(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 737 534**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **95 09695**

(51) Int Cl[6] : E 21 B 33/127, 33/14, 43/10, 17/00, F 16 L 55/00, 55/162, 9/19

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 04.08.95.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 07.02.97 Bulletin 97/06.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *DRILLFLEX SOCIETE ANONYME* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** LEIGHTON JAMES et SALTEL JEAN LOUIS.

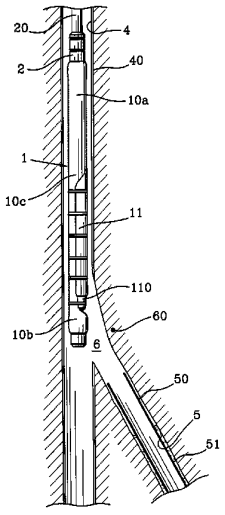
(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :** REGIMBEAU.

(54) DISPOSITIF DE CHEMISAGE D'UNE BIFURCATION D'UN PUITS, NOTAMMENT DE FORAGE PETROLIER, OU D'UNE CANALISATION, ET PROCEDE DE MISE EN OEUVRE DE CE DISPOSITIF.

(57) Le dispositif comprend une préforme tubulaire souple (1), radialement déformable et expansible sous l'effet d'une pression interne et durcissable in situ par polymérisation à chaud de sa paroi; cette préforme est formée d'un tronçon principal rectiligne (10) et d'un tronçon secondaire (11), également rectiligne formant un angle aigu (α) avec le tronçon principal (10) et se raccordant à ce dernier de manière étanche en une zone médiane (10c), des moyens de contention provisoire étant prévus qui permettent de maintenir initialement le tronçon secondaire à l'état radialement replié appliqué contre le tronçon principal (10), l'ensemble constituant alors une préforme rectiligne, tandis qu'après enlèvement des moyens de contention provisoire (3), et sous l'effet d'une pression interne le tronçon secondaire (11) se décolle du tronçon principal (10), l'ensemble constituant alors une préforme en forme générale de "y" apte à être polymérisé dans la zone de bifurcation du puits.

Chemisage des puits de pétrole ou des canalisations.



FR 2 737 534 - A1

DISPOSITIF DE CHEMISAGE D'UNE BIFURCATION D'UN PUITS, NOTAMMENT DE FORAGE PETROLIER, OU D'UNE CANALISATION, ET PROCEDE DE MISE EN OEUVRE DE CE DISPOSITIF

La présente invention a pour objet un dispositif et un procédé pour le chemisage d'une bifurcation de puits, notamment de puits de forage pétrolier.

L'invention trouve plus spécialement application pour le chemisage étanche de la zone de jonction entre un forage principal généralement (mais non nécessairement) vertical et un forage en biais réalisé à partir du puits vertical, forage en biais couramment désigné dans le métier par le terme anglais "side track".

On utilise en particulier ce genre de forage secondaire pour accéder à des réservoirs pétrolifères latéraux, une fois que le réservoir principal est épuisé, est devenu insuffisamment rentable, ou tout simplement pour augmenter la productivité d'un puits.

Ce genre de forage permet également d'étendre de façon considérable la zone de production dans des zones à accès difficile, sans avoir à forer un nouveau puits en surface ; c'est notamment le cas pour l'exploitation de gisements situés sous la mer.

Avec les procédés connus, on utilise, pour consolider et étancher le puits foré, des tubages métalliques, aussi bien pour le puits principal que, souvent, pour les puits secondaires, et il est difficile d'obtenir dans la zone de jonction une bonne étanchéité.

Il a été déjà proposé de chemiser un puits au moyen d'une préforme tubulaire initialement souple, radialement déformable et expansible sous l'effet d'une pression interne, et durcissable in situ par polymérisation à chaud de sa paroi.

Cette technique est décrite notamment dans les documents WO-94/21887, WO-94/25655 ainsi que dans la demande de brevet français non encore publiée n° 94 08691 du 7 juillet 1994.

La présente invention se propose de transposer cette technique connue au chemisage de la zone de bifurcation dans laquelle le forage principal se raccorde au forage secondaire.

L'objectif de l'invention est de proposer un dispositif simple et peu coûteux, léger, facile à mettre en place, et permettant d'obtenir une étanchéité parfaite de la jonction dans la zone de bifurcation.

Le dispositif de chemisage d'une bifurcation de puits, notamment d'un puits de forage pétrolier, qui fait l'objet de la présente invention comprend - comme cela est connu en soi - une préforme tubulaire souple, radialement déformable et expansible

sous l'effet d'une pression interne, et durcissable in situ par polymérisation à chaud de sa paroi.

Ce dispositif est remarquable en ce que ladite préforme est formée d'un tronçon principal rectiligne et d'un tronçon secondaire également rectiligne formant un angle aigu avec le tronçon principal et se raccordant à ce dernier de manière étanche en une zone médiane, des moyens de contention provisoire étant prévus qui permettent de maintenir initialement le tronçon secondaire à l'état radialement replié appliqué contre le tronçon principal, l'ensemble constituant alors une préforme rectiligne, tandis qu'après enlèvement desdits moyens de contention provisoire, et sous l'effet d'une pression interne le tronçon secondaire se décolle du tronçon principal, l'ensemble constituant alors une préforme en forme générale de "Y", (dont la barre inférieure se trouve dans le prolongement de l'une des branches supérieures).

Par ailleurs, selon un certain nombre de caractéristiques additionnelles, non limitatives de l'invention :

- le dispositif comprend un outil dilatateur sous forme de vessie gonflable, à membrane souple et élastique, logée à l'intérieur de la préforme, et arrachable en fin d'opération ;

- à l'état dilaté chacun des tronçons a une section circulaire, le diamètre du tronçon principal étant plus grand que celui du tronçon secondaire, ou identique à celui-ci ;

- lesdits moyens de contention sont des liens annulaires frangibles entourant les tronçons principal et secondaire, aptes à se rompre les uns après les autres, au-delà d'un certain seuil de pression interne.

