



NORGE

(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **311628**

(13) **B1**

(51) Int Cl<sup>7</sup> E 21 B 43/10, 33/127, F 16 L 55/132

## Patentstyret

(21) Søknadsnr	19980429	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	1996.08.02, PCT/FR96/01225
(22) Inng. dag	1998.01.30	(85) Videreføringsdag	1998.01.30
(24) Løpedag	1996.08.02	(30) Prioritet	1995.08.04, FR, 9509695
(41) Alm. tilgj.	1998.04.03		
(45) Meddelt dato	2001.12.17		

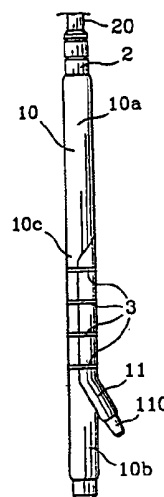
(71) Patenthaver	Drillflex, Zac des Monts Gaultier, 29, rue Lavoisier, F-35230 Chatillon-sur-Seiche, FR
(72) Oppfinner	James Leighton, L'Hermitage, FR Jean-Louis Saltel, Le Rheu, FR
(74) Fullmektig	Onsagers AS, 0103 Oslo

(54) **Benevnelse** **Innretning for foring av en forgrening i en brønn, særlig i en oljebrønn, eller i et rør og fremgangsmåte til anvendelse av samme**

(56) **Anførte publikasjoner** US 5388648, WO A1 94/21887, WO A1 94/25655

(57) **Sammendrag**

Innretningen består av en fleksibel rørformet forform (1) som er radially deformbar og utvidbar under innvendige trykkforhold og herdbar på stedet ved varm polymerisasjon av dens vegg. Forformen er dannet av en rettlinjet hovedseksjon (10) og en sekundærseksjon (11) som også er rettlinjet og som danner en skarp vinkel ( $\alpha$ ) med hovedseksjonen (10) og er tettende forbundet til sistnevnte i et midtområde (10c). Midlertidige tilbakeholdelsesanordninger er anordnet for initialt å holde den sekundære seksjon i en radially tilbakeholdt stilling mot hovedseksjonen (10), idet montasjen derved danner en rettlinjet forform. Etter fjerning av de midlertidige tilbakeholdelsesanordningene (3) og under virkning av et internt trykk, løsnes den sekundære seksjon (11) fra hovedseksjonen (10), og montasjen danner da en forform med en generell "Y"-form klar til å bli polymerisert i brønnens forgreningsområde. Anvendelse er ved foring av oljebrønner eller rør.



Oppfinnelsen vedrører en innretning for foring av en forgrening i en brønn, særlig i en oljebrønn, eller i et rør, som omfatter en radially deformbar, fleksibel, rørformet forform som kan utvides av et innvendig trykk og herdes ved oppvarming av dens vegger for å polymerisere den.

- 5 Oppfinnelsen vedrører også en fremgangsmåte til foring og tetting av en forgrening i en brønn, særlig i en oljebrønn, omfattende en hovedboring og en skråstilt sekundærboring.

10 Oppfinnelsen finner en særlig anvendelse ved tetting og foring av området hvor en hovedboring som generelt (dog ikke nødvendigvis) er vertikal er forbundet med en skråstilt boring som forløper fra den vertikale boring, innen teknikken kjent som et "sidespor".

Denne typen av sekundærboring benyttes for adkomst til oljeholdige sidereservoarer når hovedreservoaret er uttømt eller har blitt uøkonomisk, eller simpelthen for å øke brønnens produktivitet.

- 15 Denne typen av boring gjør det også mulig å utvide produksjonsområdet betydelig inn i områder hvor adkomst er vanskelig uten boring av en ny brønn fra overflaten, hvilket særlig gjelder ved produksjon fra forekomster under havet.

20 Fremgangsmåter ifølge kjent teknikk benytter metallrør for å forsterke og fortette borehullet, både for hovedbrønnen og ofte også for sekundærbrønnene, og det er vanskelig å oppnå en god tetting i området ved forbindelsen.

25 Det er allerede blitt foreslått å fore en brønn ved hjelp av en initialt fleksibel radially deformbar rørformet forform som kan utvides ved hjelp av innvendig overtrykk og herdes på bruksstedet ved oppvarming av dets vegger for å polymerisere den.

Denne teknikken er eksempelvis beskrevet i dokumentene WO-94/21887 og WO-94/25655 og i den upubliserte franske patentsøknad 94 08691 av 7. juli 1994.

- 30 US 5 388 648 beskriver en deformbar, oppblåsbar forform for avtetting av knutepunktet mellom et hovedborehull og et sideboret hull i en brønn, idet

forformen omfatter en rettlinjert hovedseksjon og et rettlinjert sekundærseksjon og en indre blære og en ytre blære.

Den foreliggende oppfinnelse foreslår å overføre den teknikken som i og for seg er kjent til foring av forgreningsområdet hvor hovedboringen og sekundærboringen er forbundet.

Hensikten med oppfinnelsen er å foreslå en enkel og lett innretning med en lav kostnad, hvilken skal være enkel å sette på plass og skal tilveiebringe en perfekt tetning av forbindelsen i forgreningsområdet.

Hensikten oppnås med en innretning og en fremgangsmåte av den innledningsvis nevnte art som er karakterisert ved de trekk som er angitt i krav 1 henholdsvis 4.

Innretningen for foring av en forgrening i en brønn, særlig i en oljebrønn, omfatter således en radiallyt deformerbar, fleksibel, rørformet forform som kan utvides av et innvendig trykk og herdes ved oppvarming av dens vegger for å polymerisere den. Innretningen er særpreget ved at forformen er dannet av en rettlinjert hovedseksjon og en rettlinjert sekundærseksjon som har en spiss vinkel i forhold til hovedseksjonen og er forbundet til og tettet i forhold til sistnevnte i et midtområde, idet midlertidige tilbakeholdelsesordninger er tilveiebragt for initialt å holde sekundærseksjonen i en radiallyt sammenbrettet stilling, presset mot hovedseksjonen. Det fremkommer da en kombinasjon som utgjør en rettlinjert forform, hvorved etter fjerning av de midlertidige tilbakeholdelsesordninger, og på grunn av innvendig trykk, adskilles sekundærseksjonen fra hovedseksjonen, idet kombinasjonen da utgjør en generelt "y"-formet forform (hvor det nedre ben er innrettet med ett av de øvre ben). Innretningen omfatter videre et utvidelsesverktøy i form av en oppblåsbar, fleksibel og elastisk membranpose anordnet inne i forformen og tilpasset til å bli trukket ut etter herding av forformen.

