når en av aktuatorene blir aktivert i en annen retning, trekker den aktiverte aktuatoren den tilkoblede kammen bakover, slik at spenningsanordningen låser kammens buete overflate fast mot borehullsveggen. Når 10 kammen er kilt på plass vil enhver videre bevegelse av aktuatoren skyve både innføringssystemet og loggeinstrumentet videre langs det sterkt devierte eller horisontale borehullet.

Metoden for innføring av minst et loggeinstrument gjennom en grunnformasjon som er gjennomhullet av et horisontalt eller sterkt deviert borehull, 15 omfatter et innføringssystem som består av et par buete hevarmer som er festet slik at de kan dreies rundt et støtteledd, en anordning som spenner fast den buete overflaten av hver kam ved kontakt med borehullsveggen, og aktuatorer som er operativt koplet til hver hevarm. Minst ett loggeinstrument festes til innføringssystemet.

Ideelt sett skal begge kammene betjenes samtidig. Aktuatoren til den første 20 kammen aktiveres for å flytte den første kammen forover. Samtidig aktiveres aktuatoren til den andre kammen, slik at den andre kammen trekkes tilbake, og dermed kiler fast den buete delen mot borehullsveggen, noe som driver innføringssystemet og loggeinstrumentet forover. De samme handlingene gjentas i omvendt rekkefølge ved at aktuatoren til den første kammen aktiveres for å trekke 25 den første kammen tilbake, og dermed kiler fast den buete delen mot borehullsveggen, noe som igjen driver innføringssystemet og loggeinstrumentet forover, mens aktuatoren til den andre kammen aktiveres for å flytte den andre kammen forover. Disse trinnene skal gjentas helt til loggeinstrumentet er anbrakt i den 30 forhåndsbestemte posisjonen.

I en annen utgave av oppfinnelsen betjenes begge kammene samtidig i begynnelsen. Aktuatoren på begge kammene aktiveres samtidig for å trekke begge kammene tilbake, slik at de buete delene kiles fast mot borehullsveggen og driver innføringssystemet og loggeinstrumentet forover. Deretter skal aktuatorene

aktiveres etter hverandre, slik at hver kam flyttes forover. Disse trinnene skal gjentas helt til loggeinstrumentet er anbrakt i den forhåndsbestemte posisjonen.

I en tredje utgave av oppfinnelsen går den ene aktuatoren fram og tilbake, mens den andre aktuatoren står stille. Aktuatoren som er i bevegelse aktiveres for å trekke kammen bakover, slik at den buete delen kiles fast mot borehullsveggen og driver innføringssystemet og loggeinstrumentet forover. Aktuatoren som er i bevegelse, skal deretter aktiveres for å flytte kammen forover. Disse trinnene skal gjentas helt til loggeinstrumentet er anbrakt i den forhåndsbestemte posisjonen.

#### Kort beskrivelse av tegningene

Fordelene ved denne oppfinnelsen vil gå klart fram fra den følgende beskrivelsen av de vedlagte tegningene. Det gjøres oppmerksom på at tegningene bare skal forstås som illustrasjoner, ikke som en definisjon av oppfinnelsen.

M.h.t. tegningene:

Fig. 1 viser en verktøystreng i et deviert borehull;

Fig. 2 viser oppfinnelsens innføringssystem;

Fig. 3a - 3b viser innføringssystemet inni borehull med henholdsvis liten og stor diameter; og

Fig. 4a-4c viser posisjon, hastighet og kraft i forhold til tid i forbindelse med kontinuerlig bevegelse av et innføringssystem med et par hevarmer.