Le procédé pour chemiser, de manière étanche, une bifurcation de puits, notamment de puits de forage pétrolier comprenant un forage principal et un forage secondaire en biais, à l'aide d'un dispositif tel que décrit ci-dessus, est remarquable en ce que, faisant usage d'une préforme dont l'angle que forment entre eux lesdits tronçons principal et secondaire est voisin de celui de la bifurcation :

a) on fait descendre la préforme dans le puits alors qu'elle se trouve à l'état radialement rétracté et que le tronçon secondaire est appliqué contre le tronçon principal, l'ensemble ayant une configuration rectiligne ;

b) on positionne la préforme dans la zone de la bifurcation de telle manière que l'extrémité libre du tronçon secondaire se présente à l'entrée du forage secondaire en biais ;

c) on gonfle la préforme sous pression modérée (prégonflage) de manière à provoquer la rupture progressive des liens de contention et, corrélativement, le dépliement radial et le déploiement angulaire progressifs du tronçon secondaire, tout en continuant à faire descendre concomitamment la préforme ;

d) la portion bifurquante de la préforme étant sensiblement positionnée au niveau de la portion bifurquante du puits, on arrête le mouvement de descente ;

e) on gonfle la préforme par augmentation de la pression interne pour en provoquer l'expansion radiale et l'appliquer contre les parois du puits ;

f) la pression restant maintenue, on chauffe la préforme de manière à en polymériser la paroi ;

g) on dégonfle la vessie, et on la désolidarise de la préforme.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront de la description et des dessins annexés, qui en représentent, à simple titre d'exemple non limitatif un mode de réalisation et un mode de mise en oeuvre préféré.

Sur ces dessins :

- la figure 1 est une vue générale de la préforme dans son état initial, avant son introduction dans le puits ;

- les figures 2, 3 et 4 sont des vues similaires à la figure 1, représentant plusieurs étapes successives de déploiement de la préforme au cours de sa mise en place ;

- les figures 5A, 5B, 5C sont des sections de la préforme coupées par des plans transversaux référencés respectivement **A-A** à la figure 1, **B-B** à la figure 1 et **C-C** à la figure 4 ;

- la figure 6 est une vue générale schématique montrant en coupe longitudinale une bifurcation de puits, à l'intérieur de laquelle a été introduite une préforme destinée au chemisage de ladite bifurcation ;

- les figures 7 à 16 sont des vues analogues à la figure 6, à plus grande échelle, représentant les différentes étapes du chemisage, la préforme étant représentée coupée par un plan longitudinal sur les figures 11 à 16.

Dans son état normal, qui est celui de la figure 4, la préforme, qui constitue la partie essentielle du dispositif selon l'invention, référencée 1, est une préforme souple, repliable longitudinalement sur elle-même pour occuper un encombrement radial faible, et pouvant être tout d'abord mise au rond sous l'effet d'une pression interne modérée, puis radialement expansée sous l'effet d'une pression interne plus forte.

Ce principe de dilatation en deux temps, à savoir dépliement suivi d'une extension est décrit notamment dans le WO-94/25655 déjà cité (voir figure 6A ou 6B, 7 et 7').

Conformément à la présente invention, cette préforme 1 comprend un tronçon principal rectiligne 10 et un tronçon secondaire 11 qui forme un angle aigu avec le tronçon principal, et se raccorde à celui-ci en sa zone médiane.

La préforme a donc l'allure générale d'un "Y" renversé, dont la bifurcation est dirigée vers le bas, c'est-à-dire vers le fond du puits.

On a désigné par 10a la branche du tronçon principal situé du côté de l'ouverture du puits et par 10b l'autre branche, tournée vers le fond du puits, cette branche se trouvant en vis-à-vis du tronçon secondaire 11.

A titre indicatif, les branches 10a et 10b ont chacune une longueur **La**, respectivement **Lb** comprise entre 3 et 5m, tandis que le tronçon secondaire 11 a une longueur **L** de l'ordre de 2 à 4m.

A l'état non replié, les tronçons tubulaires 10 et 11 ont une forme cylindrique. A titre indicatif, le tronçon principal 10 a un diamètre extérieur de l'ordre de 100mm et un diamètre intérieur de l'ordre de 50mm, tandis que le tronçon 11 a un diamètre extérieur compris entre 80 et 100mm et un diamètre intérieur compris entre 30 et 50mm.

Bien entendu, ces diamètres sont en relation directe avec les diamètres de tubages dans le forage.

L'angle α est par exemple de l'ordre de 30°.

La préforme 1, ainsi que l'outil dilatateur intérieur, qui sera décrit plus loin, sont fixés, à l'extrémité haute de la préforme, à un outillage 2 qui est solidaire de l'extrémité d'un câble, tube flexible ou outillage approprié 20 qui ressort du puits par son extrémité opposée, à travers la tête de puits.

Un appareillage situé en tête de puits permet de faire descendre le tube 20 dans le puits, afin d'amener la préforme dans la position souhaitée, le câble tube ou outillage et l'outil 2 étant retirés en fin d'opération, comme cela est bien connu.

La préforme tubulaire 1 a une structure multicouches qui, de manière générale, comprend une peau extérieure et une peau intérieure entre lesquelles est confinée une résine thermodurcissable, initialement souple et malléable.

En l'absence de surpression interne, il est possible de replier longitudinalement la partie 10, pour lui faire prendre une section en forme générale de coeur, telle qu'illustré à la figure 5A.

Cette mise en forme ménage une place pour le tronçon 11 qui, en étant également déformé, peut s'appliquer intimement contre le tronçon 10b afin que les deux tronçons accolés s'inscrivent dans un cylindre fictif prolongeant axialement le tronçon 10a (voir figures 1 et 5A).

La préforme est maintenue dans cet état replié et comprimé, à l'aide d'une série de liens de contention annulaires 3 régulièrement espacés. Ce sont par exemple des câbles en fibres de verre.

Ces liens ont une résistance à la traction qui augmente par exemple progressivement de bas en haut, le lien inférieur pouvant se rompre plus facilement que le lien voisin situé au-dessus, et ainsi de suite, jusqu'au lien le plus haut, qui se trouve à proximité de la zone de raccordement 10c du tronçon 11 avec le tronçon principal .

Sur la figure 6, on a représenté en coupe le puits à bifurcation que l'on souhaite tuber. Celui-ci comprend un forage principal souvent vertical 4, pourvu d'un tubage métallique cylindrique 40, et un forage en biais 5 également pourvu d'un tubage métallique 50, entouré par un ciment 51.

La zone de jonction des deux forages, désignée 6, est entourée d'un sol 60 ou se pose le problème d'étanchéité à assurer, étant donné que les tubages 40 et 50 ne sont pas reliés.

Le dispositif selon l'invention comprend, monté à l'intérieur de la préforme 1, un outil dilatateur qui a la forme d'une vessie gonflable, à membrane souple et élastique, à l'intérieur de laquelle il est possible d'introduire, soit depuis la tête de puits, soit par pompage du liquide présent dans le puits, un fluide sous-pression - par exemple de l'eau ou du pétrole - dont il est possible de faire varier la pression, en la contrôlant.

Ce type d'ensemble préforme/outil de dilatation, a déjà été décrit de manière complète dans le WO-94/25655 déjà mentionné, auquel on pourra se reporter au besoin, et c'est pourquoi il ne sera pas décrit ici à nouveau en détail, afin de ne pas alourdir inutilement la description.

