

(19)



(11)

EP 4 382 722 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
12.06.2024 Bulletin 2024/24

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
E21B 7/06 (2006.01) E21B 17/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **23214327.1**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
E21B 7/062; E21B 7/067; E21B 17/04

(22) Date de dépôt: **05.12.2023**

(84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Breakthrough Design**
92160 Antony (FR)

(72) Inventeur: **MILLET, François, Guy, Jacques, René**
92160 ANTONY (FR)

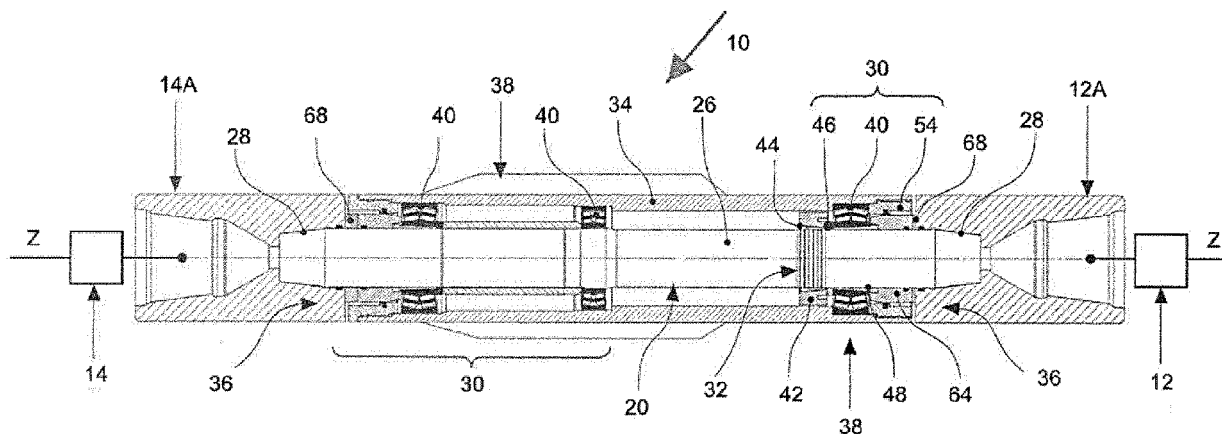
(74) Mandataire: **Lavoix**
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(30) Priorité: **08.12.2022 FR 2212987**

(54) DISPOSITIF DE GUIDAGE EN ROTATION D'UN OUTIL DE FORAGE ET PROCÉDÉ ASSOCIÉ

(57) Dispositif de guidage (10) en rotation d'un outil de forage (12), le dispositif (10) comportant un élément longitudinal tubulaire (34), un arbre de transmission (20) traversant longitudinalement l'élément tubulaire (34), l'arbre (20) étant monté rotatif dans l'élément tubulaire (34) pour entraîner en rotation l'outil de forage (12), le dispositif de guidage (10) comprenant des paliers (38) montés entre l'élément tubulaire (34) et l'arbre (20), cha-

que palier (38) étant fixé sur au moins une région de fixation (30) sur l'arbre (20), caractérisé en ce que le palier (38) comporte au moins un roulement à rotule sur rouleaux à alésage conique (40) et dans lequel, au moins dans la région de fixation (30), l'arbre (20) présente une conicité inférieure ou égale à 1:12 et/ou des rayons de raccordement supérieurs à 1/12^{ème} du diamètre extérieur de l'arbre (20).

**FIG.1****EP 4 382 722 A1**

Description

[0001] La présente invention concerne un dispositif de guidage en rotation d'un outil de forage, comportant un élément longitudinal tubulaire, un arbre de transmission traversant longitudinalement l'élément tubulaire, l'arbre étant monté rotatif dans l'élément tubulaire pour entraîner en rotation l'outil de forage et lui transmettre des efforts axiaux, le dispositif de guidage comprenant des paliers montés entre l'élément tubulaire et l'arbre, chaque palier étant fixé sur au moins une région de fixation sur l'arbre.

[0002] Un tel dispositif est destiné à être utilisé dans des forages dans les domaines de l'industrie pétrolière, du génie civil, de la géothermie et plus généralement dans tous les domaines d'intervention sous terrain sans tranchée.

[0003] Un tel dispositif est employé dans tous types de forage, d'un forage entièrement mécanique à un forage intégrant des équipements électroniques.

[0004] Un tel dispositif est destiné à former par exemple un stabilisateur non rotatif inclus dans un train de tiges ou à être utilisé dans un moteur de fond avec raccord coudé, ou encore dans un outil de forage dirigé.