I samsvar med videre trekk omfatter oppfinnelsen at:

- Hver seksjon i den utvidede tilstand har et sirkulært tverrsnitt, idet diameteren i hovedseksjonen er større enn eller den samme som diameteren av sekundærseksjonen

- Tilbakeholdelsesordningene er avbrytbare, ringformede bindinger anordnet rundt hoved- og sekundærseksjonene, tilpasset til å brytes etter hverandre når det indre trykk overstiger en bestemt terskel.

Fremgangsmåten til foring og tetting av en forgrening i en brønn, særlig i en oljebrønn, omfattende en hovedboring og en skråstilt sekundærboring, ved hjelp av den nedenfor beskrevne innretning, er særpreget ved at, ved bruk av en forform hvor vinkelen mellom hovedseksjonen og sekundærseksjonen er nær forgreningens vinkel, den omfatter følgende trinn:

5 a) forformen senkes ned i brønnen i den radialt sammenbrettede stilling, og med sekundærseksjonen presset mot hovedseksjonen, idet kombinasjonen har en rettlinjert form;

10 b) forformen plasseres i området ved forgreningen slik at den frie ende av sekundærseksjonen befinner seg ved inngangen til den skrå boring;

c) forformen blåses opp ved et moderat trykk ( $p_0$ ) for progressivt å bryte tilbakeholdelsesanordningene og bevirke progressiv radial utbretting og vinkelmessig utfoldelse av sekundærseksjonen samtidig med videre senking av forformen;

15 d) senkingen stoppes når forgreningspartiet av forformen hovedsakelig er plassert ved nivået til forgreningspartiet av brønnen;

e) forformen blåses opp ved øking av dens innvendige trykk ( $p$ ) for å bevirke at den utvides radialt og for å presse den mot brønnens vegger;

20 f) under opprettholdelse av trykket ( $p$ ) varmes forformen for å polymerisere veggen;

g) posen av utvidelsesverktøyet deflateres og adskilles fra forformen.

Andre trekk og fordeler ved oppfinnelsen vil fremgå av beskrivelsen og de ledsagende tegninger som ved hjelp av et ikke begrensende eksempel viser en utførelse og foretrukket bruk av oppfinnelsen.

25 Tegningene viser:

Fig. 1 er et oppriss av forformen i sin initiale tilstand, før den er ført inn i brønnen.

Fig. 2, 3 og 4 er riss tilsvarende fig. 1, og viser en rekke suksessive trinn ved utfoldelse av forformen når den settes på plass.

30 Fig. 5A, 5B, 5C viser tverrsnitt av forformen, lagt langs de respektive linjer A-A på fig. 1, B-B på fig. 1 og C-C på fig. 4.

Fig. 6 er et skjematisk riss som i lengdesnitt viser en forgrening i en brønn, i hvilken en forform for foring av forgreningene har blitt innsatt.

Fig. 7-16 er riss som tilsvarende fig. 6, i en større målestokk, og viser de forskjellige trinn ved foringsfremgangsmåten, idet forformen er vist i lengdesnitt på fig. 11-16.

5 I sin normale tilstand, som er den som er vist på fig. 4, er forformen 1 som utgjør hoveddelen av innretningen ifølge oppfinnelsen en fleksibel forform som kan brettes om seg selv i lengderetningen for å oppta en liten samlet radial størrelse, og først kan gjøres rund ved et moderat innvendig trykk og deretter utvides radially ved et høyere innvendig trykk.

10 Prinsippet med totrinns utvidelse, dvs. utbretting etterfulgt av utvidelse, er beskrevet eksempelvis i den allerede omtalte WO-94/25655 (se fig. 6A eller 6B, 7 og 7').

15 I samsvar med den foreliggende oppfinnelse omfatter forformen 1 en rettlinjet hovedseksjon 10 og en sekundær seksjon 11 som er anordnet i en spiss vinkel i forhold til hovedseksjonen og er forbundet til sistnevnte i dens midtområde.

Forformen har derfor generelt form av en omvendt "Y" hvor forgreningen er rettet nedover, dvs. mot bunnen av brønnen.

20 Grenen 10a i hovedseksjonen vender mot brønnens munning, og den andre grenen 10b vender mot brønnens bunn, idet denne grenen vender mot sekundærseksjonen 11.

Grenene 10a og 10b har respektive lengder  $L_a$  og  $L_b$  mellom 3 m og 5 m, og sekundærseksjonen 11 har en lengde  $L$  i området 2 m til 4 m.

25 I den utbrettede tilstand har de rørformede seksjoner 10 og 11 en sylindrisk form, f.eks. kan hovedseksjonen 10 ha en utvendig diameter i området 100 mm og en innvendig diameter i området 50 mm, og seksjonen 11 kan ha en utvendig diameter i området 80-100 mm og en innvendig diameter i området 30-50 mm.

Diametrene er selvfølgelig relatert direkte til diametrene av brønnens produksjonsrør.

30 Vinkelen  $\alpha$  er eksempelvis i området  $30^\circ$ .

Forformen 1 og det innvendige utvidelsesverktøy, som er beskrevet mer detaljert nedenfor, er ved den øvre ende av forformen festet til et verktøy 2 som er festet til enden av en kabel, et fleksibelt rør eller et passende verktøy 20, med en motsatt ende som forlater brønnen gjennom brønnhodet.

- 5     Apparatur ved brønnhodet senker røret 20 ned i brønnen for å bringe forformen i den nødvendige stilling, idet kabelen, røret eller verktøyet og røret 2 blir fjernet ved operasjonens slutt, hvilket er velkjent innenfor teknikken.

- 10     Den rørformede forform 1 har en flerlags konstruksjon som generelt omfatter en ytterhud og en innerhud mellom hvilken det er avgrenset en harpiks som kan herdes med varme og initialt er fleksibel og føyelig.

Uten innvendig trykk kan partiet 10 brettes i lengderetningen til et generelt hjerteformet tverrsnitt, som vist på fig. 5A.

- 15     Denne formingen tilveiebringer plass for seksjonen 11, som, også ved deformasjon, kan presses tett inntil seksjonen 10b slik at de to seksjoner ved kontakt er innskrevet innenfor en imaginær sylinder som aksialt strekker seg utenpå seksjonen 10a (se fig. 1 og 5A).