#### Detaljert beskrivelse av foretrukket utgave

Fig. 1 viser skjematisk verktøystrengen 10 i et deviert borehull 12. Borehullet 12 er vanligvis foret med stålbekledning sementert på plass mot berggrunnen, og kan videre inneholde produksjonsrør. Oppfinnelsen kan imidlertid også brukes i et åpent brønnhull. Verktøystrengen 10 omfatter minst et loggeinstrument 14 festet på høvelig vis til et innføringssystem 16. Verktøystrengen 10 har også elektronikk som gir kraft til innføringssystemet 16. Verktøystrengen 10 henger i en armert kabel 18. En vinsj (ikke vist her) plassert på overflaten brukes til å heve og senke verktøystrengen 10 i den vertikale delen av borehullet 12. I den foretrukne utgaven skal loggeinstrumentet 14 plasseres på den fjemtliggende enden av verktøystrengen 10 og innføringssystemet 16 plasseres på den proksimale

enden av instrumentstrengen 10. Et annet alternativ er å plassere loggeinstrumentet 14 på den proksimale enden av verktøystrengen 10, mens innføringssystemet 16 plasseres på den fjertliggende enden av verktøystrengen 10.

I Fig. 2 omfatter innføringssystemet 16 en aktuator 24 til bruk for lineær forflytning av kammen 20, som er montert slik at den dreier rundt et støtteledd 22. Kammen 20 er laget i et solid materiale som er motstandsdyktig mot rust og slitasje, som f.eks. rustfritt stål. Kammen 20 består av to ledd som ligger mot hverandre, 26a og 26b, som begge har buet overflate og en anordning som spenner fast den buete delen av kammen ved direkte kontakt med veggen av borehullet 12. Ideelt sett skal spenningsanordningen bestå av en fjær 28 plassert mellom hvert ledd, 26a og 26b, og støtteleddet 22. Fjæren 28 kan være en torsjonsfjær, en strekkfjær, eller en trykkfjær. En alternativ utgave av oppfinnelsen består i å plassere fjæren 28 mellom leddene 26a og 26b for å spenne de to motsatte leddene mot hverandre og i kontakt med veggen av borehullet 12. Andre måter å spenne kammen 20 mot borehullet 12, herunder ved hjelp av et elektromekanisk eller hydraulisk system, ligger også innenfor denne oppfinnelsens utstrekning. For ytterligere forbedring av kontakten mellom kammen 20 og borehullet 12, kan kammen 20 utstyres med pigger eller partikler 29 fastspent til den buete overflaten. Piggene eller partiklene 29 er laget i et hardt materiale med høy slitasjebestandighet, som f.eks. wolframkarbid.

Fig. 2 viser videre at aktuator 24 er operativt koplet til kam 20. Aktuator 24 omfatter en motor 30 for roterende skrue 32. Aktuatoren 24 kan videre omfatte en reduksjonsgirkasse 34 plassert mellom motor 30 og skrue 32. Aktuator 24 kan eventuelt omfatte en annen anordning for lineær flytting av kammen 20, inkludert, men ikke begrenset til, et hydraulisk stempel drevet av en motordrevet hydraulisk pumpe. Når motoren 30 roteres i en retning, flytter skruen 32 kammen 20 lineært forover, og den buete delen glir langs borehullsveggen. Når motoren 30 dreies i motsatt retning, trekker skruen 32 kammen 20 bakover og låser den buete delen mot veggen av borehullet 12 og driver innføringssystemet og loggeinstrumentet forover.

Innføringssystemet 16 låser seg fast til eller glir tett opp mot borehullsveggen i et borehull 12 med varierende diameter. Figurene 3a- 3b viser innføringssystemet 16 i et borehull 12 med liten og stor diameter. Kontaktvinkelen,  $\theta$ , ligger mellom et punkt hvor en buet del av kammen 20 er i kontakt med

borehullsveggen og en linje trukket gjennom omdreiningpunktet 40 og perpendikulært på borehullsveggen 12. Kontaktvinkelen som kreves for å låse kammen mot borehullsveggen er avhengig av friksjonen mellom kammen 20 og borehullsveggen 12. Tangenten til kontaktvinkelen,  $\theta$ , må være mindre enn

5 koeffisienten av friksjon mellom kam og borehullsvegg 12, slik at aktuator 24 låser kam 20 mot borehullsveggen. Kontaktvinkelen forblir konstant mens kammen 20 dreies innover eller utover for tilpasning til den varierende diameteren i et borehull av vekslende vidde.

