

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: **89403564.1**

51 Int. Cl.⁵: **E21B 7/06**

22 Date de dépôt: **19.12.89**

30 Priorité: **30.12.88 FR 8817597**

43 Date de publication de la demande:
04.07.90 Bulletin 90/27

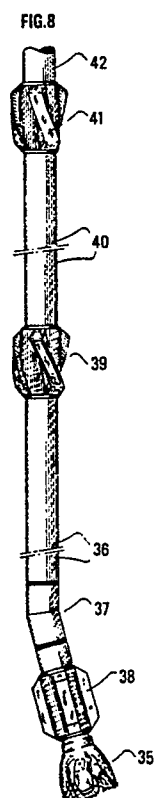
64 Etats contractants désignés:
GB IT NL

71 Demandeur: **INSTITUT FRANCAIS DU
PETROLE**
4, Avenue de Bois-Préau
F-92502 Rueil-Malmaison(FR)

72 Inventeur: **Morin, Pierre**
113, rue Danton
F-92300 Levallois Perret(FR)
Inventeur: **Bardin, Christian**
67, avenue de la République
F-92500 Rueil Malmaison(FR)
Inventeur: **Boulet, Jean**
3, rue Alexis Karrel
F-75015 Paris(FR)

54 **Garniture de forage à trajectoire contrôlée comportant un stabilisateur à géométrie variable et utilisation de cette garniture.**

57 La présente invention concerne une garniture (24) pour forage à trajectoire contrôlée. Cette garniture comporte un outil de forage (7,19,35,47,116) entraîné par un moteur de fond (8,21,33,36,55,117), au moins un stabilisateur (9,12,25,39,92,93,94,95,113) à géométrie variable, un autre stabilisateur (22,28,38,41,114,115) et un élément coudé (37,64,121).



GARNITURE DE FORAGE A TRAJECTOIRE CONTROLEE COMPORTANT UN STABILISATEUR A GEOMETRIE VARIABLE ET UTILISATION DE CETTE GARNITURE

La présente invention concerne une garniture de forage à trajectoire contrôlée. La garniture selon la présente invention est destinée à être placée à l'extrémité d'un train de tiges de forage. Cette garniture permet de maîtriser en temps réel les variations de direction et d'inclinaison du forage. En outre, elle permet de maîtriser l'azimut, le rayon de courbure de façon précise et de réduire les phénomènes de frottement et de limiter les risques de coincement et ceci sans nécessiter de remonter ladite garniture en surface.

La garniture selon la présente invention comprend un outil de forage placé à l'extrémité inférieure de ladite garniture, un moteur d'entraînement en rotation dudit outil ainsi qu'au moins un stabilisateur à géométrie variable.

La garniture selon l'invention pourra comporter un autre stabilisateur et/ou un élément coudé.

L'élément coudé pourra être à angle fixe ou à angle variable. L'élément coudé pourra être intégré audit moteur.

Par élément coudé, on entend un organe introduisant ou pouvant introduire localement, si ce n'est ponctuellement, une discontinuité de la direction de l'axe du train de tiges. C'est-à-dire que l'axe de la garniture de forage est une ligne brisée au niveau de l'élément coudé.

Le stabilisateur à géométrie variable pourra comporter des moyens adaptés à faire varier la distance entre l'axe de ladite garniture et la surface d'appui d'au moins une lame du stabilisateur et/ou des moyens adaptés à faire varier au moins axialement la position de la surface d'appui d'au moins une lame dudit stabilisateur.

La garniture selon la présente invention pourra comporter au moins un

La garniture selon la présente invention pourra comporter au moins un stabilisateur solidaire en rotation du corps du moteur.

Le ou les stabilisateur(s) à géométrie variable pourront être télécommandés éventuellement depuis la surface.

La garniture selon la présente invention pourra comporter un stabilisateur à géométrie variable ainsi que deux autres stabilisateurs placés de part et d'autre dudit stabilisateur à géométrie variable. L'élément coudé pourra être intégré audit moteur

La présente invention concerne l'utilisation de l'une des garnitures décrites précédemment à l'extrémité d'un train de tiges pouvant être entraîné en rotation par des moyens d'entraînement situés en surface.

Bien entendu la garniture selon l'invention pourra assurer le contrôle de l'azimut (de la direc-

tion du forage), ce qui pourra être facilité grâce à un élément coudé intégré dans le moteur de fond aucune rotation n'étant appliquée au train de tiges depuis la surface.

5 La maîtrise du rayon de courbure est facilitée par l'association d'un coude et d'un stabilisateur.

La présente invention sera mieux comprise et ses avantages apparaîtront plus clairement à la description qui suit d'exemples particuliers nullement limitatifs illustrés par les figures ci-annexées, parmi lesquelles

- la figure 1 représente un mode de réalisation d'une garniture selon la présente invention,

- les figures 2 à 4 montrent différents types de stabilisateurs à géométrie variable,

15 - la figure 5 illustre une garniture comportant trois stabilisateurs dont l'un au moins est à géométrie variable,

- les figures 6 et 7 montrent deux variantes de disposition d'un stabilisateur,

20 - la figure 8 illustre un mode de réalisation particulier à trois stabilisateurs et à un élément coudé,

- les figures 9A et 9B représentent un mode de réalisation de la présente invention dans lequel on peut faire varier l'angle d'un coude se situant au niveau du joint universel d'un moteur de fond,

25 - la figure 10 représente le dispositif de la figure 9B dans une configuration différente,

30 - la figure 11 représente la partie inférieure d'un deuxième mode de réalisation de la présente invention venant en lieu et place de la figure 9B, dans lequel on peut faire varier la position d'une ou plusieurs lames d'un stabilisateur par rapport à l'axe principal du corps tubulaire extérieur. Cette figure comporte deux demi-coups représentant deux positions différentes des lames du stabilisateur,

35 - la figure 12 montre une vue développée d'un profil de fond de gorge utilisé dans le dispositif représenté à la figure 11,

40 - la figure 13 illustre un détail d'organe de transmission de couple entre deux éléments tubulaire tout en permettant une flexion entre ces deux éléments, cette figure représente ce détail sous la forme développée,

45 - les figures 14 et 15 représentent la trajectoire d'un forage,

- les figures 16 à 18 montrent la manière de contrôler la trajectoire d'un forage dans le cas d'utilisation d'une garniture comportant trois stabilisateurs dont l'un est à géométrie variable, et

50 - les figures 19 à 21 illustrent la même chose dans le cas où la garniture comporte en plus

un élément coudé.

Dans le mode de réalisation de la figure 1, la référence 1 désigne la surface du sol à partir de laquelle on réalise le forage d'un puits 2. La référence 3 désigne l'installation de surface dans son ensemble.

L'équipement de forage 4 comporte un train de tiges de forage 5 à l'extrémité duquel est fixée une garniture de forage 6.

La garniture de forage 6 correspond à l'extrémité inférieure de l'équipement de forage et peut être considérée comme faisant partie du train de tiges de forage.

Une garniture de forage présente généralement une longueur de quelques dizaines de mètres, dont la trentaine de mètres la plus proche de l'outil de forage est généralement considérée comme active en ce qui concerne le contrôle de la trajectoire.

Dans le mode de réalisation de la figure 1, la garniture de forage comporte un outil de forage 7, un moteur de fond 8 et un stabilisateur à géométrie variable 9.

Dans ce mode de réalisation l'outil de forage 7 peut être entraîné en rotation par le moteur de fond 8, ou par le train de tiges 5 qui peut être entraîné en surface par des moyens moteurs 10, tels qu'une table tournante.

Par stabilisateur à géométrie variable, on entend, selon la présente invention, que l'on peut agir sur celui-ci pour faire varier la configuration géométrique des points d'appuis des lames sur les parois du puits foré, cette variation devant être considérée pour une même position de la garniture dans le puits foré.

Sur les figures 2 à 4 on a représenté différents types de stabilisateurs à géométrie variable.

La référence 11 désigne la portion de tige qui porte le stabilisateur 12.

Sur la figure 2 le stabilisateur comporte plusieurs lames dont deux sont représentées : les lames 13 et 14.

Dans ce mode de réalisation les lames peuvent se déplacer de manière à faire varier la distance d qui sépare l'axe 15 de la portion de tige 11, de la surface de frottement 16 de la lame 14 ou 13.

Sur la figure 2 les flèches représentent le mouvement des lames. Des positions possibles des lames ont été représentées en pointillés.

La figure 3 représente un stabilisateur à géométrie variable dans lequel les lames 18 se déplacent axialement, comme représenté par les flèches. Les pointillés représentent des positions possibles des lames 18.

La figure 4 représente le cas où il y a une seule lame 17 qui se déplace. Ce type de stabilisateur est souvent qualifié de "off-set". Bien entendu on obtient le même effet de décentrement de l'axe 15 en ayant plusieurs lames mobiles placées d'un

même côté d'un plan axial contenant l'axe 15, ou bien en faisant se mouvoir plus amplement les lames se trouvant d'un même côté d'un plan axial contenant l'axe 15 que les lames se trouvant de l'autre côté de ce même plan.

On ne sortira pas du cadre de la présente invention en utilisant des stabilisateurs à géométrie variable d'autres types que ceux décrits précédemment, notamment en utilisant des lames qui combinent les différents mouvements mentionnés précédemment.

Bien entendu, les lames pourront avoir une forme hélicoïdale, comme représenté à la figure 5, notamment pour le stabilisateur central.

La figure 5 représente un mode de réalisation différent de celui de la figure 1.

Dans ce nouveau mode de réalisation la référence 19 désigne l'outil de forage qui est fixé à un arbre 20 entraîné par le moteur 21.