- 20     Forformen holdes i sin bretteide tilstand og presses sammen ved hjelp av en serie av regelmessig adskilte ringformede tilbakeholdelsesbindinger 3. Disse er eksempelvis glassfiberkabler.

Bindingene har en strekkfasthet som øker progressivt, eksempelvis fra bunnen og oppover, idet den nedre binding brytes lettere enn bindingene over den, osv., opp til en øvre binding, som er nær området 10c hvor seksjonen 11 er forbundet med hovedseksjonen.

- 25     Fig. 6 viser et tverrsnitt av den avgrenede brønn som skal forsynes med et produksjonsrør. Den omfatter en hovedboring 4, som ofte er vertikal, forsynt med sylindriske produksjonsrør 40 av metall, og en skråstilt boring 5 som også er forsynt med et produksjonsrør 50 av metall, omgitt av betong 51.

- 30     Området 6 hvor de to borer er forbundet er omgitt av grunnen 60, og det er her at tetningsproblemene oppstår, gitt at produksjonsrøret 40 og produksjonsrøret 50 ikke er forbundet.

Innretningen ifølge oppfinnelsen omfatter, montert inne i forformen 1, et utvidelsesverktøy i form av en oppblåsbar pose med en innvendig fleksibel og elastisk membran, i hvilken det er mulig å innføre et fluid under trykk, enten fra brønnhodet eller ved pumping av væsken som er tilstede i brønnen -  
5 eksempelvis vann eller olje - som har et trykk som kan varieres og overvåkes.

Denne type av forform/utvidelsesverktøykombinasjon er allerede detaljert beskrevet i den tidligere nevnte WO-94/25655, som det skal vises til i den grad det er nødvendig, og som av denne årsak her ikke vil bli beskrevet på ny i detalj, ettersom dette ville medføre en unødvendig økning av beskrivelsens  
10 omfang.

Med henvisning til fig. 11 består posen av membranen 7, som verktøyet 2 åpner inn i, og som er lukket i sin nedre ende. Posen har form av en "y" som står opp/ned, og motsvarer huset inne i forformen.

Forformen har en vegg 8 av et materiale som kan herdes ved oppvarming.

15 Idet det igjen vises til fig. 6, som viser begynnelsen av foringsoperasjonen, skal det bemerkes at forformen 1, som henger fra verktøyet 2 og fra kabelen, røret eller verktøyet 20, har blitt senket ned i brønnen slik at den "lukkede" frie ende 110 av sekundærseksjonen 11 befinner seg i forgreningsområdet 6, hovedsakelig ved munningen av den sekundære boring 5.

20 Forformen beveges lett i brønnen fordi den har en rettlinjet form og en liten samlet størrelse i radial retning.

Denne stillingen er vist på fig. 7.

Ved innføring av et fluid ved et moderat trykk, som ikke overstiger en bestemt grenseverdi, inn i det indre av posen/forformkombinasjonen, oppnås  
25 en initial foroppblåsing av forformen, hvis virkning først er å bryte av den laveste binding 3 (den svakeste).

Samtidig senkes forformen litt videre ned i brønnen.

Ved at den første binding brytes, antar bunnen og området ved seksjonen 10b og seksjonen 11 en sylindrisk form, og partiet 11 har en tilbøyelighet til å  
30 adskilles fra partiet 10b, idet dette foldes ut sideveis, for å anta en vinkel i forhold til partiet 10b. Denne bevegelsen, forbundet med andre orienterings-

anordninger, gjør det mulig å orientere den hovedsakelig langs senterlinjen av sekundærboringen 5 (se fig. 8).

5 Bindingene 3 brytes suksessivt, fra bunnen og oppover, samtidig med senking av forformen 1, idet grenen 10b senkes vertikalt og koaksialt i hovedboringen 4 og seksjonen 11 penetrerer aksialt inn i sekundærboringen 5 (se fig. 9).

10 Når, som vist på fig. 10, midtområdet ved forformen 10c når frem til forgreningsområdet 6, er hovedseksjonen 10 og sekundærseksjonen 11 av forformen hovedsakelig innrettet i forhold til hovedboringen 4 og sekundærboringen 5, respektivt, og senkingen av forformen stanses. I denne tilstand har forformen fremdeles et moderat trykk  $P_0$  (fig. 10).

Den samme situasjon er vist på fig. 11, som viser den utvidbare pose/-forformkombinasjon i et snitt.

15 Fluidtrykket inne i posen 7 økes deretter til en verdi  $P$  betydelig større enn  $P_0$ .

Dette bevirker oppblåsing og progressiv radial utvidelse fra dens midtområde av hele forformen, som vist på fig. 12, 13 og 14.

20 Ved enden av oppblåsingen presses de øvre og nedre ender av forformens hovedseksjon tett inntil produksjonsrøret 40, og det frie endeområdet av sekundærseksjonen 11 presses tilsvarende tett inntil produksjonsrøret 50.

Midtområdet av forformen befinner seg nødvendigvis i kontakt med veggen 60, men dette er uten betydning.

25 Deretter, på den konvensjonelle måte som beskrevet i WO-94/25655 som allerede er omtalt, blir forformen eksempelvis oppvarmet for å polymerisere den. Dette kan gjøres eksempelvis ved å innføre en varm væske inn i det indre av forformen, eller med en kjemisk reaksjon eller ved hjelp av joule-effekten, hvor elektrisk ledende ledninger er innleiret i forformens vegg og/eller i membranen i utvidelsesverktøyet.

30 Etter polymerisasjonen er forformen stiv, og det påkrevde produksjonsrør fremkommer i formen som et omvendt "y"-formet rør som er perfekt tettet og forbinder produksjonsrøret 40 og produksjonsrøret 50.

Som vist på fig. 15 blir posen 7 deretter tømt ved å pumpe ut væsken inne i den, og deretter trekkes posen ut ved uttrekking av verktøyet 2 og den tømte pose festet til dette.

Fig. 16 viser foringen installert.

- 5 Bemerk at tegningene (kunstig) ignorerer lengdereduksjonen av forformens seksjoner, hvilken er et resultat av deres radiale utvidelse, og som i praksis er forholdsvis stor. Dette er gjort for å lette forståelsen av de forskjellige trinn ved fremgangsmåten.

- 10 Tilbakeholdelsesanordningen kunne bestå av en vevet materialkappe som kan bryte langsgående, fra bunnen og oppover, og omgi forformpartiene 10b og 11.