I foretrukket utgave består innføringssystemet 16 av et aktuatorpar 24, 24' til bruk for lineær flytting av kammene 20, 20', som er festet slik at de kan dreies rundt et støtteledd 22, 22'. Når en hevarm, 20 eller 20', blir skjøvet forover, påføres innføringssystemet 16 og loggeinstrumentet 14 en reaksjonskraft, noe som normalt får innføringssystemet 16 og loggeinstrumentet 14 til å bevege seg bakover. På samme måte får spenning i vaieren 18 som trekkes inn i en sterkt

10 devert eller horisontal seksjon av borehullet 12 normalt innføringssystemet 16 og loggeinstrumentet 14 til å flytte seg bakover. Den andre kammen, 20 eller 20', som er kilt opp mot borehullsveggen 12 og dermed ikke glir forover, forhindrer enhver baklengs bevegelse av innføringssystemet 16 og loggeinstrumentet 14.

Figurene 4a-4c viser posisjon, hastighet, og kraft i forhold til tid for

20 kontinuerlig bevegelse av det foretrukne innføringssystemet 16. I utgangsposisjon, ved  $t=0$ , er den første aktuatoren 24 helt utstrakt til en lengde som omtrent svarer til lengden på skruen 32. Videre, i utgangsposisjon, er den andre aktuatoren 24' helt tilbaketrasket. For å føre inn loggeinstrumentet 14, roterer den første motoren 30 i en retning og trekker tilbake skruen 32, og dette trekker

25 kammen 20 tilbake og låser den buete delen mot borehullsveggen 12 og driver innføringssystemet og loggeinstrumentet forover. Samtidig dreies den andre motoren 30' i en retning og skruen 32' flytter lineært kammen 20' forover, og den buete delen presses mot og sklir langs borehullsveggen 12. Disse handlingene skal deretter gjentas i omvendt rekkefølge, slik at den første motoren 30 roterer i

30 motsatt retning og skruen 32 flytter kammen 20 lineært forover, slik at den buete delen presses mot og sklir langs borehullsveggen. Samtidig dreies den andre motoren 30' i motsatt retning og trekker tilbake skruen 32 som trekker kammen 20' tilbake og låser den buete delen mot borehullsveggen og driver innførings-systemet og loggeinstrumentet forover. Figurene 4b-4c viser at nettobevegelsen til

innføringssystemet 16 og loggeinstrumentet 14 er kontinuerlig og hastigheten er omvendt proporsjonal til trekkinnstrømmen, noe som gjenspeiler evnen til å overføre en begrenset mengde elektrisk kraft via vieren 18.

I en annen utgave av oppfinnelsen blir begge kammene 20, 20' først brukt samtidig, deretter den ene etter den andre. Aktuatorene 24, 24' til hver kam 20, 20' aktiveres samtidig for å trekke hver kam 20, 20' tilbake, slik at de buete delene kiles fast mot borehullsveggen 12 og driver innføringssystemet 16 og loggeinstrumentet 14 forover. Deretter aktiveres den ene aktuatoren 24 etter den andre 24', slik at hver kam 20, 20' flyttes forover. Disse trinnene skal gjentas helt til loggeinstrumentet 14 er anbrakt i den forhåndsbestemte posisjonen.

I en tredje utgave av oppfinnelsen går en aktuator, 24 eller 24', fram og tilbake, mens den andre aktuatoren, 24 eller 24', står stille. Den bevegelige aktuatoren, 24 eller 24', aktiveres for å flytte kammen, 20, 20', tilbake, slik at den buete delen låses mot borehullsveggen 12 og driver innføringssystemet 16 og loggeinstrumentet 14 forover. Den bevegelige aktuatoren, 24 eller 24', skal deretter aktiveres for å flytte kammen 20 eller 20' forover. Disse trinnene skal gjentas helt til loggeinstrumentet er anbrakt i den forhåndsbestemte posisjonen.