La référence 22 désigne un stabilisateur à géométrie fixe comportant des lames 23 rectilignes et parallèles à l'axe de la garniture 24.

La référence 25 désigne un stabilisateur à géométrie variable comportant des lames 26 dont les surfaces de frottement ou de coupe 27 sont mobiles.

Dans ce mode de réalisation les lames ont une forme hélicoïdale.

La référence 28 désigne un stabilisateur à géométrie fixe à lame hélicoïdale 29.

Le moteur 21 peut être un moteur à lobes du type "Moineau", ou une turbine alimentée en fluide de forage à partir d'un passage 30 aménagé dans la garniture, ce passage étant lui-même alimenté en fluide de forage à partir du train de tiges qui est creux. Après avoir traversé le moteur 21 le fluide de forage est dirigé vers l'outil 19 pour évacuer les débris.

Le moteur 21 pourra également être un moteur électrique alimenté par exemple depuis la surface par l'intermédiaire d'un câble.

Sur la figure 5 le stabilisateur 25 à géométrie variable est entouré de part et d'autre par des stabilisateurs à géométrie fixe 22 et 28. Cette disposition est avantageuse, mais nullement limitative. De même, la garniture pourra comporter plusieurs stabilisateurs à géométrie variable.

Concernant le stabilisateur inférieur, c'est-à-dire celui qui est le plus près de l'outil 19, celui-là pourra être placé soit sur le corps 32 extérieur du moteur 33, comme c'est le cas de la figure 6, soit sur l'arbre 34 d'entraînement en rotation de l'outil 19. C'est le cas de la figure 7. Sur ces deux figures le stabilisateur porte la référence 31.

La garniture selon l'invention pourra comporter un élément coudé à angle variable ou fixe.

La figure 8 représente une telle garniture. Cette garniture qui est particulièrement performante com-

porte, en ce qui concerne sa partie inférieure (environ 30 premiers mètres) :

- un outil de forage 35 adapté aux terrains à forer, tel un outil à molettes, à élément de coupe en diamant polycristallin ou tout autre matériau synthétique et pouvant supporter une vitesse de rotation cohérente avec l'utilisation d'un moteur de fond. Il est nécessaire de choisir un outil de forage dont la durée de vie sera importante.

- un moteur de fond (ici volumétrique) 36 dont le corps forme un élément coudé ou coude 37 dans sa moitié inférieure et équipé d'un stabilisateur 38 positionné sur la partie coudée du moteur 36, le coude 37 aura un angle de préférence inférieur à 3 degrés.

- un stabilisateur à diamètre variable 39 qui pourra être télécommandé depuis la surface.

- une masse tige 40 comportant des moyens de mesure en cours de forage (MwD) mesurant les principaux paramètres directionnels (Inclinaison, Azimut, Face outil) et les transmettant vers la surface.

- un stabilisateur 41 à diamètre constant

- la garniture comprendra ensuite des masses-tiges 42, éventuellement un ou plusieurs autres stabilisateurs, des tiges lourdes, une coulisse de battage, l'ensemble étant relié à la surface par des tiges de forage.

Les figures suivantes montrent des exemples de réalisation d'un stabilisateur à géométrie variable, ou d'un élément coudé à angle variable.

Les figures 9A, 9B et 10 montrent un mode de réalisation particulièrement avantageux d'un élément coudé à angle variable. Selon ce mode de réalisation un élément de forme tubulaire comporte dans sa partie supérieure un filetage 59 permettant la liaison mécanique à la garniture de forage et dans sa partie inférieure un filetage 60 sur l'arbre de sortie 46, afin de visser l'outil de forage 47.

Les principales fonctions sont assurées :

A. par le moteur de fond 55 représenté sur la figure 9A sous forme d'un moteur volumétrique multilobes de type Moineau, mais pouvant être tout type de moteur de fond (volumétrique ou turbine) couramment utilisé pour la foration terrestre et qui ne feront donc pas l'objet d'une description détaillée.

B. par un mécanisme de télécommande 62 ayant pour fonction de capter l'information de changement de position et de provoquer la rotation différentielle du corps tubulaire 44 relativement au corps tubulaire 43.

C. par un mécanisme 64 d'entraînement et d'encaissement des efforts axiaux et latéraux reliant le moteur de fond 55 à l'arbre de sortie 46 qui ne sera pas décrit ici car connu de l'homme de métier.

D. par un mécanisme de variation de la

géométrie 63 basé sur la rotation du corps tubulaire 44. La référence 57 désigne un joint universel. Celui-ci est utile lorsque le moteur est de type Moineau ou/et lorsqu'il est utilisé un élément coudé 63.

Le mécanisme de télécommande se compose d'un arbre 48 pouvant coulisser dans sa partie supérieure dans l'alésage 65 du corps 43 et pouvant coulisser dans sa partie inférieure dans l'alésage 66 du corps 44. Cet arbre comporte des cannelures mâles 49 engrenant dans des cannelures femelles du corps 43, des rainures 50 alternativement droites (parallèles à l'axe du corps tubulaire 43) et obliques (inclinaison par rapport à l'axe du corps tubulaire 43) dans lesquelles viennent s'engager des doigts 67 couissant suivant un axe perpendiculaire à celui du déplacement de l'arbre 48 et maintenu en contact avec l'arbre par des ressorts 68, des cannelures mâles 51 engrenant avec des cannelures femelles du corps 44 uniquement lorsque l'arbre 48 est en position haute.

L'arbre 48 est équipé dans sa partie basse d'un usage 52 en face duquel se trouve une aiguille 53 coaxiale au déplacement de l'arbre 48. Un ressort de rappel 54 maintient l'arbre en position haute, les cannelures 51 engrenant dans les cannelures femelles équivalentes du corps 44. Les corps 43 et 44 sont libres en rotation au niveau de la portée tournante 69 coaxiale aux axes des corps 43 et 44 et composée de rangées de galets cylindriques 70 insérés dans leurs chemins de roulement 72 et extractibles à travers les orifices 74 par démontage de la porte 71.

Une réserve d'huile 76 est maintenue à la pression du fluide de forage par l'intermédiaire d'un piston libre annulaire 77. L'huile vient lubrifier les surfaces coulissantes de l'arbre 48 par l'intermédiaire du passage 78.

L'arbre 48 est usiné de telle sorte qu'un alésage 79 axial autorise le passage du fluide de forage selon la flèche f.

Le mécanisme de variation d'angle à proprement parler comporte un corps tubulaire 45 qui est solidaire en rotation du corps tubulaire 44 par l'intermédiaire d'un accouplement 56. Le corps tubulaire 45 peut tourner par rapport au corps tubulaire 43 au niveau de la portée tournante 63 comprenant des galets 75 et ayant un axe oblique par rapport aux axes des corps tubulaires 43 et 45.

Un mode de réalisation envisageable pour l'accouplement 56 est représenté sur la figure 13.

Le fonctionnement du mécanisme de télécommande est décrit ci-après. Ce type de télécommande se fonde sur une valeur-seuil du débit traversant le mécanisme suivant la flèche f.

Quand un débit Q traverse l'arbre 48 il se produit une différence de pression ΔP entre la partie amont 82 et la partie aval 83 de l'arbre 6.

Cette différence de pression augmente quand le débit Q augmente en suivant une loi de variation du type $\Delta P = kQ^n$, k étant une constante et n compris entre 1,5 et 2,0 en fonction des caractéristiques du fluide de forage. Cette différence de pression ΔP s'applique sur la section S de l'arbre 48 et crée une force F tendant à déplacer par translation l'arbre 48 vers le bas en comprimant le ressort de rappel 54. Pour une valeur-seuil du débit cette force F deviendra suffisamment importante pour vaincre la force de rappel du ressort et provoquera une légère translation de l'arbre. Du fait de cette translation la duse 52 viendra entourer l'aiguille 53 qui provoquera une forte diminution de la section de passage du fluide de forage et donc une forte augmentation de la différence de pression ΔP et donc une augmentation importante de la force F assurant la descente complète de l'arbre 48, malgré l'augmentation de la force de rappel du ressort 54 due à sa compression.

De par la forme de l'usinage des gorges 50 décrite dans le brevet FR-2.432.079, les doigts 67 vont suivre la partie oblique des gorges 50 lors de la course descendante de l'arbre 48 et vont donc provoquer la rotation du corps tubulaire 44 par rapport au corps tubulaire 43, ce qui est rendu possible par le fait que les cannelures mâles 51 vont se désengager des cannelures femelles correspondantes du corps 44 au début de la course descendante de l'arbre 48.

L'arbre étant arrivé en butée basse, le fait de couper le débit va permettre au ressort de rappel 54 de pousser l'arbre 48 vers le haut. Les doigts 67 suivront pendant cette course ascendante les parties rectilignes des gorges 50. En fin de course les cannelures 51 vont s'enclencher de nouveau afin de solidariser en rotation les corps tubulaires 43 et 44.

La figure 13 représente de manière développée des pièces 97 et 98 qui permettent de transmettre la rotation du corps tubulaire 44 au corps tubulaire 45 tout en permettant un mouvement angulaire relatif de ces deux corps tubulaires.

La pièce 97 comporte des logements 99 dans lesquels viennent coopérer des tiges 100 comportant des sphères 101. Ainsi bien que corps tubulaire solidaire de la pièce 97 fléchisse relativement au corps tubulaire solidaire de la pièce 98. Il y a entraînement en rotation d'un corps tubulaire par l'autre. Ainsi ces deux pièces ont le même rôle qu'un joint de cardan creux.