De innvendige trykk  $p_0$  og  $p$  er i virkeligheten differensialtrykk mellom trykkene på innsiden og utsiden av forformen.

$p_0$  er f.eks. mindre enn eller lik ca. 3 bar, og  $p$  er i størrelsesorden 30 bar.

- 15 Igjen, som et eksempel, dersom den initiale - utbrettede, men ikke utvidede - diameter av seksjonen 10 har en størrelsesorden på 100 mm, har den en størrelsesorden på 160 mm etter radial utvidelse.

- 20 Det sier seg selv at dimensjonene av hver av seksjonene 10 og 11 og verdien av vinkelen  $\alpha$  er valgt for å passe de aktuelle forhold som er tilstede på feltet, særlig når det gjelder diameteren av hoved- og sekundærboringene og vinkelen mellom de to boringer.

En innretning hvor forformen består av en hovedseksjon med to eller til og med flere enn to hjelpeseksjoner er innenfor oppfinnelsens ramme.

- 25 Tilsvarende kan innretningen ifølge oppfinnelsen benyttes til tetting og forsterking av avgreninger i rør.

## PATENTKRAV

1. Innretning for foring av en forgrening i en brønn, særlig i en oljebrønn, eller i et rør, som omfatter en radially deformbar, fleksibel, rørformet forform som kan utvides av et innvendig trykk og herdes ved oppvarming av dens vegger for å polymerisere den,  
5 k a r a k t e r i s e r t v e d at forformen er dannet av en rettlinjert hovedseksjon (10) og en rettlinjert sekundærseksjon (11) som har en spiss vinkel ( $\alpha$ ) i forhold til hovedseksjonen (10) og er forbundet til og tettet i forhold til sistnevnte i et midtområde (10c), idet midlertidige tilbakeholdelses-  
10 holdelsesanordninger (3) er tilveiebragt for initialt å holde sekundærseksjonen (11) i en radially sammenbrettet stilling, presset mot hovedseksjonen (10), idet kombinasjonen da utgjør en rettlinjert forform, hvorved etter fjerning av de midlertidige tilbakeholdelsesanordninger, og på grunn av innvendig trykk, adskilles sekundærseksjonen (11) fra hovedseksjonen (10),  
15 idet kombinasjonen da utgjør en generelt "y"-formet forform, og innretningen omfatter et utvidelsesverktøy i form av en oppblåsbar, fleksibel og elastisk membranpose (7) anordnet inne i forformen og tilpasset til å bli trukket ut etter herding av forformen.
2. Innretning ifølge krav 1,  
20 k a r a k t e r i s e r t v e d at hver seksjon (10, 11) i den utvidede tilstand har et sirkulært tverrsnitt, idet diameteren av hovedseksjonen (10) er større enn eller den samme som diameteren av sekundærseksjonen (11).
3. Innretning ifølge krav 1 eller 2,  
25 k a r a k t e r i s e r t v e d at tilbakeholdelsesanordningene (3) er avbrytbare ringformede bindinger anordnet rundt hoved- og sekundærseksjonene (10, 11), tilpasset til å brytes etter hverandre når det indre trykk overstiger en bestemt terskel.
4. Fremgangsmåte til foring og tetting av en forgrening (6) i en brønn, særlig i en oljebrønn, omfattende en hovedboring (4) og en skråstilt sekundærboring (5), ved hjelp av en innretning ifølge krav 1 og 3,  
30 k a r a k t e r i s e r t v e d at, ved bruk av en forform hvor vinkelen ( $\alpha$ ) mellom hovedseksjonen (10) og sekundærseksjonen (11) er nær forgreningens vinkel, den omfatter følgende trinn:  
a) forformen senkes ned i brønnen i den radially sammenbrettede

stilling, og med sekundærseksjonen (11) presset mot hovedseksjonen (10), idet kombinasjonen har en rettlinjert form;

5           b) forformen plasseres i området ved forgreningen (6) slik at den frie ende (110) av sekundærseksjonen (11) befinner seg ved inngangen til den skrå boring (5);

          c) forformen blåses opp ved et moderat trykk ( $p_0$ ) for progressivt å bryte tilbakeholdelsesordeningene (3) og bevirke progressiv radial utbretting og vinkelmessig utfoldelse av sekundærseksjonen (11) samtidig med videre senking av forformen;

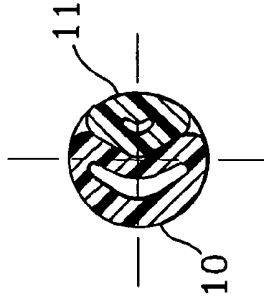
10           d) senkingen stoppes når forgreningspartiet av forformen (10c) hovedsakelig er plassert ved nivået til forgreningspartiet (6) av brønnen;

          e) forformen blåses opp ved øking av dens innvendige trykk ( $p$ ) for å bevirke at den utvides radialt og for å presse den mot brønnens vegger;

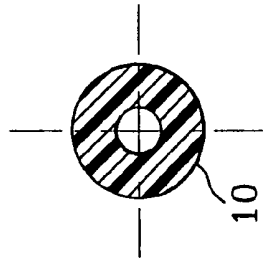
15           f) under opprettholdelse av trykket ( $p$ ) varmes forformen for å polymerisere veggen;

          g) posen (7) av utvidelsesverktøyet deflateres og adskilles fra forformen.