Den foregående beskrivelsen av den foretrukne og alternative utgaver for oppfinnelsen er her blitt presentert i illustrasjonsøyemed. Beskrivelsen er ikke ment å være fullstendig, og begrenser heller ikke oppfinnelsen til de bruksmåtene som er nøyaktig anvist her. Det er klart at fagfolk kan komme på mange flere modifikasjoner og variasjonsmuligheter. Disse bruksmåtene ble valgt og beskrevet for på best mulig vis å forklare prinsippene for oppfinnelsen og dens praktiske anvendelse, slik at andre fagfolk skal kunne forstå oppfinnelsen og dens forskjellige utgaver med egnede modifikasjoner for den spesielle funksjonen den blir tiltenkt. Hensikten er at oppfinnelsens omfang skal defineres av de medfølgende kravene og deres ekvivalenter.

**P a t e n t k r a v :**

5 1. Anordning (16) for å føre et loggeinstrument (14) gjennom et eller avviks-  
eller horisontalt borehull (12) i en grunnformasjon,  
k a r a k t e r i s e r t v e d e n kam (20) dreibart innfestet til et støtteledd (22), idet  
kammen (20) innehar midler (28) for forspenning av en bueformet del av kammen  
(20) i kontakt med borehullsveggen (12), idet kammen (20) er konstruert og  
10 innrettet slik at den bueformede delen som er forspent på denne måten vil bli låst  
mot veggen når kammen (20) forflyttes i en retning langs borehullet (12), og vil gå  
i glidekontakt med veggen når kammen (20) er forflyttet i den andre retningen  
langs borehullet (12); og aktuatormidler (24) operativt forbundet med kammen (20)  
hvilket, når den aktiveres i en første retning, lineært forflytter kammen (20) forover  
15 og den bueformede delen går i glidekontakt med borehullsveggen, og, når den  
aktiveres i en andre retning, trekker kammen (20) bakover for derved å låse delen  
mot borehullsveggen.

2. Anordning (16) i henhold til krav 1, hvori innføringssystemet (16) er  
20 ytterligere  
k a r a k t e r i s e r t v e d a t d e t o m f a t t e r e t p a r h e v a r m e r (20, 20'), der hver  
kam (20, 20') har respektive respektive aktuatormidler (24, 24') operativt forbundet  
med kammen (20, 20').

25 3. Anordning (16) i henhold til krav 1, hvori kammen (20) er ytterligere  
k a r a k t e r i s e r t v e d a t d e n o m f a t t e r e t p a r m o t s t å e n d e e l e m e n t e r (26a,  
26b) montert til støtteleddet (22).

4. Anordning (16) i henhold til krav 3, hvori kammen (20) er ytterligere  
30 k a r a k t e r i s e r t v e d a t d e n o m f a t t e r e t p a r f o r s p e n n i n g s m i d l e r (28) og en  
første ende av forspenningselementene (28) er tilknyttet støtteleddet (22) og en  
andre ende av hvert forspenningselement (28) er tilknyttet et motstående element  
(26a, 26b).