[0005] Un tel dispositif est par exemple configuré pour guider en rotation un outil de forage et lui transmettre l'intégralité des efforts d'un train de tiges de forage. Ceci correspond à une transmission de puissance à travers le dispositif. Le train de tiges de forage est commandé par un système d'entraînement situé à la surface de l'excavation.

[0006] On connaît de FR 2 898 935, un dispositif de type précité comprenant un arbre traversant longitudinalement un élément longitudinal tubulaire, l'arbre étant monté rotatif dans l'élément tubulaire. Le dispositif comporte un palier monté entre l'élément tubulaire et l'arbre, le palier étant fixé sur au moins une région de fixation sur l'arbre. Le palier forme une liaison de type pivot, pivot glissant, linéaire annulaire ou rotule entre l'arbre et l'élément. Le palier est bloqué axialement sur l'arbre par un épaulement ou une gorge.

[0007] Toutefois un tel dispositif peut encore être amélioré. Un arbre présentant un tel épaulement présente une résistance à la fatigue moindre par rapport à un arbre lisse, notamment en flexion rotative du fait de concentrations de contrainte.

[0008] En outre, le coût et les délais de fabrication d'un tel arbre peuvent être élevés, car la fabrication d'un arbre comportant des épaulements implique la mise en oeuvre d'une préforme avant l'usinage de l'arbre et/ou un enlèvement de matière conséquent par tournage d'un diamètre élevé. Ces opérations sont coûteuses en matière première et en usinage. Les coefficients de concentration de contrainte sont également augmentés aux discontinuités de section de l'arbre.

[0009] De plus, la maintenance ne peut se faire généralement que par un seul côté, impliquant le démontage intégral du dispositif quelle que soit l'ampleur de la réparation.

[0010] Un but de l'invention est donc d'obtenir un dispositif de guidage en rotation d'un outil de forage qui ait une durée de vie augmentée, tout en limitant les coûts de fabrication et de maintenance.

5 **[0011]** A cet effet l'invention a pour objet un dispositif du type précité, caractérisé en ce que le palier comporte au moins un roulement à rotule sur rouleaux à alésage conique pour former une liaison de type pivot, pivot glissant, rotule ou linéaire annulaire entre l'élément tubulaire et l'arbre, et dans lequel, au moins dans la région de fixation, l'arbre présente une conicité inférieure ou égale à 1:12 et/ou des rayons de raccordement supérieurs à 1/12^{ème} du diamètre extérieur de l'arbre.

10 **[0012]** Le dispositif de guidage selon l'invention peut comporter l'une ou plusieurs des caractéristique(s) suivantes, prises isolément ou suivant toute combinaison techniquement possible :

- l'arbre comporte un corps central et des extrémités faisant saillie axialement par rapport au corps central, l'arbre présentant une variation de diamètre inférieure à 5% sur la totalité du corps central et avantageusement des extrémités ;
- l'arbre comporte au moins une gorge annulaire ou hélicoïdale et le palier comporte au moins une bague conique fendue reçue sur la gorge présentant un alésage de forme complémentaire à la gorge et une surface extérieure conique sur laquelle la butée est montée ;
- 20 - le palier comporte une entretoise appliquée sur la zone de fixation disposée entre la butée et le roulement ;
- le palier comporte un manchon de démontage appliqué sur la région de fixation, le manchon de démontage présentant une collerette filetée, le roulement à rotule sur rouleaux à alésage conique étant solidaire de l'arbre au moyen du manchon de démontage ;
- 25 - le palier comporte un dispositif d'étanchéité rotative comprenant une partie intérieure solidaire de l'arbre, la partie intérieure étant vissée sur la collerette filetée du manchon de démontage ;
- le dispositif comporte une frette amovible de serrage d'un élément entraîné en rotation par l'arbre ou entraînant en rotation l'arbre, au moins en une des extrémités de l'arbre, le palier comportant un dispositif d'étanchéité rotative comprenant une partie intérieure solidaire de l'arbre, le palier étant équipé d'une entretoise de calage annulant le jeu entre la partie intérieure du dispositif d'étanchéité rotative et la frette amovible de serrage ;
- 30 - l'arbre est flexible, l'élément tubulaire comportant un corps principal et un boîtier orientable par rapport au corps principal par flexion de l'arbre, au moins un premier palier étant disposé entre le corps principal et l'arbre, au moins un deuxième palier étant disposé entre le boîtier orientable et l'arbre, le dispositif de guidage comportant un au moins un palier central

comportant un roulement additionnel assurant au moins une liaison de type linéaire annulaire entre le corps principal et l'arbre ;

- l'élément tubulaire est rigide en flexion.