La variation de l'angle est obtenue par la rotation du corps tubulaire 44 relativement au corps tubulaire 43 qui provoque par l'intermédiaire du mécanisme d'entraînement 56 la rotation du corps tubulaire 45 par rapport à ce même corps tubulaire 43. Cette rotation se faisant autour d'un axe oblique par rapport aux deux axes des corps 43 et 45 va

provoquer une modification de l'angle que forment les axes des corps 43 et 45. Cette variation d'angle est détaillée dans le brevet FR-2.432.079. La figure 10 montre la même partie du dispositif que celle représentée à la figure 9B, mais dans une position géométriquement différente.

Il est décrit maintenant un mode de réalisation d'un stabilisateur à géométrie variable. Le mécanisme de télécommande de ce stabilisateur est le même que celui décrit précédemment.

La figure 11 décrit le mécanisme de variation de position d'une ou plusieurs lames d'un stabilisateur intégré. La figure 11 peut être considérée comme étant la partie inférieure de la figure 9A.

A l'extrémité inférieure du corps 44 sont usinées des gorges 92 dont la profondeur diffère en fonction du secteur angulaire concerné. Viennent s'appliquer au fond de ces gorges des poussoirs 93 sur lesquels s'appuient des lames 94 droites ou de forme hélicoïdale sous l'effet de ressorts de rappel à lames 95 positionnés sous des capots de protection 96.

Le fonctionnement du mécanisme de variation de position d'une ou de plusieurs lames est indiqué ci-dessous.

Lors de la rotation du corps tubulaire 44 par rapport au corps tubulaire 43 provoquée par le déplacement de l'arbre 48, les poussoirs 93 vont se trouver sur un secteur de la gorge 92 dont la profondeur sera différente. Cela provoquera une translation des lames, soit en s'éloignant, soit en se rapprochant de l'axe du corps.

La figure 11 montre du côté droit une lame en position "rentrée" et du côté gauche une lame en position "sortie". Plusieurs positions intermédiaires sont envisageables, selon le pas de rotation angulaire du mécanisme télécommandé de rotation.

La figure 12 montre la courbe développée du profil du fond de la gorge 92. Ce profil peut correspondre, par exemple, au cas de trois lames commandées à partir d'une même gorge.

L'abscisse représente le rayon du fond de gorge en fonction de l'angle au centre à partir d'une position angulaire de référence. Etant donné que l'on commande les trois lames à partir d'une même gorge et sur un tour, le profil se reproduit à l'identique tous les 120 degrés. C'est pour cela qu'il n'a été représenté que sur 120 degrés. Lorsque le doigt 93 d'une lame du stabilisateur coopère avec la portion du profil de fond de gorge correspondant au palier 1A, cette lame est en position entrée. Une rotation de 40 degrés de la gorge entraîne une modification du rayon de fond de gorge de la position correspondant au palier 1A à celle correspondant au palier 2A et donc à une position intermédiaire de sortie dans la lame. Une autre rotation de 40 degrés entraîne une augmentation du rayon de fond de gorge correspondant au

palier 3A et à une sortie maximum de la lame. Entre chaque palier une rampe X permet une sortie progressive de la lame.

La rampe Y est une rampe descendante qui ramène le dispositif à la position rentrée correspondant au palier 4A de même valeur que le palier 1A.

La présente invention concerne également une méthode de mise en oeuvre d'une telle garniture notamment en utilisant les moyens d'entraînement en rotation de l'ensemble du train de tiges.

Une application de cette méthode est décrite ci-après, elle fait référence à la garniture de la figure 8.

Cette garniture est particulièrement bien adaptée pour forer une section d'un puits, cette section forée comprenant :

1. une phase verticale ;
2. une amorce de déviation dans un azimut donné de 0 degré à 10 degrés, par exemple, en suivant une trajectoire précise ;
3. une phase de montée en angle en suivant une trajectoire (rayon de courbure) donnée, par exemple 10 à 30 degrés, 40 degrés, voire 50 degrés etc..
4. une correction éventuelle d'azimut, pendant ou après la troisième phase.
5. forage d'une partie à angle constant
6. correction d'angle et/ou azimut.

Cela est rendu possible par la combinaison du moteur de fond coudé et du stabilisateur à diamètre variable.

Cette combinaison est parfaitement exploitée en alternant les périodes de forage avec rotation de la garniture de forage depuis la surface avec les périodes de forage directionnel où la garniture est maintenue dans une position (tool face) donnée. Lors de ces deux types de période, le rayon de courbure de la trajectoire de l'outil de forage pourra être modifié par variation de la géométrie (par exemple le diamètre) du stabilisateur, en plus des méthodes actuellement disponibles (variation du poids à l'outil, variation de la vitesse de rotation etc....).

La figure 14 représente la projection de la trajectoire sur le plan vertical et la figure 15 représente la projection de la trajectoire sur le plan horizontal.

La référence 102 désigne la phase sensiblement verticale du forage. Cette phase est effectuée en tournant l'ensemble de la garniture à partir du train de tiges. Le diamètre du stabilisateur à géométrie variable 39 est de préférence égal au diamètre du stabilisateur à géométrie fixe supérieur 41.

La référence 103 désigne l'amorce de la déviation de 0 à 10 degrés environ qui s'obtient par une orientation du coude 37 dans l'azimut souhaité du forage suivie d'un entraînement en rotation de l'ou-

til 35 à partir du moteur de fond 36, sans qu'il y ait entraînement de l'ensemble de la garniture de forage à partir du train de tiges. Le rayon de courbure du puits peut être réglé par la variation du diamètre du stabilisateur à géométrie variable 39. Ainsi, par exemple, pour une inclinaison inférieure à 5 degrés, le rayon de courbure augmente lorsque le diamètre du stabilisateur augmente. Cette tendance s'inverse pour des inclinaisons plus importantes.

La référence 104 désigne la phase de montée en angle de 10 degrés environ jusqu'à l'inclinaison souhaitée, sans intervention sur la direction du puits. Cette phase s'obtient en faisant tourner la garniture dans son ensemble à partir du train de tiges. Le rayon de courbure est ajusté par le diamètre du stabilisateur à géométrie variable 39.

La référence 105 désigne une phase de correction de l'azimut qui peut s'effectuer avec ou sans correction d'angle. Dans le cas des figures 14 et 15, il n'y a pas de correction d'angle. Cette correction d'azimut s'effectue par l'orientation de l'élément coudé dans la direction appropriée pour aboutir à la correction d'orientation souhaitée et l'entraînement de l'outil par le moteur de fond, sans qu'il y ait un entraînement de l'ensemble de la garniture par le train de tiges.

Le choix du diamètre du stabilisateur à géométrie variable 39 permet de contrôler le rayon de courbure de la trajectoire.

la référence 106 désigne une phase de forage à inclinaison constante sans contrôle de l'azimut. Cette phase de forage peut être réalisée par un entraînement en rotation de l'ensemble de la garniture de forage à partir du train de tiges.

La phase référencée 107 est une phase de correction d'azimut du même type que celle décrite précédemment et qui porte la référence 105.

Les phases référencées 108 et 110 sont des phases de forage à inclinaison constante sans contrôle de l'azimut. Elles sont du même type que la phase qui porte la référence 106.

Les phases référencées 109 et 111 sont des phases de diminution de l'angle d'inclinaison.

Les phases décrites précédemment se suivent dans le temps dans l'ordre des numéros des références qui leur sont affectés, allant de 102 à 111.

La référence 112 désigne la cible à atteindre par le forage.

Bien entendu, pour d'autres applications la succession des différentes phases et leur type pourront varier en fonction de conditions rencontrées en cours de forage et des objectifs à atteindre.

Les figures 16 à 18 illustrent le contrôle de la direction du forage à l'aide d'une garniture comportant trois stabilisateurs, un stabilisateur à géométrie variable 113 et deux stabilisateurs à géométrie fixe situés de part et d'autre du stabilisateur à géomé-

trie variable.

L'inclinaison du forage est supposée être à 30 degrés par rapport à la verticale. La référence 114 désigne le stabilisateur à géométrie fixe supérieur et la référence 115 le stabilisateur à géométrie fixe inférieur situé près de l'outil de forage 116. Dans cet exemple le stabilisateur fixe 115 est solidaire du corps du moteur 117.

La position intermédiaire des lames du stabilisateur 113 représentée à la figure 16 correspond à un forage à angle d'inclinaison constant.

La position des lames 118 du stabilisateur 113 représentée à la figure 17 correspond à une sortie maximale de celles-ci : ceci entraîne une diminution de l'inclinaison. L'outil 116 a tendance à forer dans le sens de la flèche 119.

Sur la figure 18 les lames du stabilisateur variable 113 sont en position entrée maximale. Ceci correspond à une augmentation de l'angle d'inclinaison et l'outil 116 a tendance à partir dans le sens de la flèche 120.

Le contrôle de l'azimut par une garniture telle celle représentée aux figures 16 à 18 est possible lorsqu'elle comporte au moins un stabilisateur à décentrement (ou stabilisateur off-set, qu'il soit ou non à géométrie variable.

Les figures 19 à 21 correspondent à une garniture similaire à celle des figures 16 à 18, mais qui de plus comporte un élément coudé 121. Les éléments identiques aux figures 19 à 21 et 16 à 18 portent des références identiques.

Dans cet exemple le coude 121 est supposé être à géométrie fixe et possède un angle de déviation voisin de 1 degré.