En référence à la figure 11, on a désigné par la référence 7 la membrane constitutive de la vessie, dans laquelle débouche l'outillage 2, et qui est obturée à ses extrémités basses. La vessie a la forme d'un "Y" renversé, complémentaire de son logement à l'intérieur de la préforme.

La paroi de la préforme, en matériau thermo-durcissable, est référencée 8.

Revenant à la figure 6, qui montre le début d'opération de chemisage, on notera que la préforme 1, suspendue à l'outil 2 et au câble tube ou outillage 20, a été

descendu dans le puits de telle sorte que l'extrémité libre (fermée) 110 du tronçon secondaire 11 se positionne dans la zone de bifurcation 6, sensiblement à l'embouchure du forage secondaire 5.

Le déplacement de la préforme dans le puits est aisé du fait qu'elle a une configuration rectiligne et présente un faible encombrement radial.

On retrouve ce positionnement sur la figure 7.

Par introduction d'un fluide sous pression modérée, ne dépassant pas une valeur limite déterminée, à l'intérieur de l'ensemble vessie/préforme, on réalise en premier lieu un prégonflage de la préforme, ce qui a pour effet de provoquer tout d'abord la rupture du lien 3 le plus bas (le moins résistant).

Dans le même temps, on descend un peu plus la préforme dans le puits.

Par suite de la rupture du premier lien, les zones d'extrémité basse du tronçon 10b et du tronçon 11 prennent une forme cylindrique, et la partie 11 tend à se décoller de la partie 10b, en se déployant latéralement, pour former un angle avec la partie 10b. Ce mouvement, associé à d'autres moyens d'orientation, lui permet de s'orienter sensiblement dans l'axe du forage secondaire 5 (voir figure 8).

On observe une rupture successive des liens 3, du bas vers le haut, qui se fait de manière concomitante avec la descente de la préforme 1, la branche 10b descendant verticalement, co-axialement, dans le forage principal 4 tandis que le tronçon 11 pénètre axialement à l'intérieur du forage secondaire 5 (voir figure 9).

Lorsque - comme illustré à la figure 10 - la zone médiane de préforme 10c est arrivée dans la zone de bifurcation 6, les tronçons principal 10 et secondaire 11 de la préforme étant sensiblement alignés avec les forages principal 4 et respectivement secondaire 5, on cesse de faire descendre la préforme. Dans cet état, la préforme est toujours soumise à une pression modérée, désignée $\mathbf{P_0}$ à la figure 10.

La même situation est illustrée à la figure 11, qui représente en coupe l'ensemble vessie dilatable/préforme.

On augmente alors la pression de fluide à l'intérieur de la vessie 7, jusqu'à une valeur **P** sensiblement supérieure à une $\mathbf{P_0}$.

On réalise ainsi un gonflement et une dilatation radiale progressive, à partir de sa zone médiane, de l'ensemble de la préforme, comme illustré aux figures 12, 13 et 14.

En fin de gonflage, les extrémités haute et basse du tronçon principal de la préforme sont intimement appliquées contre le tubage 40 ; de la même manière, la zone

d'extrémité libre du tronçon secondaire 11 se trouve intimement appliquée contre le tubage 50.

La zone médiane de la préforme n'est pas forcément en contact contre la paroi 60, mais ceci n'a pas d'importance.

On procède ensuite, de manière classique telle que décrite notamment dans le WO-94/25655 déjà cité, à la polymérisation à chaud de la préforme. Ceci peut se faire par exemple en introduisant un liquide chaud à l'intérieur de la préforme, par réaction chimique, ou par effet Joule, des fils conducteurs d'électricité étant noyés à l'intérieur de la paroi de préforme et/ou de la membrane de l'outil de dilatation.

A l'issue de la polymérisation, la préforme devient rigide et on obtient le tubage souhaité, sous forme d'un conduit en "Y" renversé parfaitement étanche assurant la liaison des tubages 40 et 50.

Comme illustré à la figure 15, on dégonfle ensuite la vessie 7 en pompant les liquides qui s'y trouvaient, puis on arrache ladite vessie en retirant l'outil 2 et la vessie dégonflée qui lui est attenante.

Le chemisage mis en place est représenté à la figure 16.

Il convient de remarquer que sur les dessins on n'a pas tenu compte (artificiellement) de la diminution de longueur des tronçons de préforme, qui résulte de leur expansion radiale, et qui en pratique est relativement importante, ceci pour faciliter la compréhension des différentes étapes du procédé.

Les moyens de contention pourraient consister en une gaine en tissu déchirable longitudinalement, de bas en haut, entourant les parties de préforme 10b et 11.

Les pressions internes $\mathbf{P_0}$ et $\mathbf{P}$ sont en fait des pressions différentielles entre les pressions intérieure et extérieure de la préforme.

A titre indicatif, $\mathbf{P_0}$ est inférieure ou égale à 3 bars environ, tandis que $\mathbf{P}$ est de l'ordre de 30 bars.

Toujours à titre indicatif, si le diamètre initial - déplié, mais non expansé - du tronçon 10 est de l'ordre de 100mm, il est de l'ordre de 160mm après expansion radiale.

Il va de soi que les dimensions de chacun des tronçons 10 et 11, ainsi que la valeur de l'angle α, seront choisis en fonction des conditions réelles rencontrées sur le terrain, notamment en fonction du diamètre des forages principal et secondaire et de l'angle que forment entre eux ces deux forages.

On ne sortirait pas du cadre de l'invention en prévoyant un dispositif dont la préforme consiste en un tronçon principal muni de deux, voire de plus de deux tronçons auxiliaires.

De la même manière, le dispositif selon l'invention peut permettre d'étancher et de consolider des bifurcations de canalisation.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de chemisage d'une bifurcation d'un puits, notamment d'un puits de forage pétrolier, ou d'une canalisation, qui comprend une préforme tubulaire souple, radialement déformable et expansible sous l'effet d'une pression interne et durcissable in situ par polymérisation à chaud de sa paroi, caractérisé par le fait que ladite préforme est formée d'un tronçon principal rectiligne (10) et d'un tronçon secondaire (11) également rectiligne formant un angle aigu (α) avec le tronçon principal (10) et se raccordant à ce dernier de manière étanche en une zone médiane (10c), des moyens de contention provisoire (3) étant prévus qui permettent de maintenir initialement le tronçon secondaire (11), à l'état radialement replié, appliqué contre le tronçon principal (10), l'ensemble constituant alors une préforme rectiligne, tandis qu'après enlèvement desdits moyens de contention provisoire, et sous l'effet d'une pression interne le tronçon secondaire (11) se décolle du tronçon principal (10), l'ensemble constituant alors une préforme en forme générale de "Y".