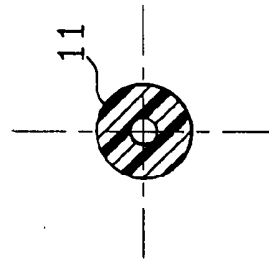
**FIG.5A**



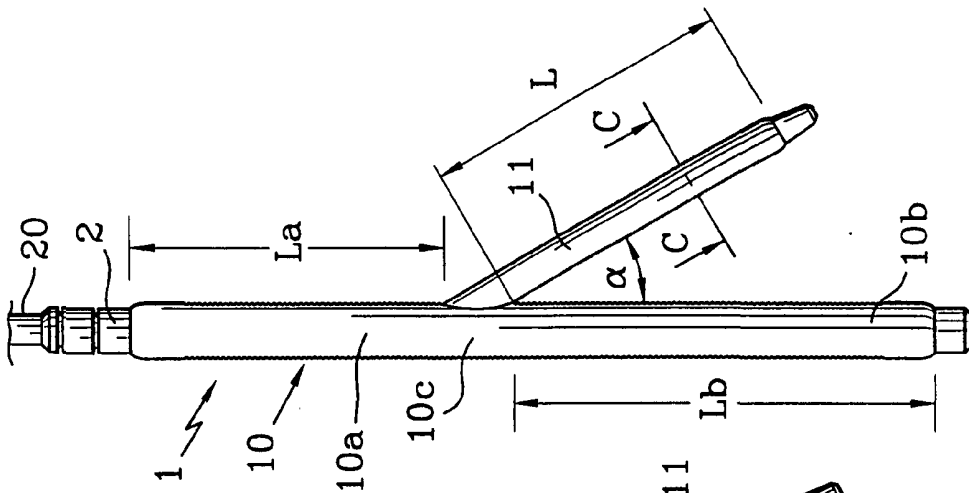
**FIG.5B**



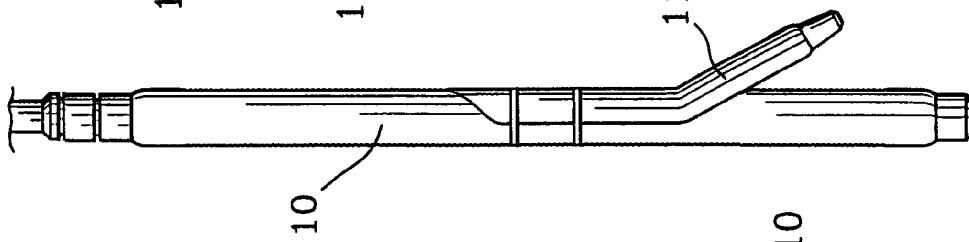
**FIG.5C**



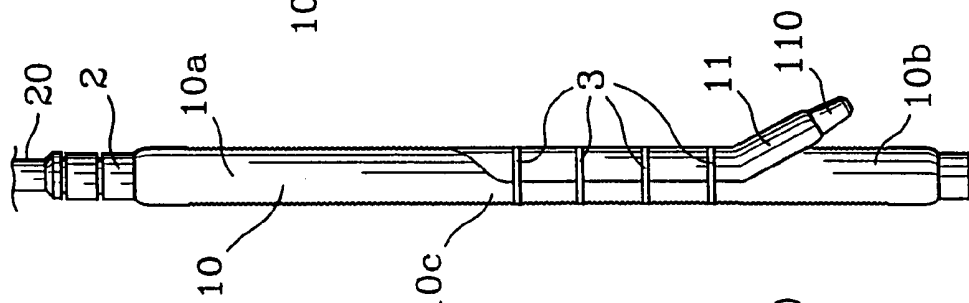