Dans la position intermédiaire des lames du stabilisateur 113, l'entraînement de l'ensemble de la garniture par le train de tiges (non représenté) provoque un forage à inclinaison constante. Dans ce mode de fonctionnement l'élément coudé 121 n'a qu'une très faible influence sur le comportement de la garniture. Sur la figure 20 le coude 121 est positionné de manière à orienter le forage vers le bas de la figure dans le sens de la flèche 119. Cette position représentée en trait mixte 122 est qualifiée par les termes de "Low side" par le foreur.

La vérification de la position angulaire de l'élément coudé 121 se fait généralement à l'aide de moyens de mesure classiques positionnés dans la garniture de forage. Le réglage de cette position est obtenu par rotation du train de tiges d'un angle d'une valeur approprié depuis la surface.

Dans ce mode de fonctionnement l'entraînement en rotation de l'outil 116 se fait par le moteur 117.

Sur la figure 20 le centreur à géométrie variable 113 amplifie la diminution de l'angle d'inclinaison.

La figure 21 représente un coude orienté vers le haut position généralement qualifiée de "high side" par le foreur, comme représenté par le trait mixte 123.

Dans ce mode de réglage l'angle d'inclinaison du forage augmente.

Le contrôle et le maintien de la position du coude 121 se fait de la même manière qu'expliqué précédemment.

Dans la présente demande l'angle d'inclinaison est considéré par rapport à la direction verticale.

Revendications

1. Garniture pour forage à trajectoire contrôlée comprenant un outil de forage, placé à l'extrémité de ladite garniture, un moteur d'entraînement en rotation dudit outil, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins un stabilisateur (9 ; 12 ; 25 ; 39 ; 92 ; 93 ; 94 ; 95 ; 113) à géométrie variable solidaire de ladite garniture, un autre stabilisateur (22 ; 28 ; 38 ; 41 ; 114 ; 115), et un élément coudé (37 ; 64 ; 121).

2. Garniture selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit élément coudé est à angle fixe (37 ; 121).

3. Garniture selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit élément coudé est à angle variable (64).

4. Garniture selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que ledit élément coudé (64) est intégré audit moteur (55).

5. Garniture selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit stabilisateur à géométrie variable comporte des moyens adaptés à faire varier la distance entre l'axe de ladite garniture et la surface d'appui d'au moins une lame du stabilisateur (figs 2, 4 et 11).

6. Garniture selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit stabilisateur à géométrie variable comporte des moyens adaptés à faire varier, au moins axialement la position de la surface d'appui d'au moins une lame dudit stabilisateur (fig. 3).

7. Garniture selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'il comporte un stabilisateur qui est solidaire en rotation dudit outil (fig. 7).

8. Garniture selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins un stabilisateur solidaire en rotation du corps du moteur (fig. 6).

9. Garniture selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que ledit stabilisateur à géométrie variable est télécommandé éventuellement depuis la surface (figs 9A et 11).

10. Garniture selon l'une des revendications

précédentes, caractérisée en qu'elle comporte un stabilisateur à géométrie variable, ainsi que deux autres stabilisateurs placés de part et d'autre dudit stabilisateur à géométrie variable (figs 5, 8).

11. Garniture selon la revendications 10, caractérisée en ce qu'il comporte un élément coudé intégré audit moteur (figs 9A, 9B et 10). 5

12. Utilisation de la garniture selon l'une des revendications précédentes à l'extrémité d'un train de tiges pouvant être entraîné en rotation par des moyens d'entraînement de surface. 10

15

20

25

30

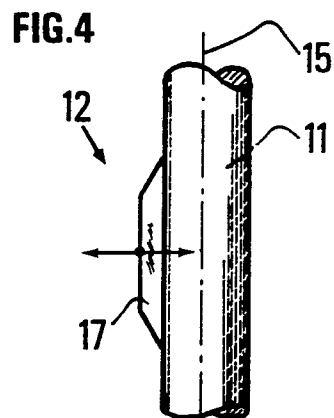
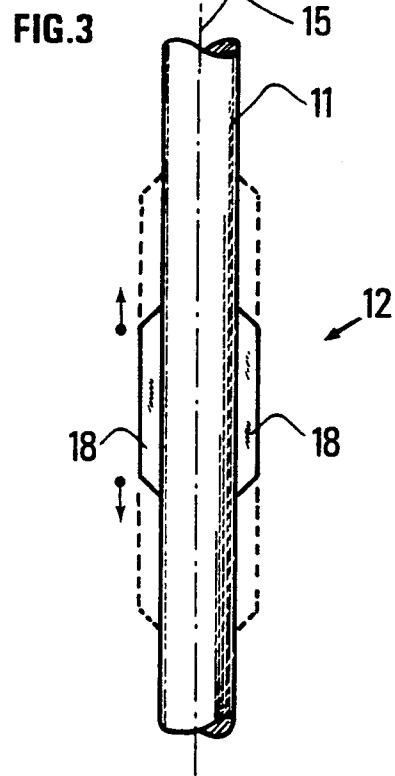
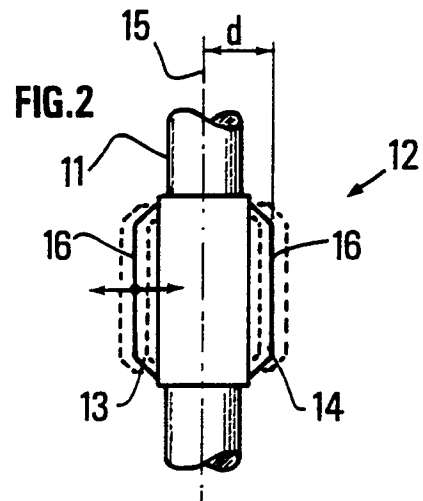
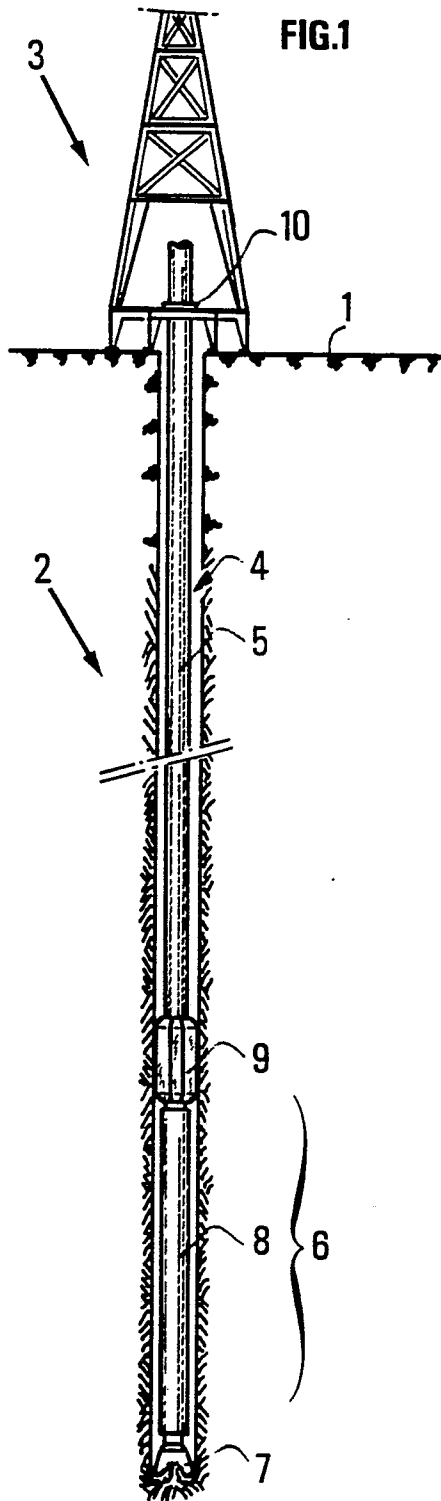
35