[0013] L'invention a également pour objet un procédé de remplacement d'un roulement d'un dispositif de guidage, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- démontage éventuel d'un dispositif d'étanchéité rotative ;
- désolidarisation du roulement de l'arbre par extraction éventuelle d'un manchon de démontage du palier ;
- déplacement du roulement jusqu'à une extrémité de l'arbre par glissement sur l'arbre sans démontage de l'arbre de l'élément tubulaire ;
- remontage du roulement ou d'un roulement de remplacement sans démontage de l'arbre de l'élément tubulaire ;
- solidarisation du roulement de l'arbre éventuellement par remise en place du manchon de démontage ;
- remontage éventuel du dispositif d'étanchéité rotative.

[0014] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés sur lesquels :

- la Figure 1 est une vue schématique en coupe partielle suivant un plan médian d'un premier dispositif selon l'invention disposé par exemple dans un stabilisateur non rotatif ;
- la Figure 2 est une vue en perspective partiellement écorchée suivant un plan médian d'une extrémité de l'arbre du dispositif de la figure 1 munie d'un palier ; et
- la Figure 3 est une vue schématique en coupe partielle suivant un plan médian d'un deuxième dispositif selon l'invention disposé par exemple dans un outil de forage dirigé.

[0015] Un dispositif de guidage en rotation 10 selon l'invention est utilisé dans une installation de forage d'un puits.

[0016] L'installation de forage comporte une installation de surface (non représentée). L'installation de surface entraîne en rotation et transmet des efforts axiaux à un outil de forage 12 par le biais d'un train de tiges 14, à travers le dispositif de guidage 10.

[0017] Dans tout ce qui suit, les termes « amont » et « aval » s'entendent par rapport au sens normal d'avancement du forage.

[0018] L'installation de surface comprend des moyens de support, d'entraînement en rotation et de transmission d'efforts axiaux de l'outil de forage 12 et des moyens de mise en circulation d'un liquide de forage.

[0019] Le train de tiges 14 est entraîné en rotation par l'installation de surface. Il est formé d'une pluralité de tubes cylindriques (non représentés) transmettant un couple et des efforts axiaux au dispositif de guidage 10. Les tubes cylindriques sont orientés selon un axe principal Z-Z du puits.

[0020] Un premier exemple de dispositif de guidage 10 selon l'invention est représenté sur la figure 1. Avantagusement, dans l'exemple de la figure 1, le dispositif 10 forme un stabilisateur non rotatif.

[0021] Le dispositif de guidage 10 comporte un arbre 20 mis en rotation par le train de tiges 14, un élément tubulaire 34 supportant l'arbre 20 en rotation et des paliers 38 guidant en rotation l'arbre 20 dans l'élément tubulaire 34 en contact avec la paroi du puits en cours de forage.

[0022] L'arbre 20 comporte un passage central 22 et une surface extérieure sensiblement cylindrique. L'arbre 20 est situé dans le prolongement du train de tiges 14 et est orienté selon l'axe principal Z-Z du puits.

[0023] Dans ce premier exemple, l'arbre 20 est rigide et comporte un module de flexion élevé rendant le dispositif de guidage 10 peu flexible perpendiculairement à l'axe Z-Z. Par « rigide », on entend que l'arbre 20 présente un angle maximal de déformation en flexion entre deux paliers inférieur à $0,1^\circ$. Dans une variante qui sera décrite plus bas, l'arbre 20 est flexible et présente un angle minimal de déformation en flexion entre deux paliers, supérieur à $0,2^\circ$.

[0024] L'arbre 20 comporte un corps central 26 présentant une surface extérieure lisse et des extrémités 28 faisant saillie axialement par rapport au corps central 26. Les extrémités 28 de l'arbre 20 sont raccordées d'une part au train de tiges 14 par une connexion filetée amont 14A et d'autre part à l'outil de forage 12 par une connexion filetée aval 12A. La connexion filetée amont 14A et la connexion filetée aval 12A sont en particulier pourvues de filetages coniques et présentent ici une forme tronconique.

[0025] L'arbre 20 comporte des régions de fixation 30 des paliers 38 sur sa surface extérieure. Les régions de fixation 30 sont notamment situées sur le corps central 26, de manière adjacente aux extrémités 28 de l'arbre 20.

[0026] Au moins dans chaque région de fixation 30, de préférence sur toute la longueur de l'arbre à l'exception des extrémités 28, la surface extérieure de l'arbre 20 est sensiblement cylindrique.

[0027] L'arbre 20 présente des variations de diamètre inférieures à 5% entre le diamètre le plus faible de l'arbre 20 dans la région de fixation 30 et le diamètre le plus élevé de l'arbre 20 dans la même région de fixation 30 et avantagusement sur toute la longueur de l'arbre à l'exception des extrémités 28 ou y compris sur les extrémités 28.