5. Anordning (16) i henhold til krav 3, hvori en første ende av forspennings-elementet (28) er tilknyttet et motstående element (26a) og en andre ende av forspenningsmidlene (28) er tilknyttet det andre motstående elementet (26b).
- 5 6. Anordning (16) i henhold til krav 1, hvori kammen (20) har et flertall elementer med pigger (29) tilknyttet delen av kammen (20).
7. Fremgangsmåte for å føre et loggeinstrument (14) gjennom et eller avviks- eller horisontalt borehull (12) i en grunnformasjon, idet fremgangsmåten er k a r a k t e r i s e r t v e d følgende trinn:
- 10 k t e r i s e r t v e d følgende trinn:
- a) tilveiebringe innføringsanordningen (16) i henhold til krav 1;
  - b) forbinde innføringsanordningen (16) til loggingsverktøyet (14);
  - c) aktivere aktuatormidlene (24) for å trekke kammen (20) bakover for derved å låse delen mot borehullsveggen;
  - 15 d) aktivere aktuatormidlene (24) for å forflytte kammen (20) i en foroverrettet retning; og
  - e) gjenta trinnene (c) – (d) med den bueformede delen forspent mot borehullsveggen, inntil loggingsverktøyet (14) er ført til en forhåndsbestemt posisjon.
- 20
8. Fremgangsmåte i henhold til krav 7, hvori innføringsanordningen (16) er ytterligere k a r a k t e r i s e r t v e d et par hevarmer (20, 20') der hver kam (20, 20') har respektive aktuatormidler (24, 24') operativt forbundet med kammen (20, 20').
- 25
9. Fremgangsmåte i henhold til krav 8, trinn (c) og (d) ytterligere k a r a k t e r i s e r t v e d :
- i) samtidig aktivering av hvert aktuatormiddel (24, 24') for å forflytte hver kam (20, 20') bakover for derved å låse delen mot borehullsveggen; og
  - 30 ii) sekvensielt aktivere hvert aktuatormiddel (24, 24') for å forflytte hver kam (20, 20') i en foroverrettet retning.
10. Fremgangsmåte i henhold til krav 8, hvori paret hevarmer (20, 20') er samtidig drevet, trinnene (c) og (d), ytterligere k a r a k t e r i s e r t v e d :

i) aktivering av en av aktuatorene (24, 24') for å forflytte en kam (20, 20') i en foroverrettet retning;

ii) samtidig aktivering av den andre aktuatoren (24, 24') for å trekke den andre kammen (20, 20') bakover for derved å låse posisjonen mot

5 borehullsveggen;

iii) aktivering av aktuatoren (24, 24') i trinn (ii) for å forflytte kammen (20, 20') i trinn (ii) i en foroverrettet retning; og

iv) samtidig aktivering av aktuatoren (24, 24') i trinn (i) for å trekke kammen (20, 20') i trinn (i) bakover for derved å låse delen mot borehullsveggen.

10

11. Fremgangsmåte i henhold til krav 8, trinn (c) og (d), ytterligere karakterisert ved:

i) presse en kam (20, 20') mot borehullsveggen;

15 ii) aktivering av den andre aktuatoren (24, 24') for å forflytte den andre kammen (20, 20') i en foroverrettet retning;

iii) aktivering av aktuatoren (24, 24') i trinn (ii) for å trekke kammen (20, 20') i trinn (ii) bakover for derved å låse delen mot borehullsveggen; og,

iv) gjenta trinnene (ii) – (iii) inntil loggingsverktøyet (14) er ført til en forhåndsbestemt posisjon.

20

12. Fremgangsmåte i henhold til krav 11, hvori kammen (20, 20') i trinn (i) blir preseset mot borehullsveggen ved bruk av et forspenningsmiddel (28).