40

45

50

55



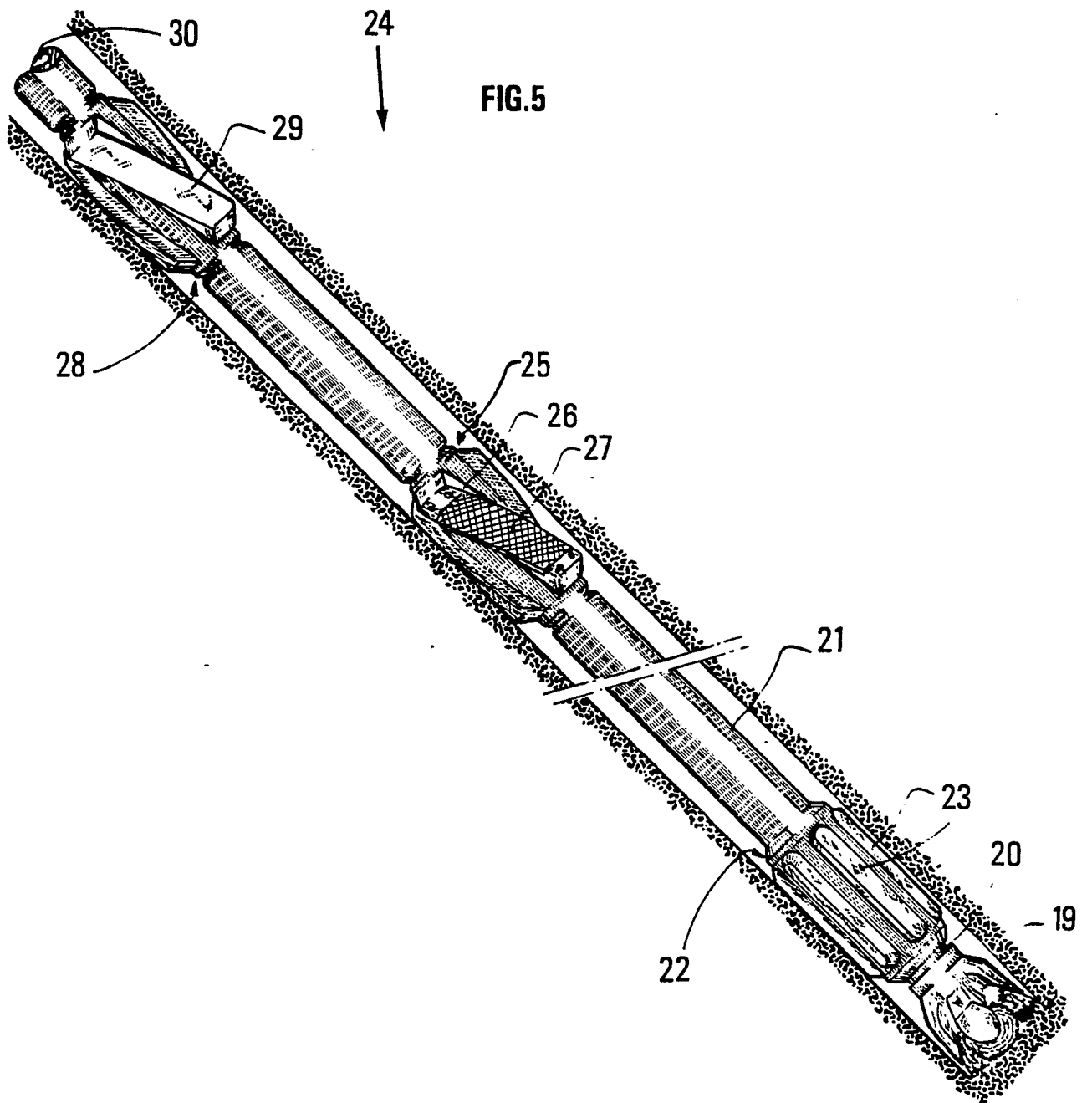


FIG.6

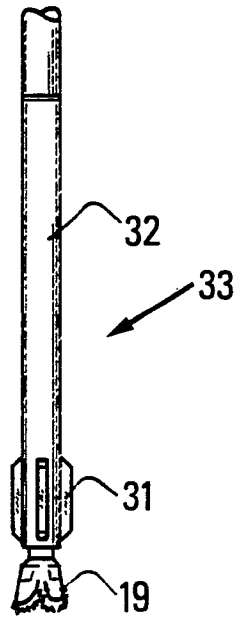


FIG.7

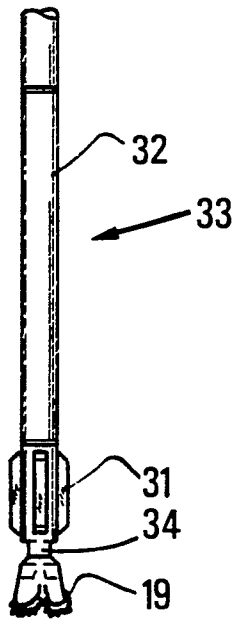


FIG.8

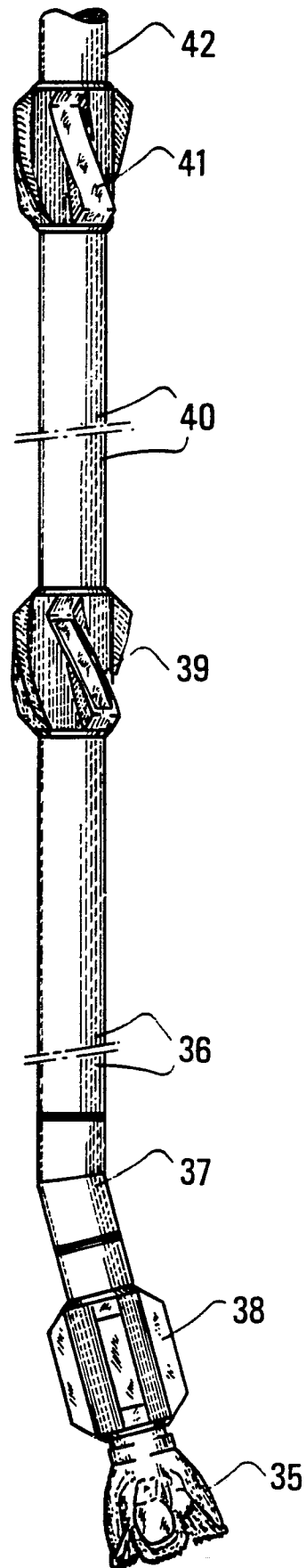