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend un outil dilatateur sous forme de vessie gonflable (7), à membrane souple et élastique, logée à l'intérieur de la préforme, et arrachable en fin d'opération.

3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'à l'état dilaté chacun des tronçons (10, 11) a une section circulaire, le diamètre du tronçon principal (10) étant plus grand que celui du tronçon secondaire (11), ou identique à ce dernier.

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que lesdits moyens de contention (3) sont des liens annulaires frangibles entourant les tronçons principal et secondaire (10, 11), aptes à se rompre les uns après les autres, au-delà d'un certain seuil de pression interne.

5. Procédé pour chemiser, de manière étanche, une bifurcation de puits, notamment de puits de forage pétrolier comprenant un forage principal (4) et un forage secondaire en biais (5), à l'aide d'un dispositif conforme aux revendications 2 et 4 prises en combinaison, caractérisé par le fait que, faisant usage d'une préforme dont l'angle (α) que forment entre eux lesdits tronçons principal (10) et secondaire (11) est voisin de celui de la bifurcation :

a) on fait descendre la préforme dans le puits alors qu'elle se trouve à l'état radialement rétracté et que le tronçon secondaire (11) est appliqué contre le tronçon principal (10), l'ensemble ayant une configuration rectiligne ;

b) on positionne la préforme dans la zone de la bifurcation (6) de telle manière que l'extrémité libre (110) du tronçon secondaire (11) se présente à l'entrée du forage en biais (5) ;

c) on gonfle la préforme sous pression modérée (P_0) (prégonflage) de manière à provoquer la rupture progressive des liens de contention (3) et, corrélativement, le dépliement radial et le déploiement angulaire progressifs du tronçon secondaire (11), tout en continuant à faire descendre concomitamment la préforme ;

d) la portion bifurquante de la préforme (10c) étant sensiblement positionnée au niveau de la portion bifurquante (6) du puits, on arrête le mouvement de descente ;

e) on gonfle la préforme en augmentant sa pression interne (P) pour en provoquer l'expansion radiale et l'appliquer contre les parois du puits ;

f) la pression (P) restant maintenue, on chauffe la préforme de manière à en polymériser la paroi ;

g) on dégonfle la vessie (7), et on la désolidarise de la préforme.