**FIG.4**



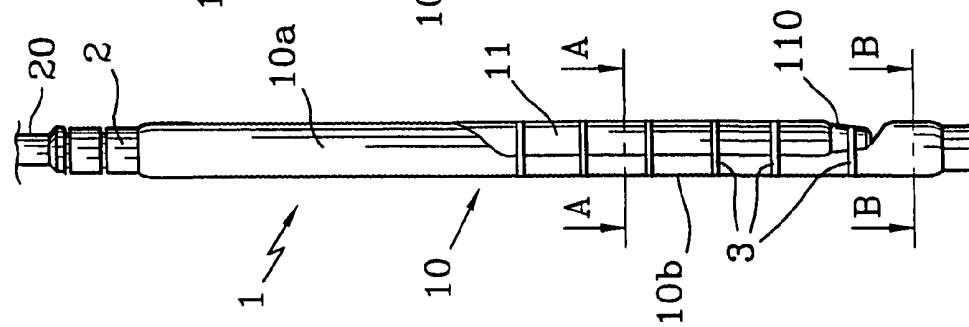
**FIG.3**



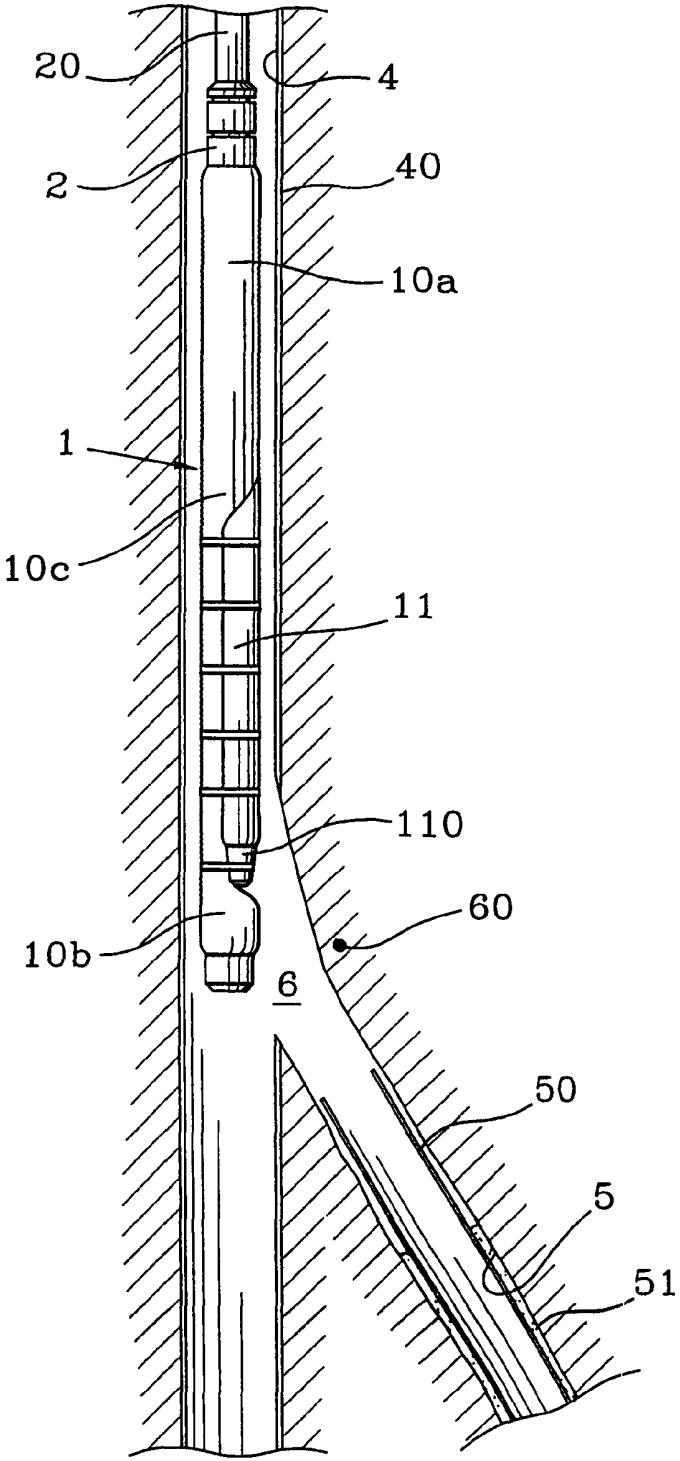
**FIG.2**

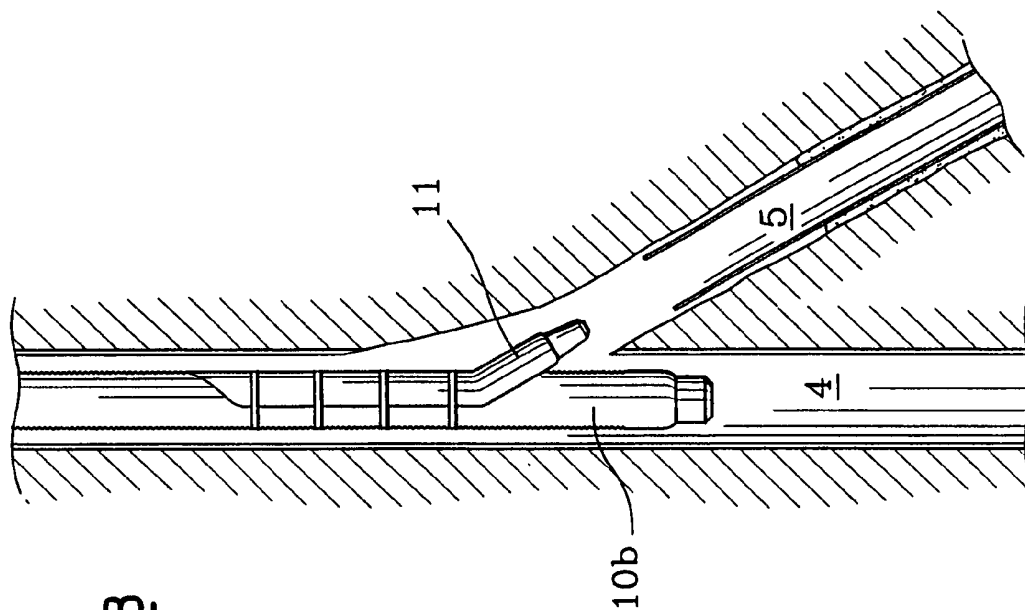


**FIG.1**

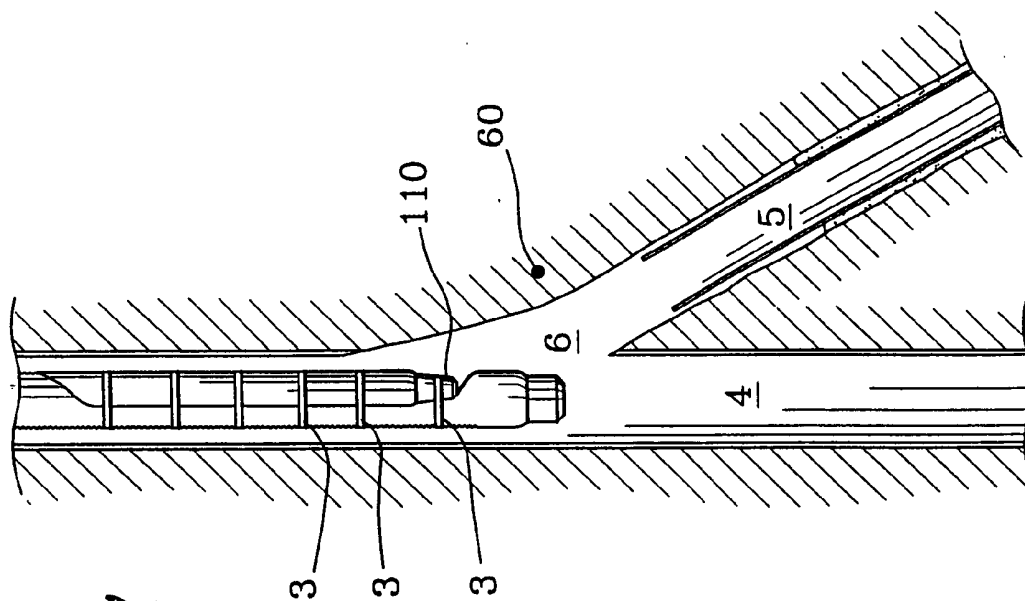