FIG.9A

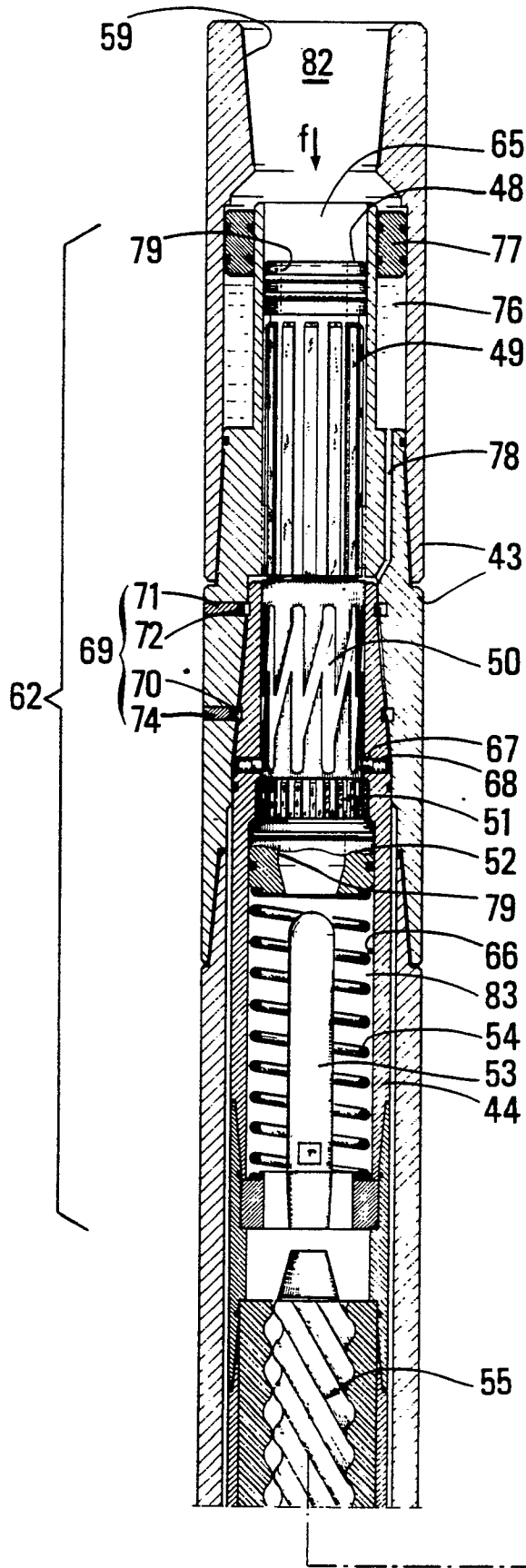


FIG.9B

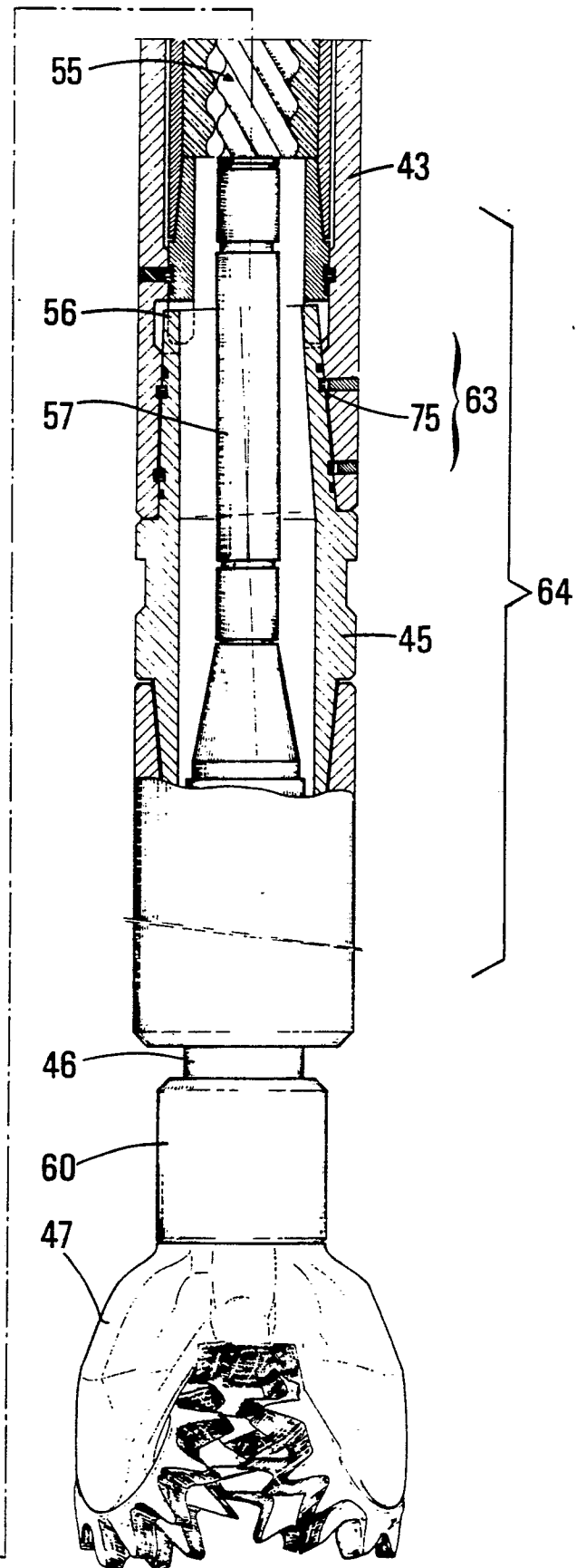


FIG.10

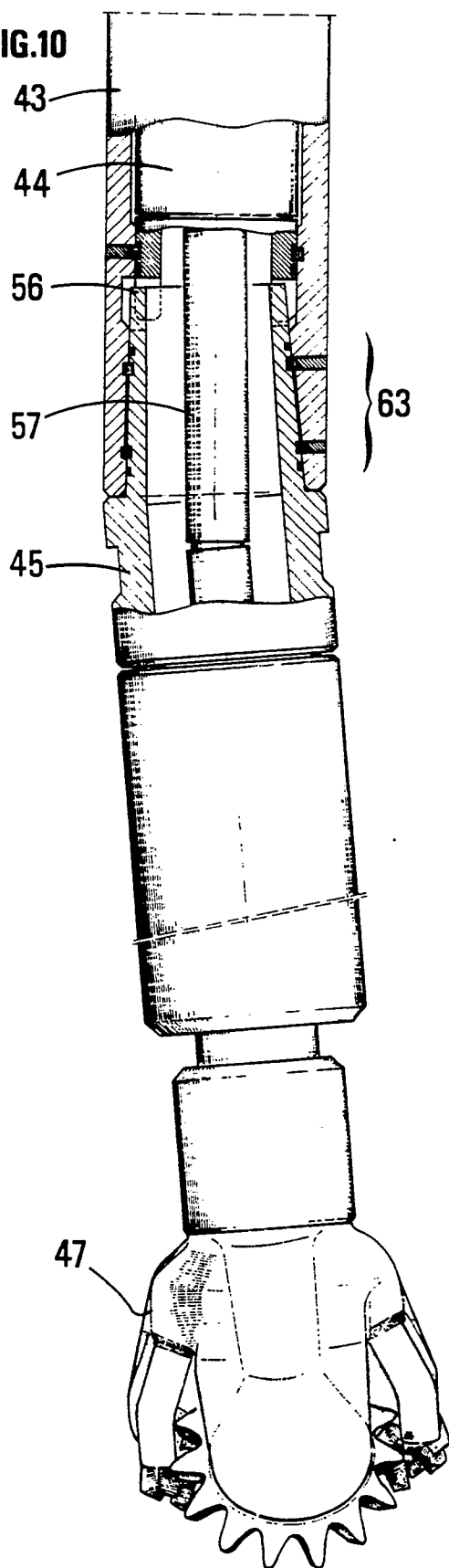


FIG.11

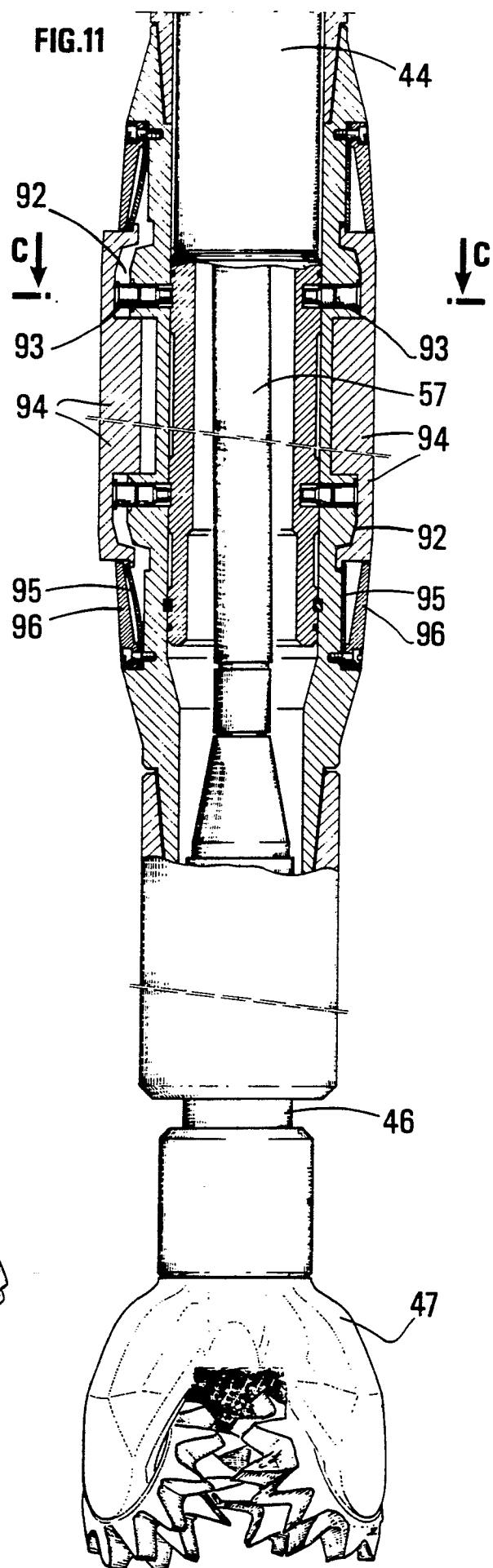