FIG.5A

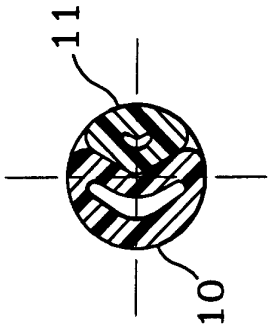


FIG.5B

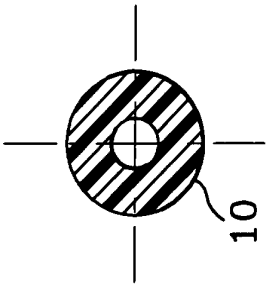


FIG.5C

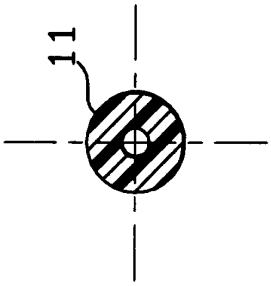


FIG.4

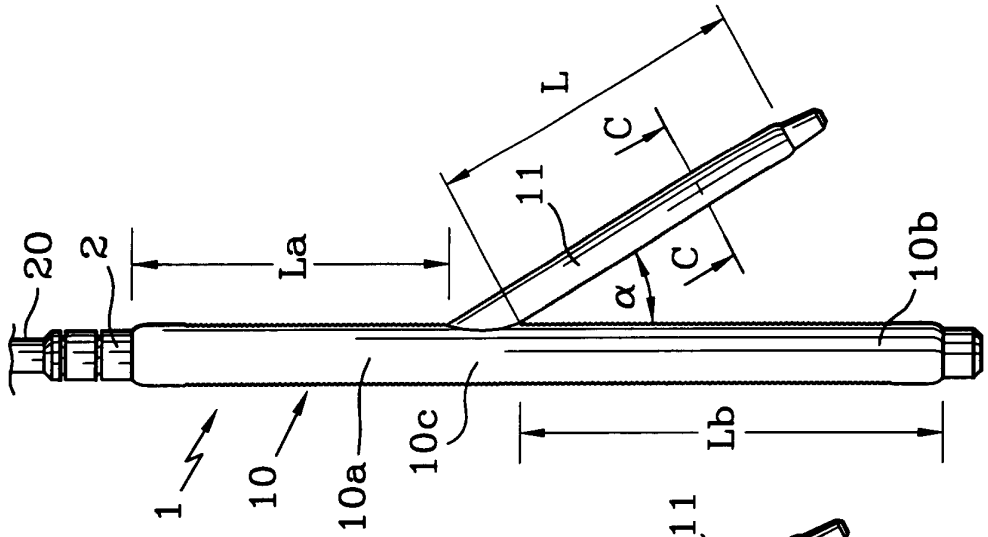


FIG.3

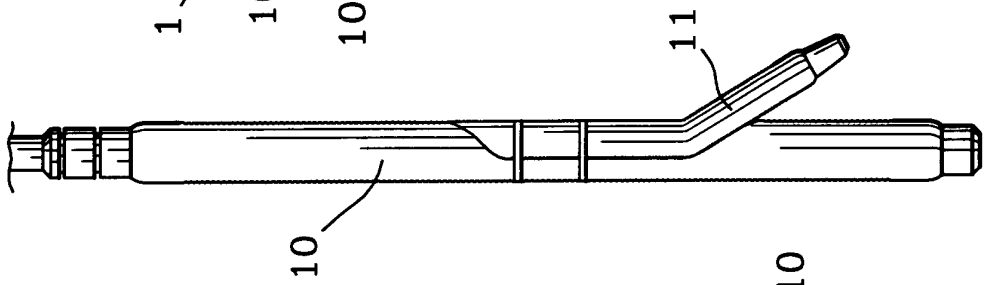


FIG.2

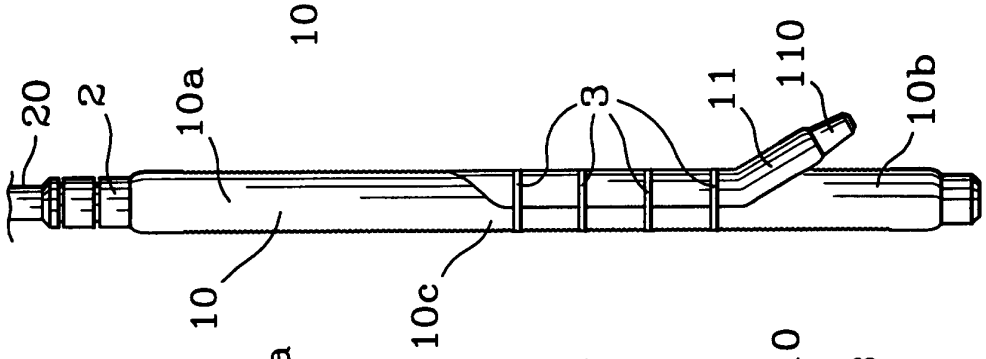


FIG.1

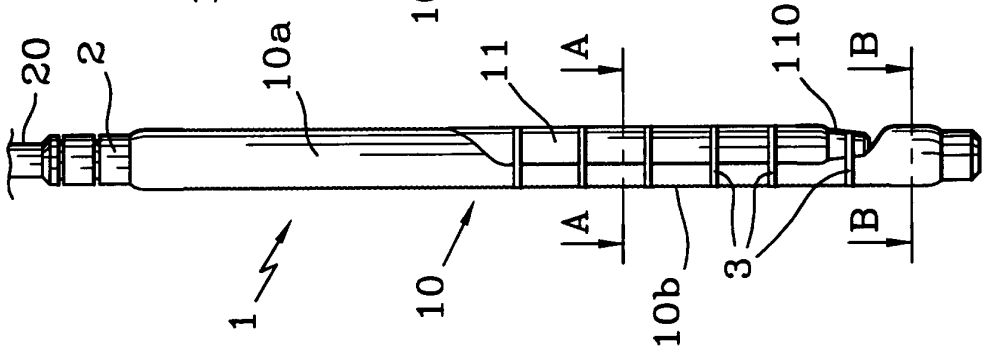
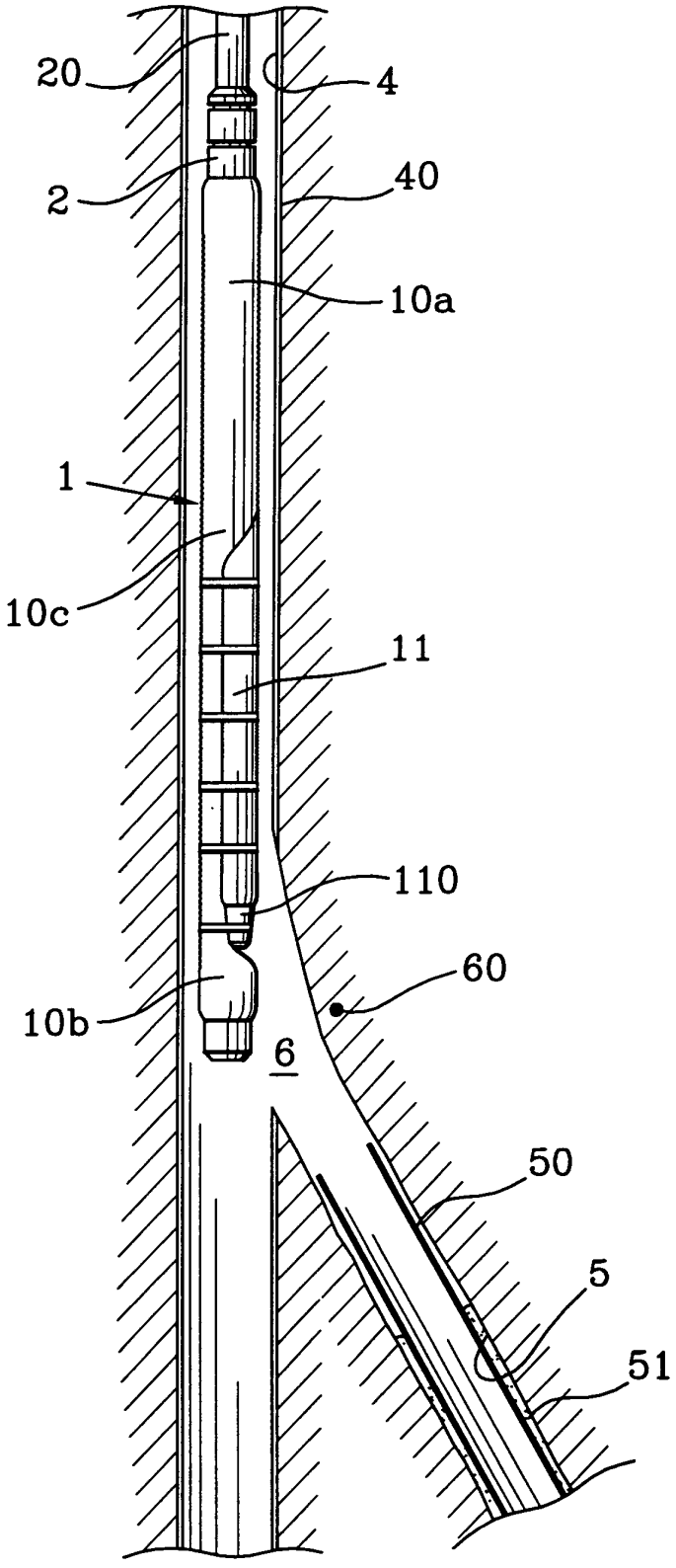