**FIG. 6**

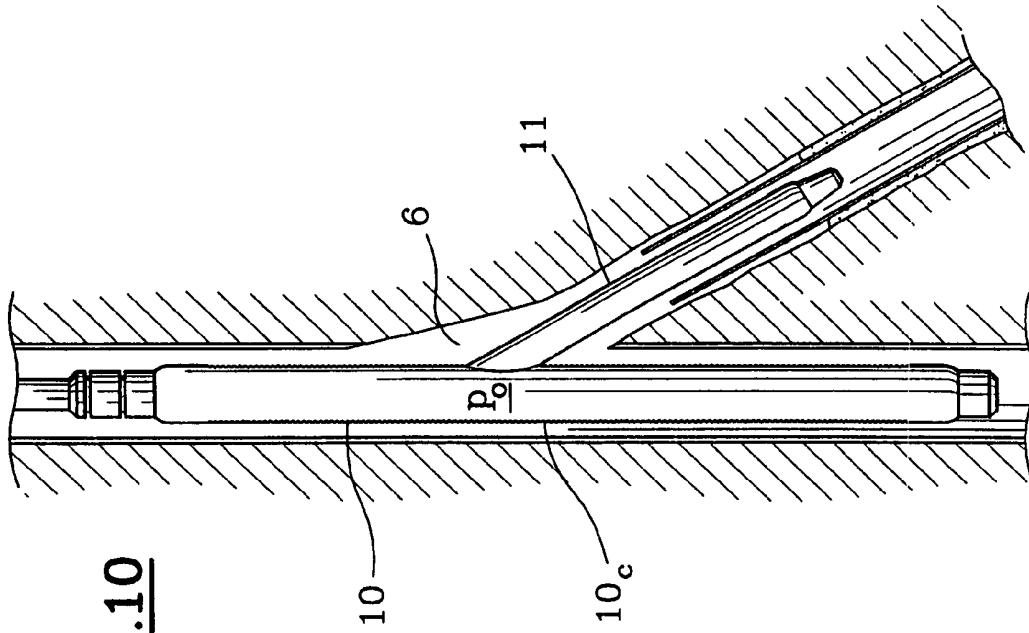




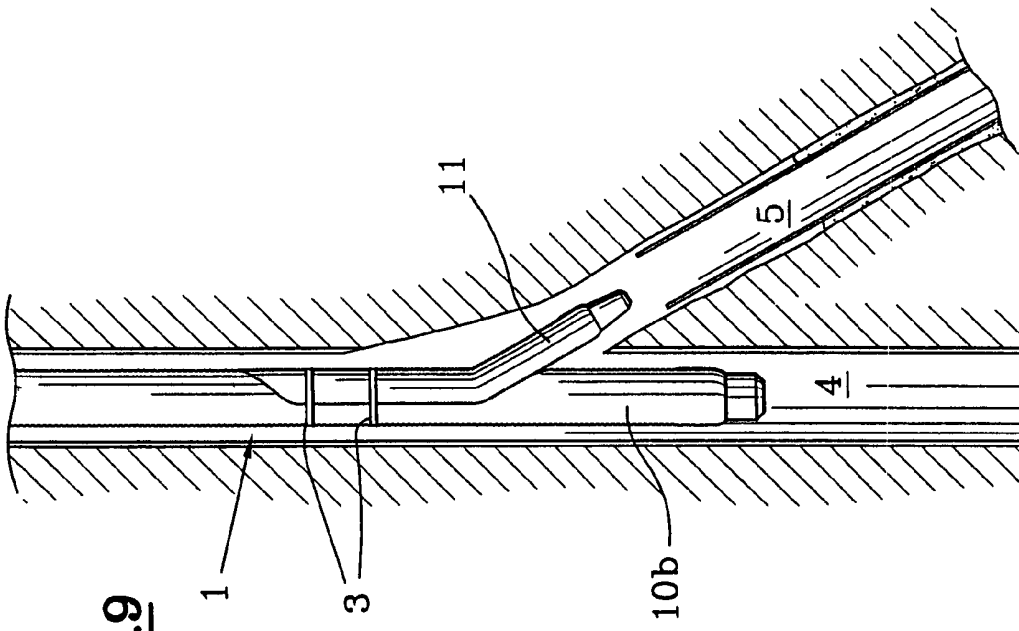
**FIG. 8**



**FIG. 7**



**FIG. 10**



**FIG. 9**

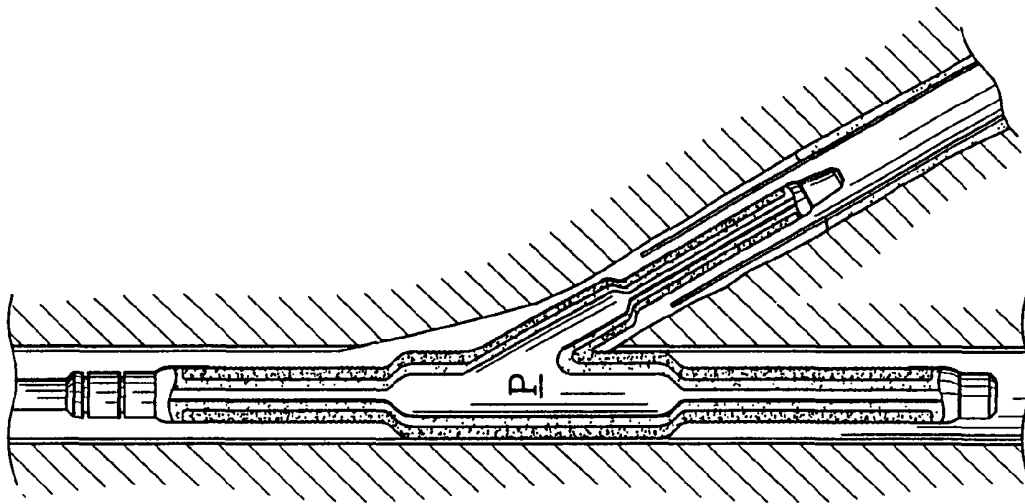


FIG.12

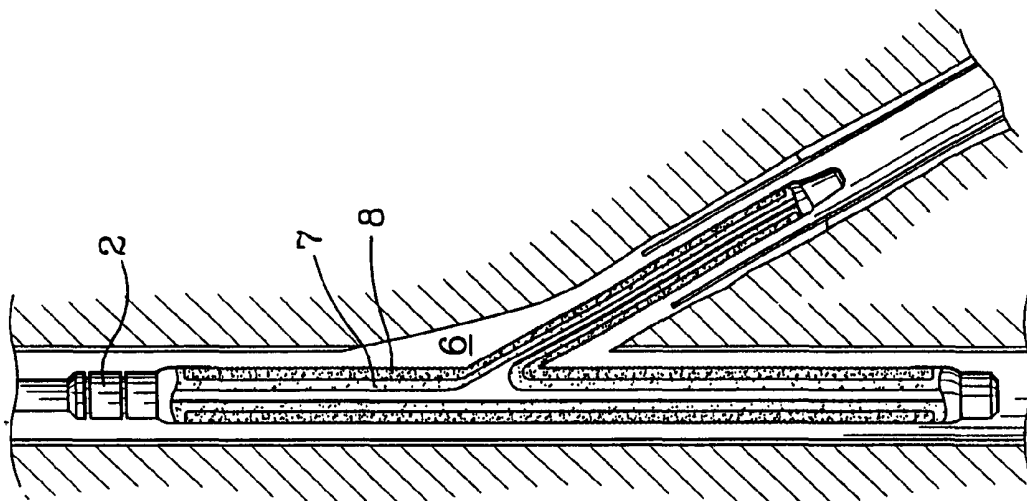