FIG.12

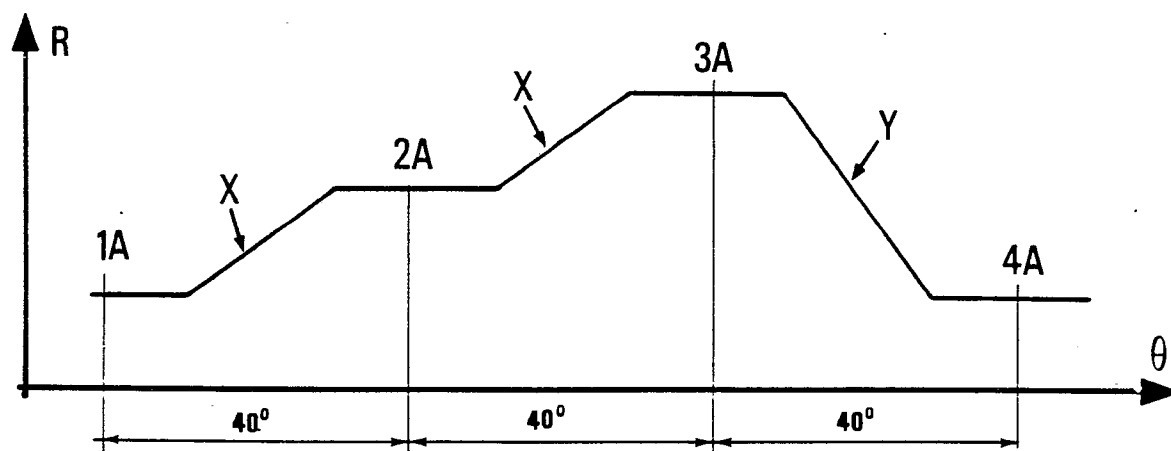


FIG.13

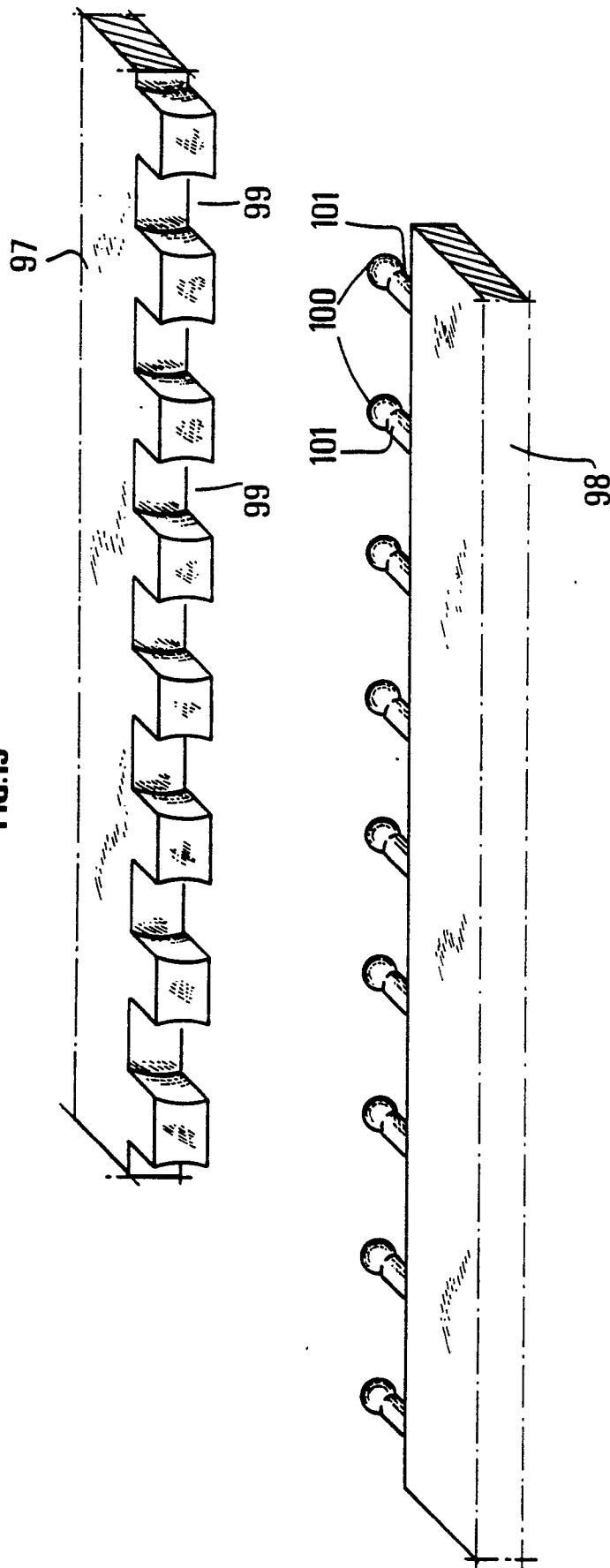


FIG.14

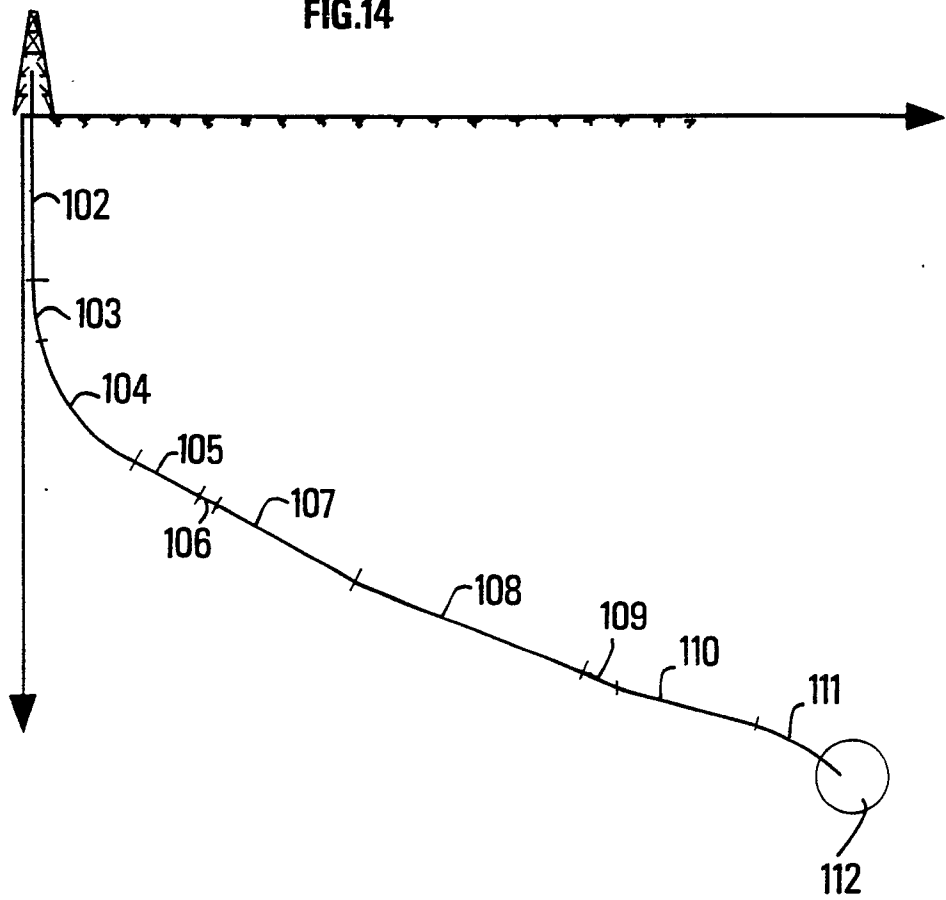
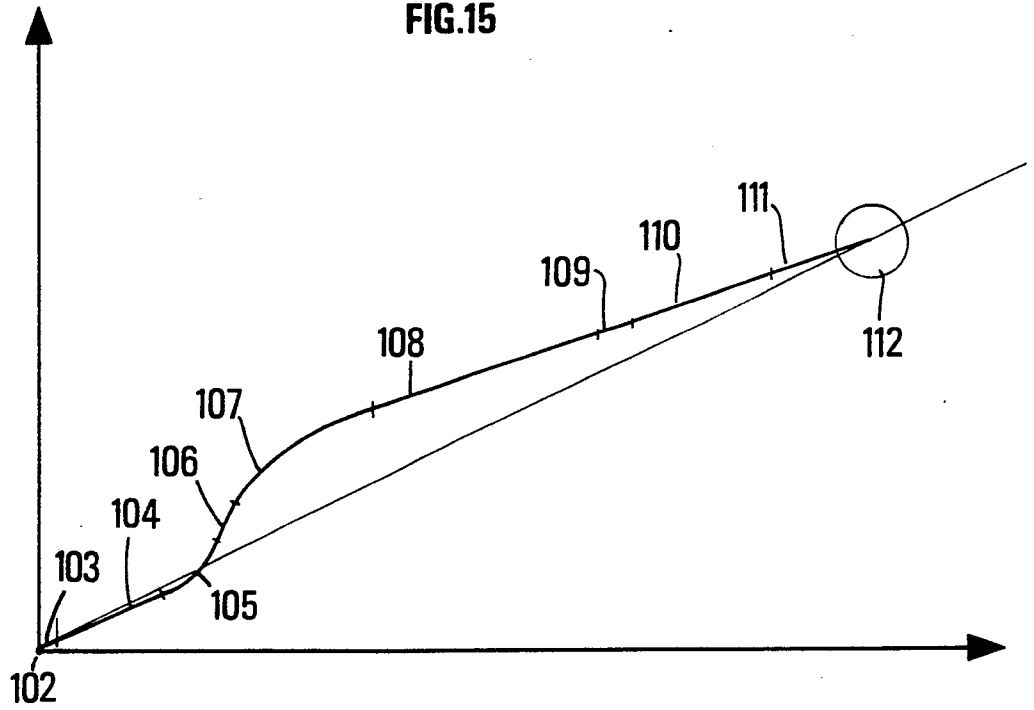