FIG.6



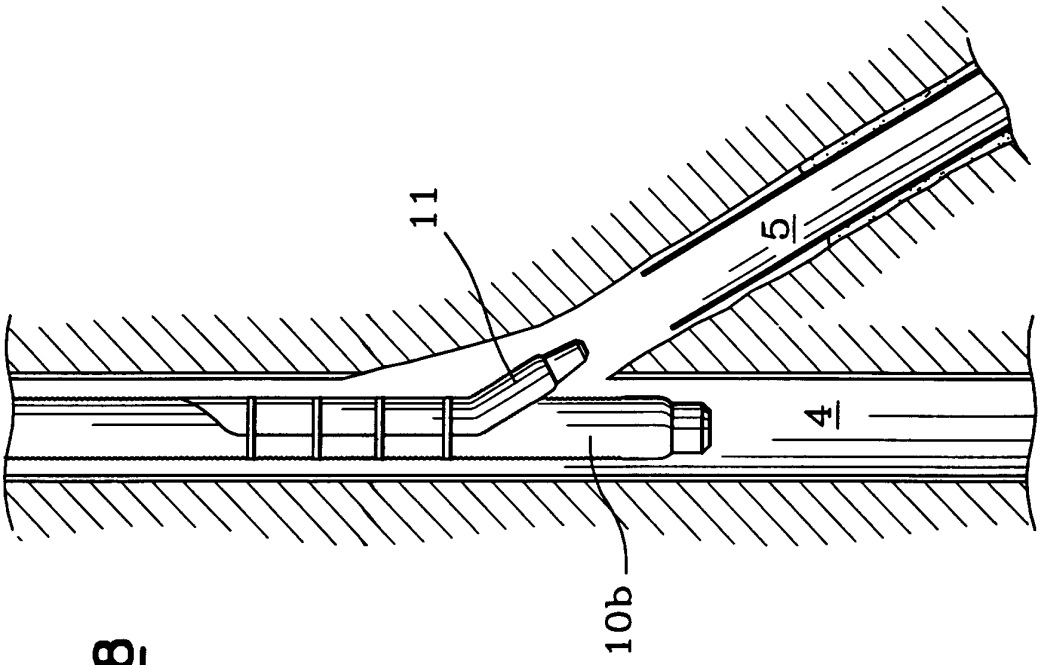


FIG.8

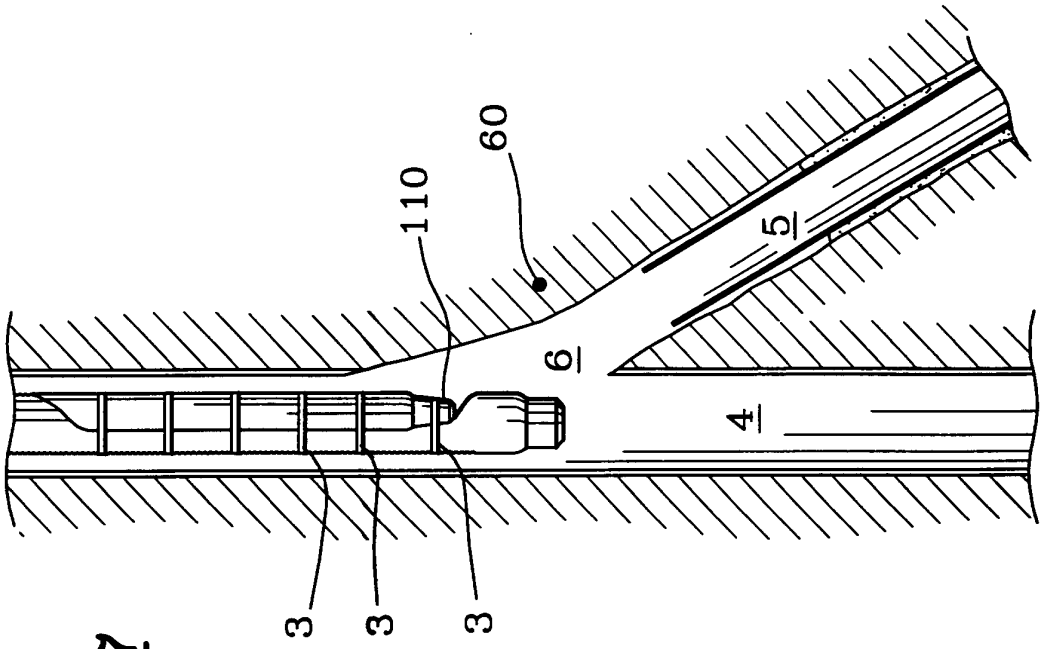


FIG.7

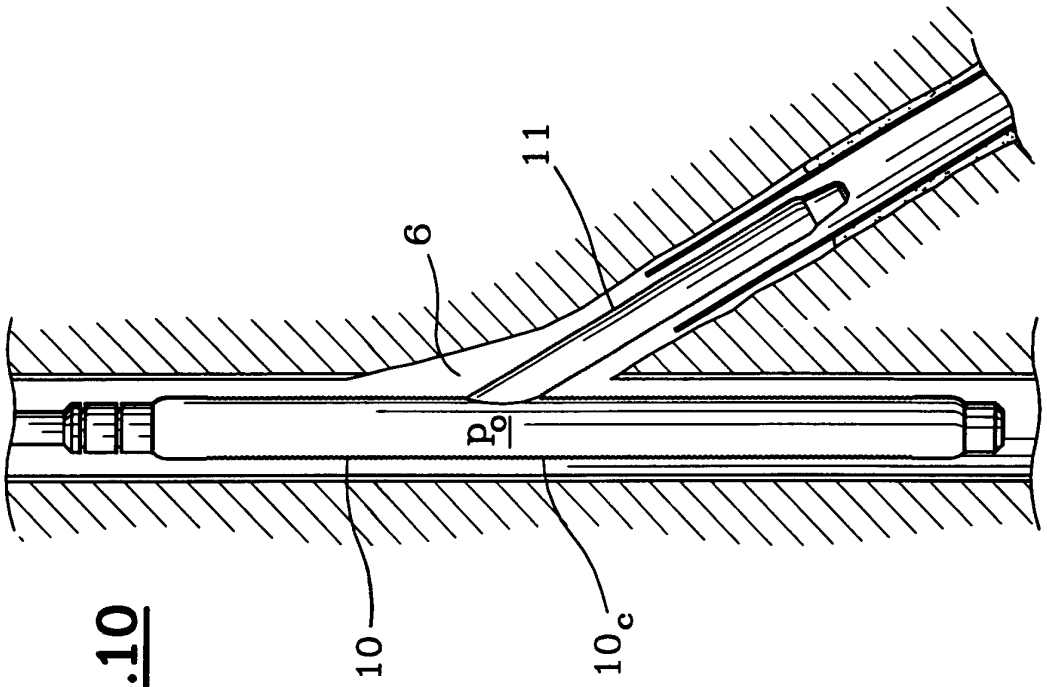


FIG.10

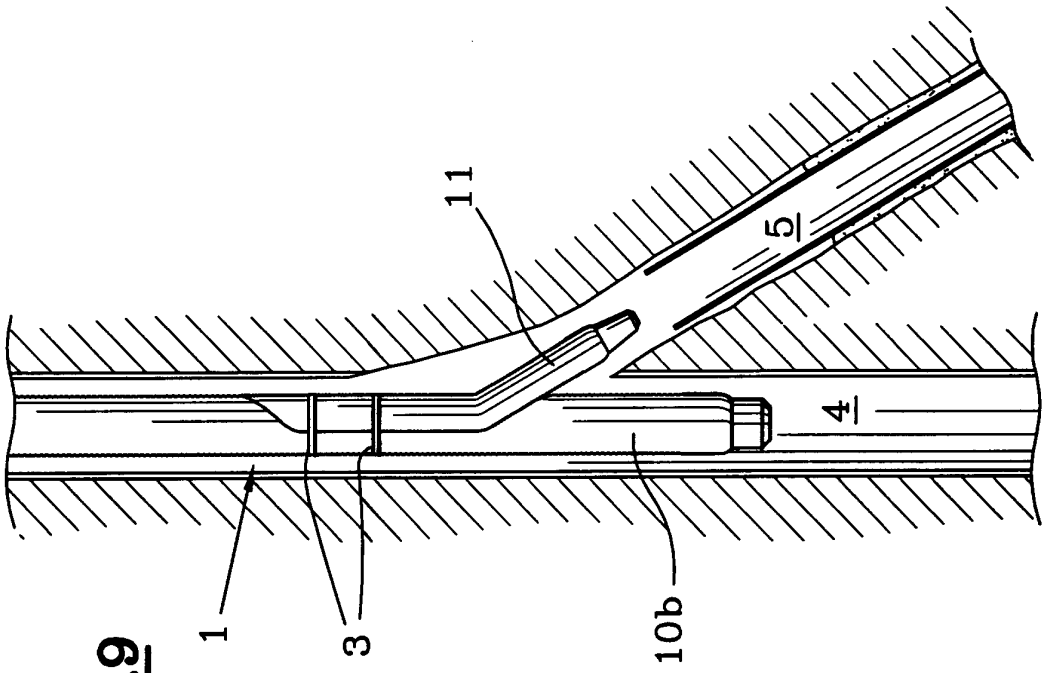


FIG.9

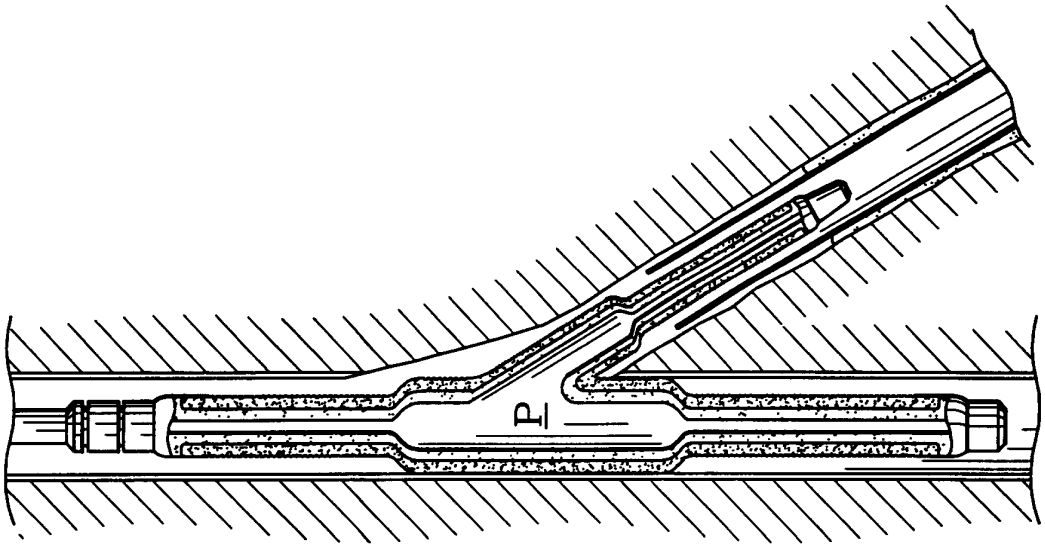


FIG.12

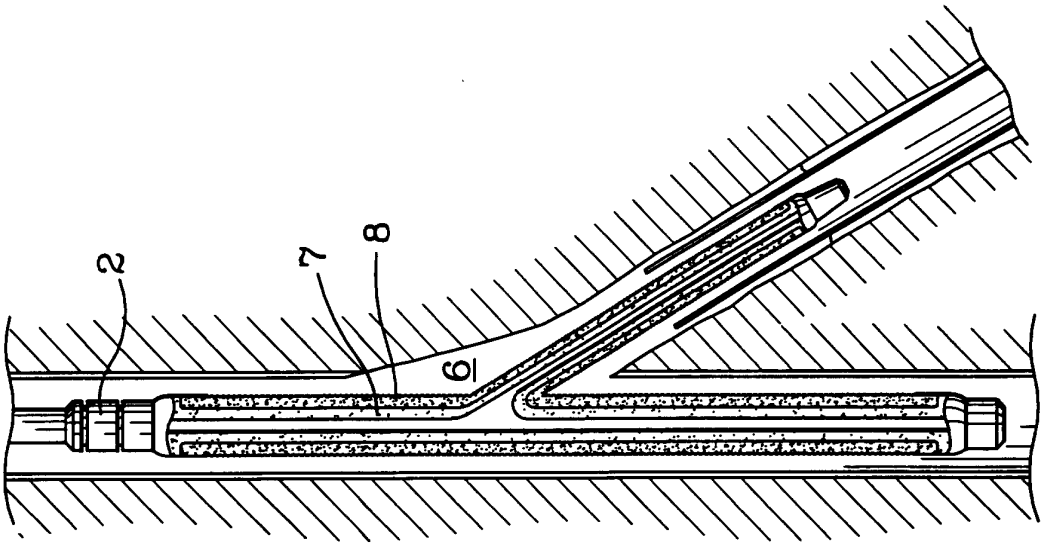


FIG.11

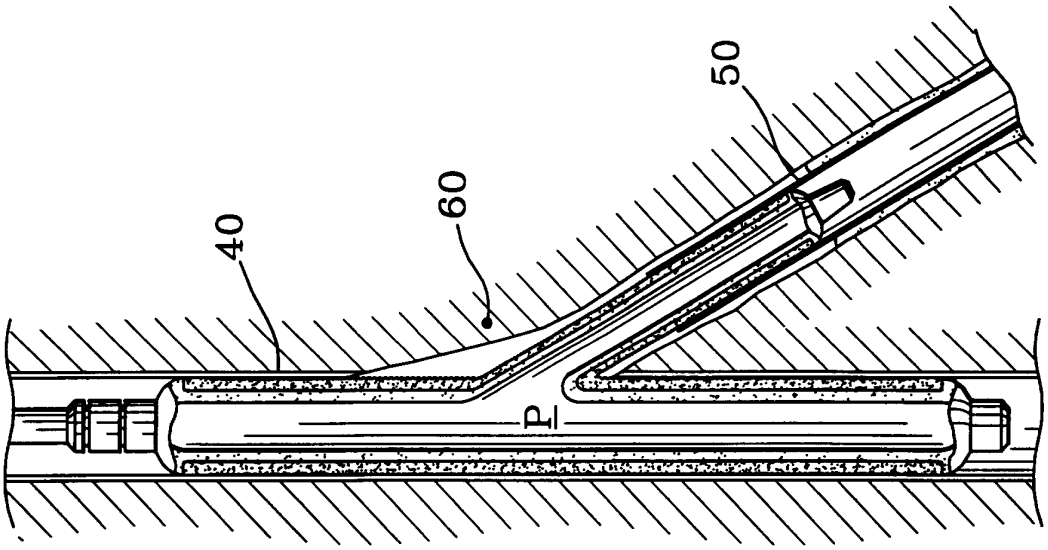


FIG.14

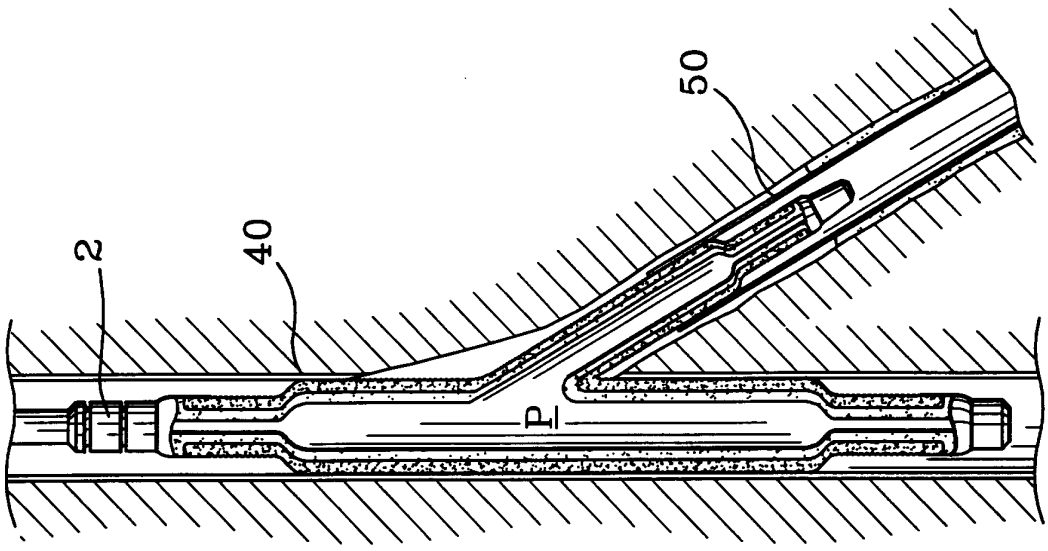