FIG.11

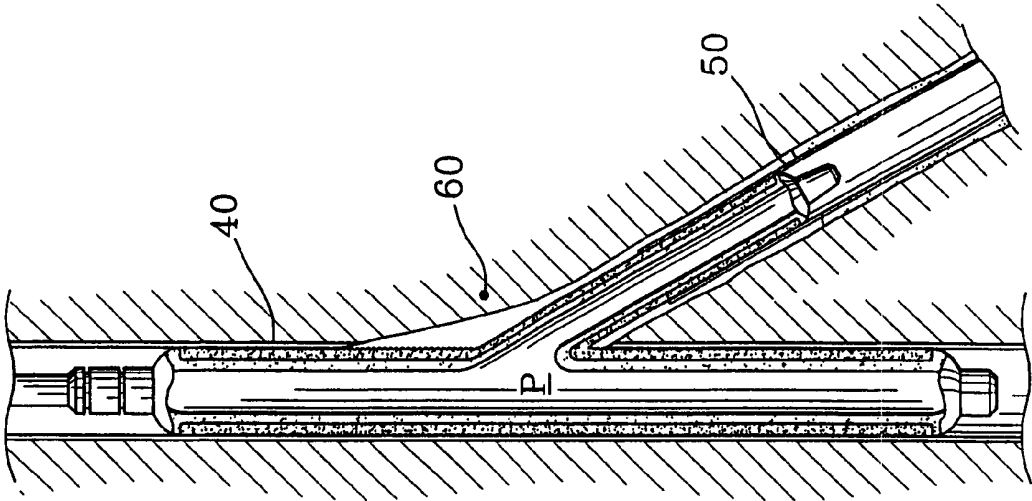


FIG.14

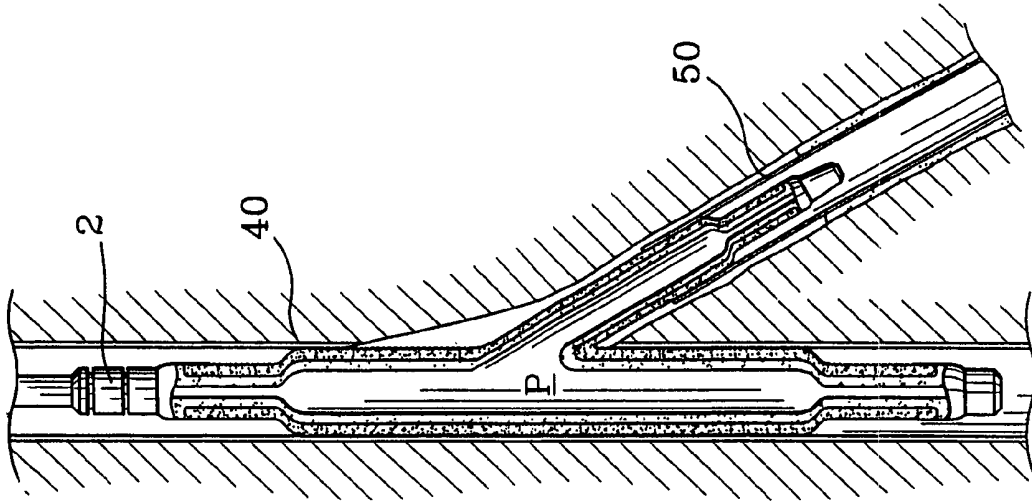
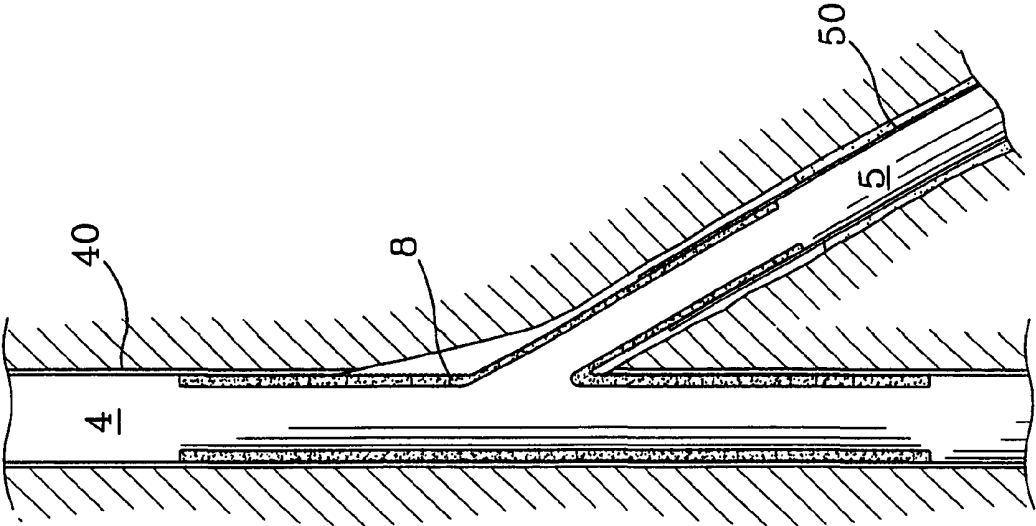
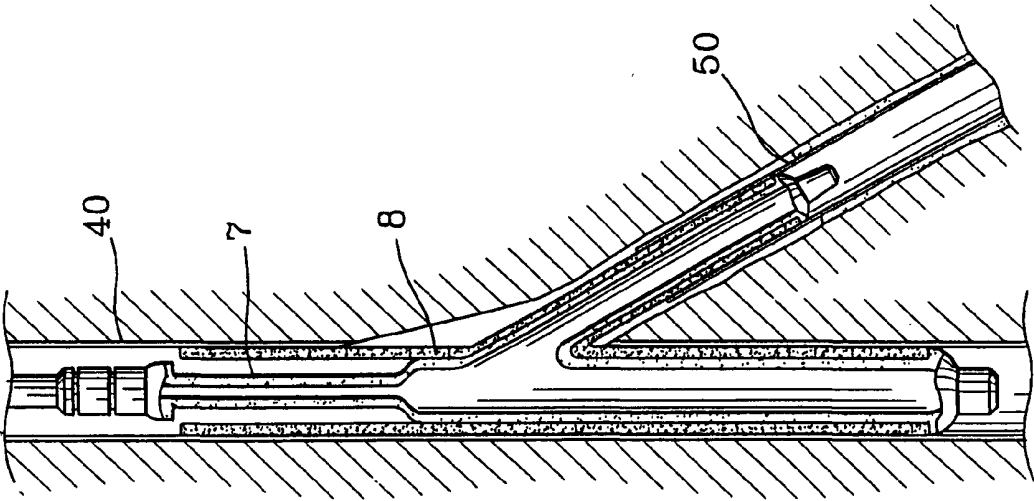


FIG.13



**FIG. 16**



**FIG. 15**