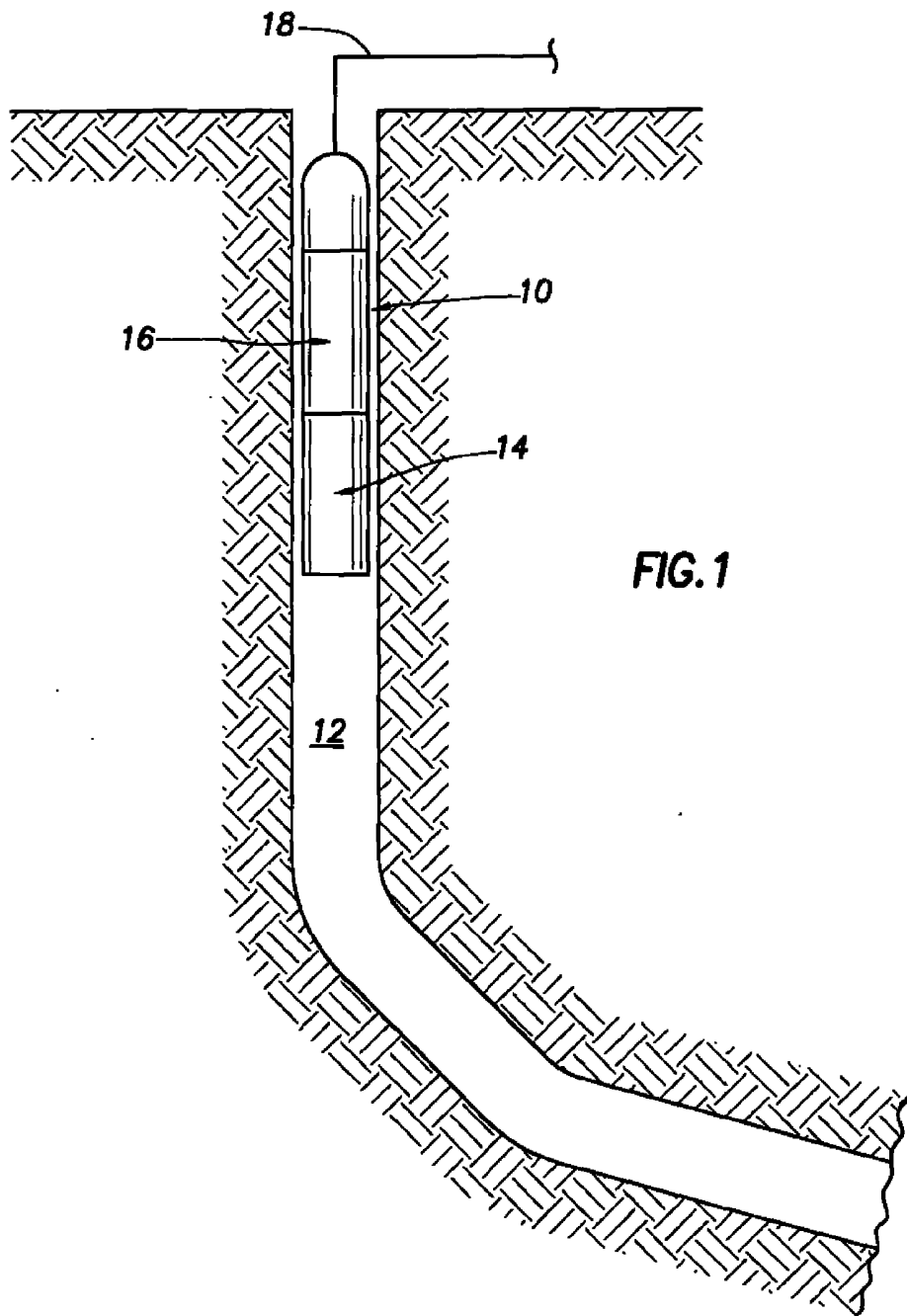


FIG. 1

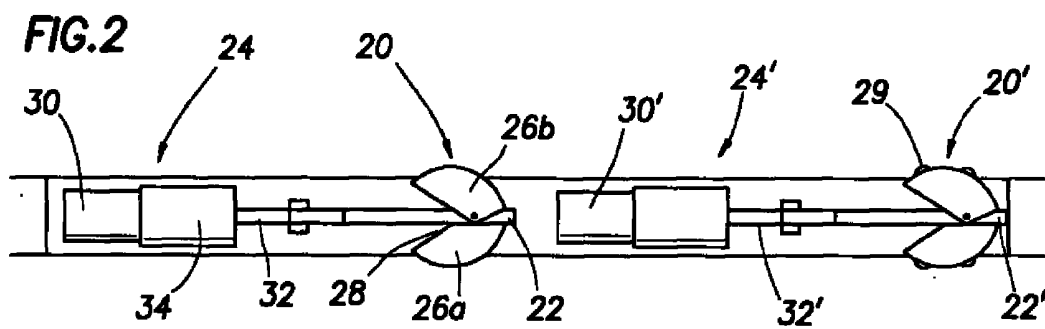