FIG.13

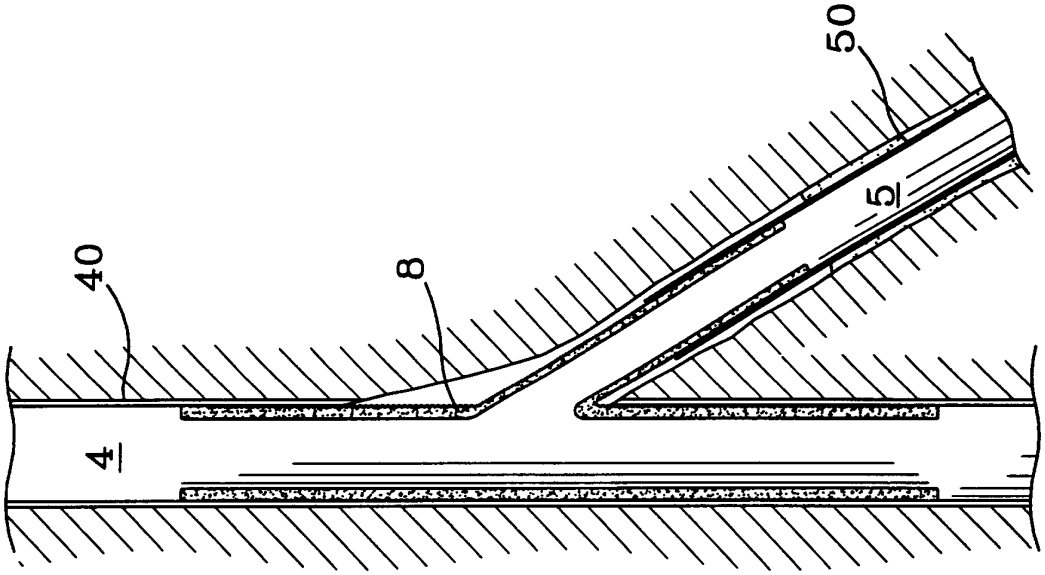


FIG.16

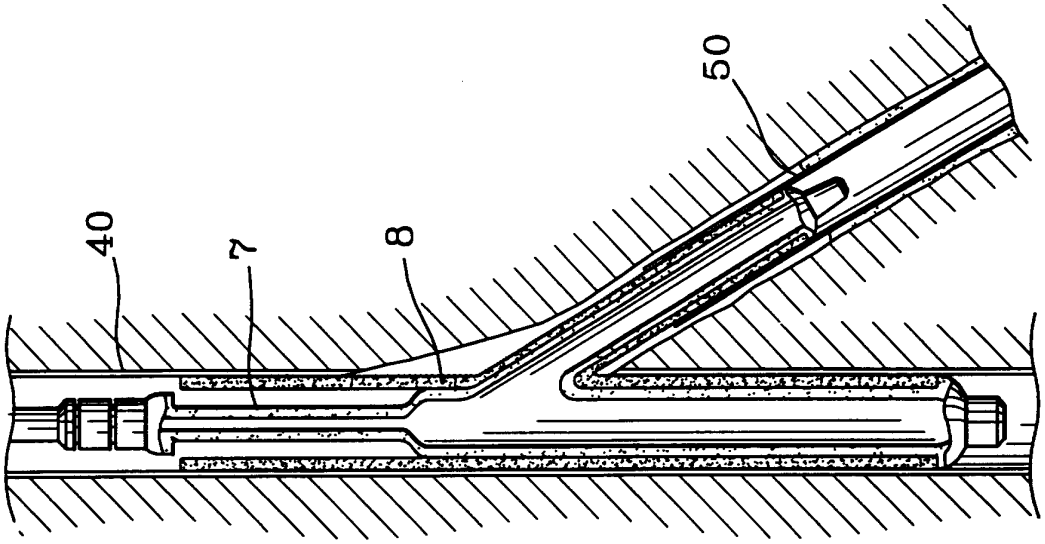


FIG.15

REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

2737534

N° d'enregistrement national

FA 517130
FR 9509695

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	US-A-5 388 648 (JORDAN) * colonne 6, ligne 35 - colonne 7, ligne 2; figure 1B * ---	1,5
A	WO-A-94 03698 (BAKER HUGHES INCORPORATED) * page 12, ligne 14 - page 13, ligne 34; figure 1B * ---	1,5
A,D	WO-A-94 21887 (DRILLFLEX) ---	
A,D	WO-A-94 25655 (DRILLFLEX) ---	
A	US-A-2 804 926 (ZUBLIN) ---	
A	US-A-4 444 276 (PETERSON) -----	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)

E21B

1

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
29 Avril 1996	Sogno, M

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)