FIG.15



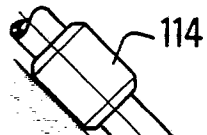


FIG. 16

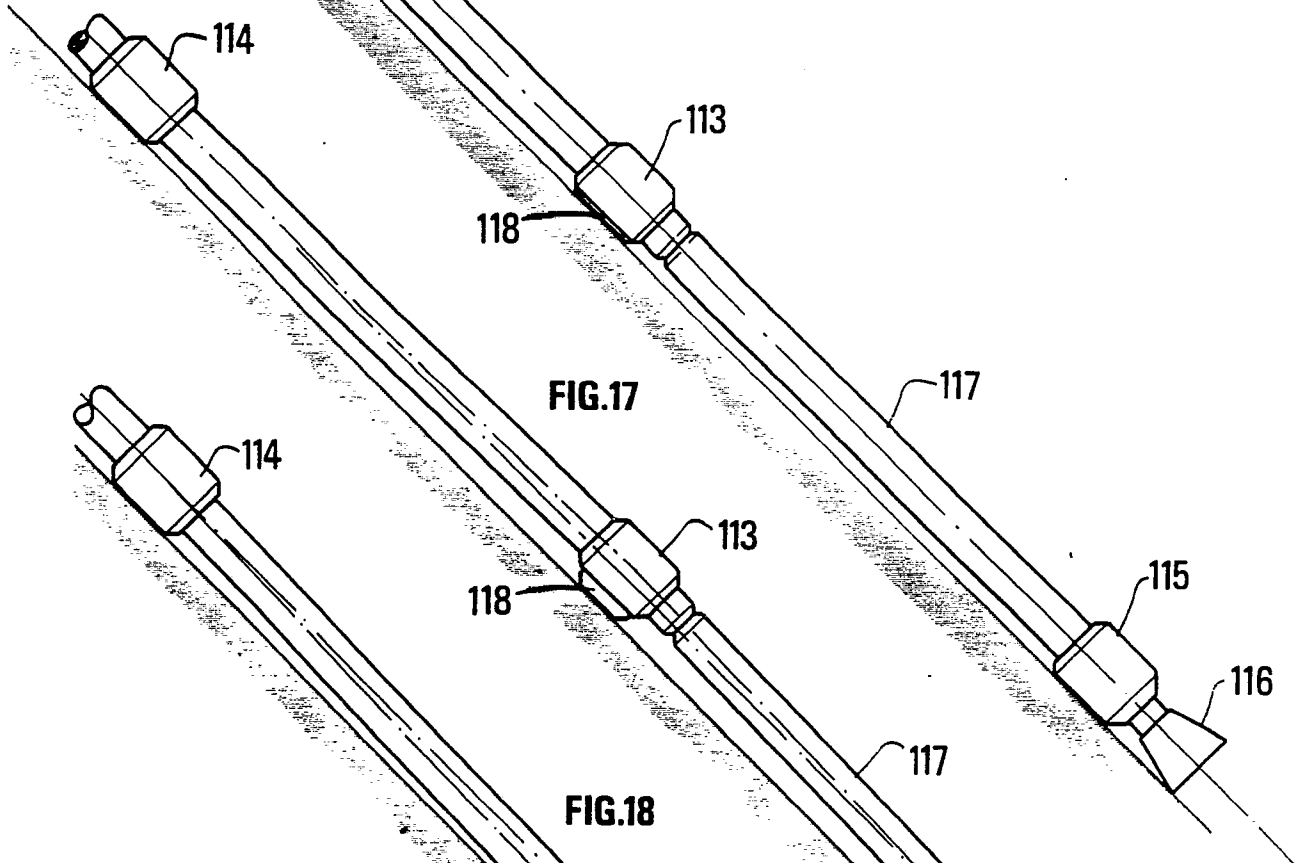


FIG. 17

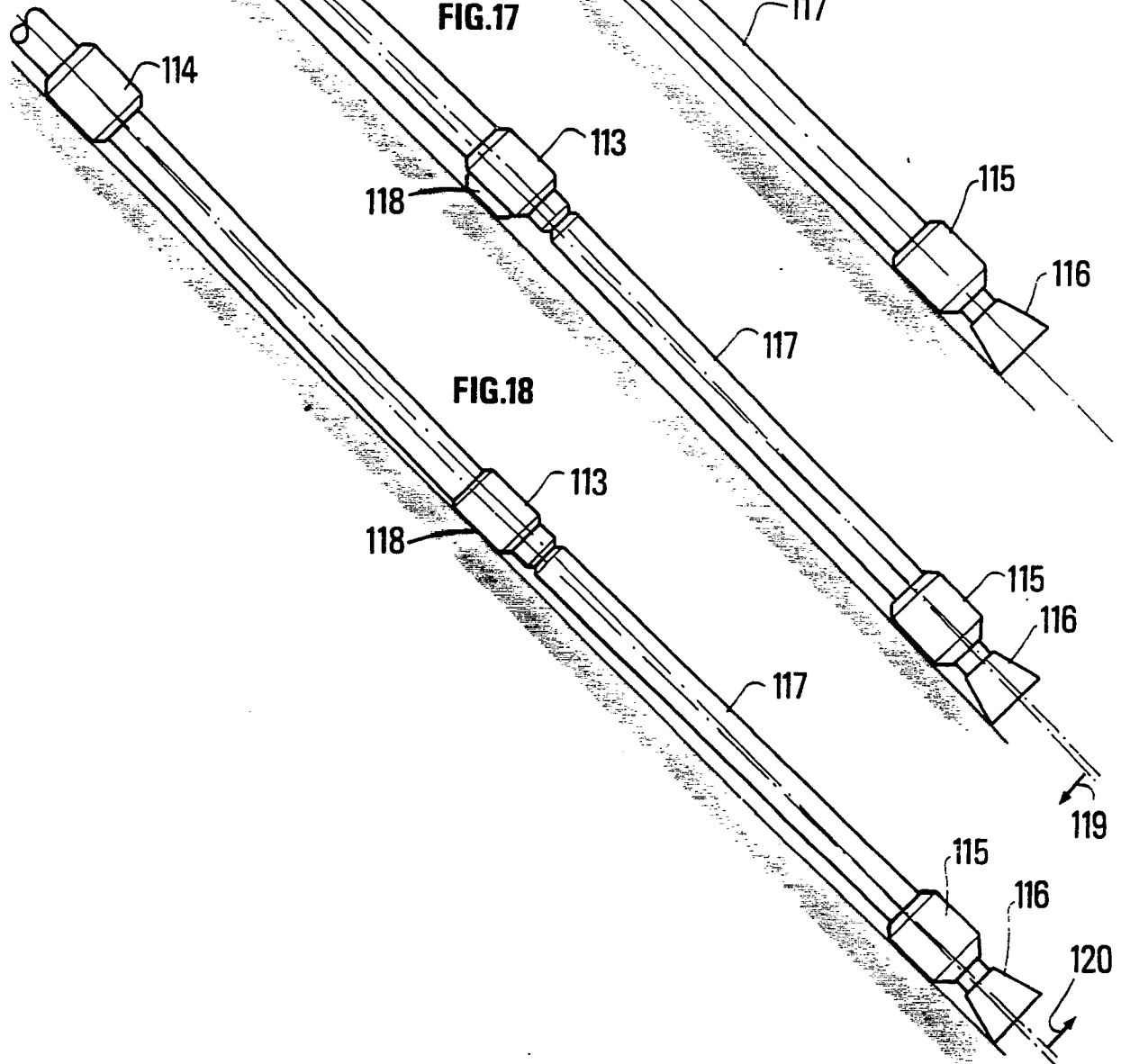
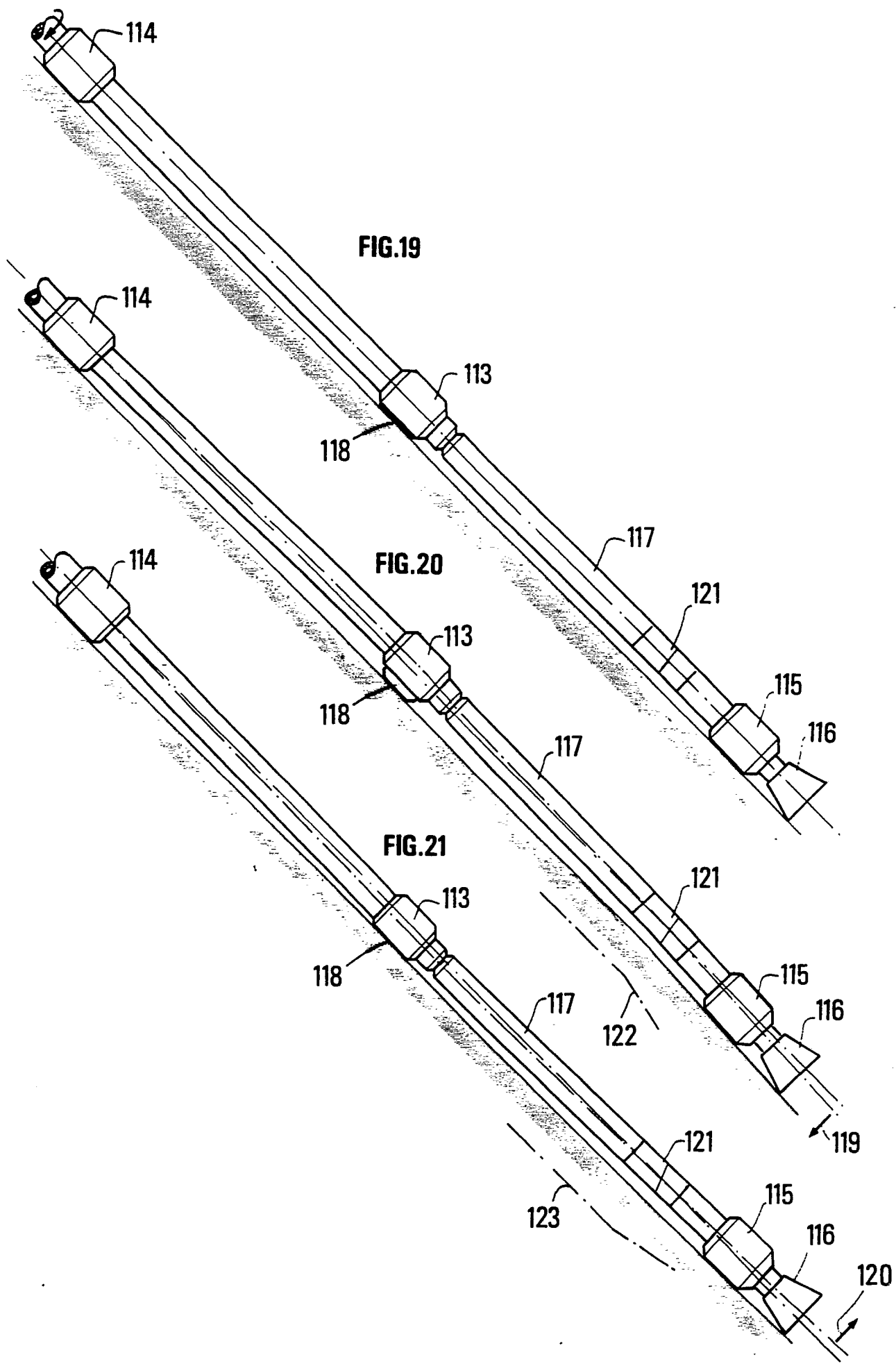


FIG. 18





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
X	US-A-3 888 319 (BOURNE) * Colonne 3, lignes 8-33; colonne 7, lignes 20-42; figures 1,10,13,14 *	1,3,5,6,8-10	E 21 B 7/06
Y	---	7	
Y	US-A-4 040 495 (KELLNER) * Colonne 3, lignes 32-44,4-7 *	7	
A	---	1,5,8,9,12	
X	FR-A-1 247 454 (TIRAPOLSKY) * Page 5, colonne de droite, lignes 13-44 *	1,3-5,8,9,11,12	
X	FR-A-2 369 412 (ALSTHOM) * En entier *	1,2,8,10-12	
X	DE-C-3 423 465 (NORTON CHRISTENSEN) * En entier *	1,2,6,8,10-12	
X	EP-A-0 287 155 (SHELL) * Colonne 8, lignes 29-33; résumé *	1-5,7,8,12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	US-A-4 185 704 (NIXON) * Colonne 2, lignes 65-66; colonne 3, ligne 62 - colonne 4, ligne 2 *	1,5,8,9,12	E 21 B
A	US-A-2 500 267 (ZUBLIN) * En entier *	1,2,6,8,12	
A	US-A-2 890 859 (GARRISON) * Colonne 3, lignes 18-23 *	1,5,7,9,12	
A	US-A-4 108 256 (MOORE) * En entier *	1,6,9	

	-/-		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 11-04-1990	Examineur SOGNO M.G.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A,D	FR-A-2 432 079 (I.F.P.) * En entier * ---	1,3	
A	FR-A-2 445 431 (I.F.P.) * En entier * ---	1,5,7- 10,12	
A	US-A-3 156 310 (FRISBY) * En entier * ---	1,3,7, 12	
A	DE-C-3 403 239 (CHRISTENSEN) * En entier * -----	1-5,8- 12	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
Lien de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 11-04-1990	Examineur SOGNO M.G.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			