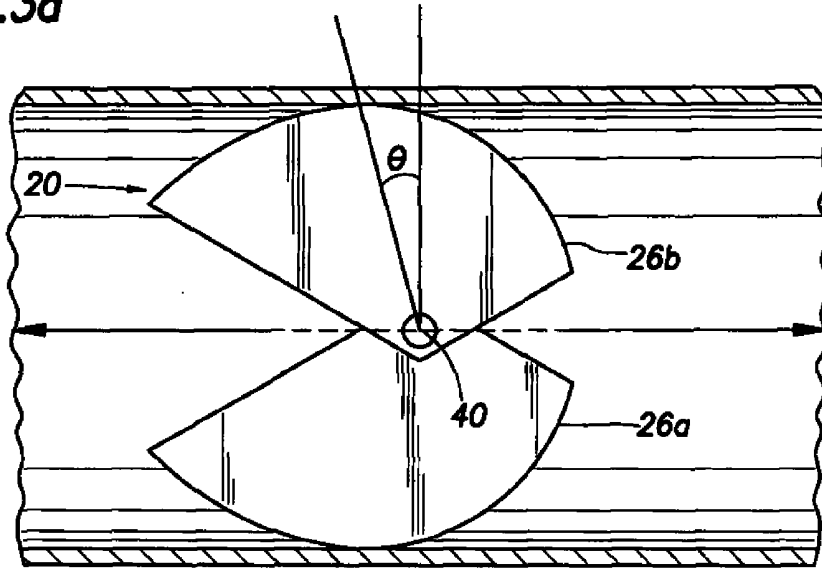
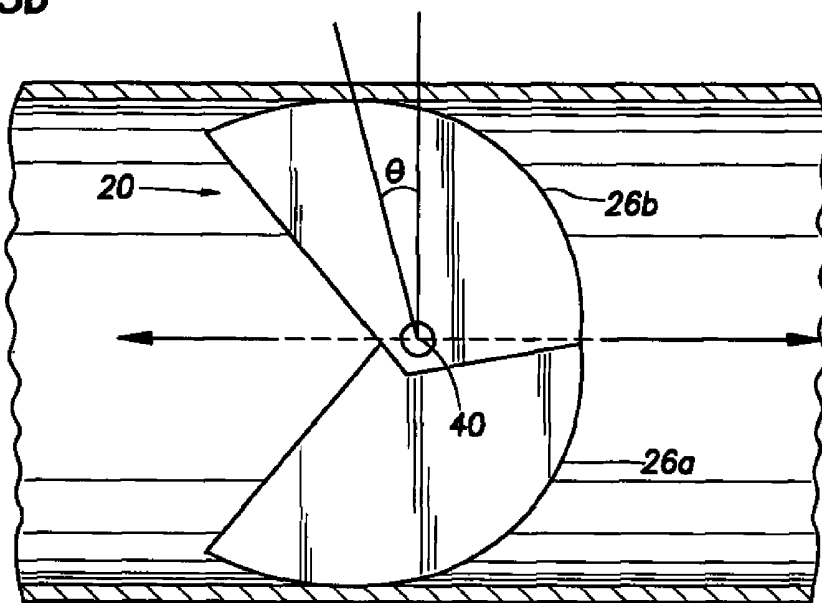


FIG. 2

**FIG.3a**



**FIG.3b**



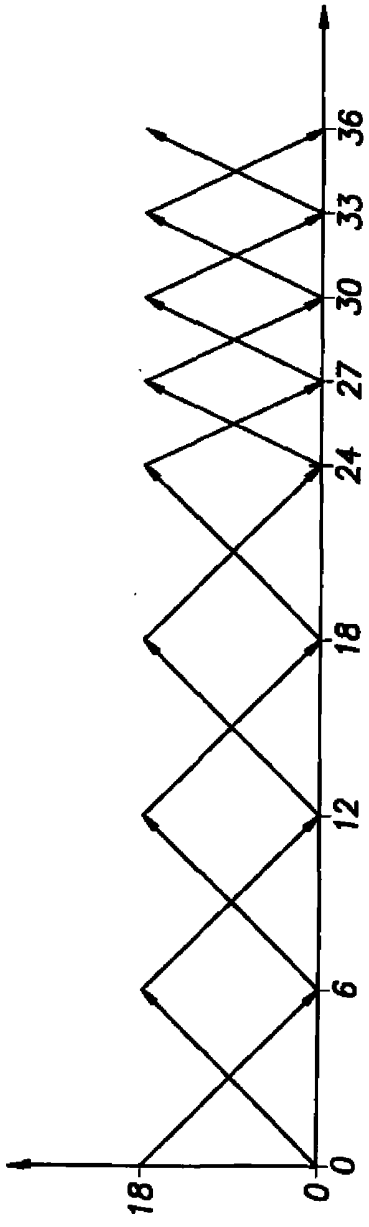


FIG. 4a

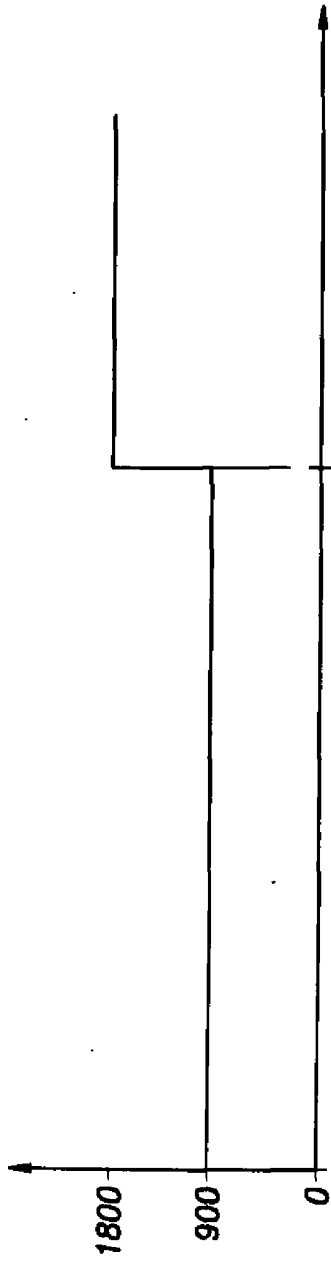


FIG. 4b

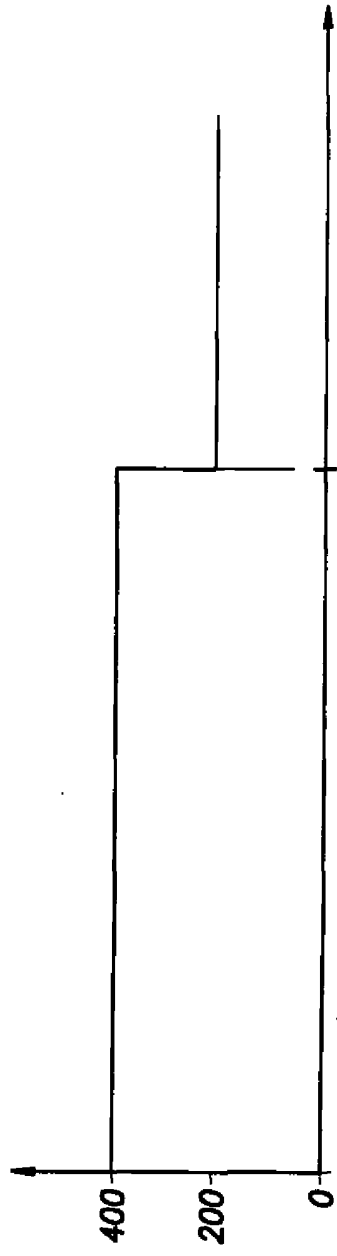


FIG. 4c