[0028] De plus, au moins dans chaque région de fixation 30, de préférence sur toute la longueur de l'arbre 20 à l'exception des extrémités 28 ou y compris sur les extrémités 28, l'arbre 20 présente une conicité inférieure

ou égale à 1:12 et/ou des rayons de raccordement supérieurs à 1/12^{ème} du diamètre extérieur de l'arbre dans la région de fixation 30.

[0029] Avantageusement, au moins dans chaque région de fixation 30, de préférence sur toute la longueur de l'arbre 20 à l'exception des extrémités 28 ou y compris sur les extrémités 28, en projection dans tout demi-plan passant par l'axe principal Z-Z, la surface extérieure de l'arbre 20 est continûment dérivable, la surface extérieure ne présentant ainsi pas de discontinuité de pente sur la courbe projetée de la surface extérieure de l'arbre 20.

[0030] Une région de fixation 30 est illustrée en figure 2. Les régions de fixation 30 constituent la région où s'appliquent les paliers 38.

[0031] Dans la région de fixation 30, l'arbre 20 comporte de préférence au moins une gorge 32 annulaire ou hélicoïdale ménagée dans la surface extérieure de l'arbre 20.

[0032] En référence à la figure 1, l'élément tubulaire 34 définit un logement central et une surface extérieure cylindrique avantageusement équipée de patins pour prendre appui sur la paroi du puits tout en laissant circuler la boue de forage. L'élément tubulaire 34 est orienté selon l'axe principal Z-Z du puits, dans le prolongement du train de tiges 14. L'élément tubulaire 34 reçoit l'arbre 20 dans le logement central selon le même axe d'orientation Z-Z.

[0033] La longueur selon l'axe principal Z-Z de l'élément tubulaire 34 coïncide avec la longueur du corps central 26 de l'arbre 20. Dans l'exemple de la figure 1, l'élément tubulaire 34 est d'un seul tenant sur toute sa longueur. Avantageusement, au moins une extrémité 28 de l'arbre 20, avantageusement les deux extrémités 28 de l'arbre 20 dépassent de part et d'autre par rapport à l'élément tubulaire 34.

[0034] Le logement central de l'élément tubulaire 34 débouche à ses extrémités par des ouvertures axiales 36.

[0035] L'élément tubulaire 34 délimite à ses extrémités des cavités annulaires pour loger les paliers 38 entre l'arbre 20 et l'élément tubulaire 34. Les cavités annulaires prolongent axialement le logement central.

[0036] L'élément tubulaire 34 est destiné à entrer en appui sur la paroi du puits foré et à rester fixe ou sensiblement fixe en rotation par rapport à la paroi du puits.

[0037] Chaque palier 38 forme une liaison de type pivot, pivot glissant, rotule ou linéaire annulaire entre l'élément 34 et l'arbre 20. L'arbre 20 est entraîné en rotation par le train de tiges 14, l'élément tubulaire 34 restant fixe ou sensiblement fixe en rotation autour de l'axe Z-Z par rapport à la paroi du puits en cours de forage par le biais de la liaison formée par les paliers 38.

[0038] Un exemple de palier 38 est représenté en figure 2.

[0039] Le palier 38 comporte un roulement à rotule sur rouleaux à alésage conique 40 assurant la liaison précitée rotule ou linéaire annulaire.

[0040] Le palier 38 comporte en outre une butée arrière

42 présentant une surface extérieure cylindrique et un alésage conique. Il comprend en outre une bague conique fendue 44 de montage de la butée arrière 42.

[0041] La butée 42 coopère avec la bague conique 44 de sorte qu'elles forment un arrêt axial. La butée 42 est positionnée sur l'arbre 20 dans la région de fixation 30 opposée axialement de l'extrémité 28 de l'arbre 20.

[0042] La bague conique 44 présente un passage central complémentaire au profil d'au moins une gorge circulaire ou hélicoïdale de l'arbre et une surface extérieure conique.

[0043] La bague conique 44 est montée fixe sur l'arbre 20 au niveau de la gorge 32 annulaire ou hélicoïdale. La surface conique de la bague conique 44 s'insère de manière complémentaire dans l'alésage conique de la butée 42. La bague conique 44 et la butée 42 sont ainsi en coïncidence axiale le long de l'axe principal Z-Z, la butée 42 étant fixée en translation le long de l'arbre 20.

[0044] Le palier 38 comporte également une entretoise 46 disposée en contact avec la butée 42 selon l'axe principal Z-Z. L'entretoise 46 est ici un anneau connectant la butée 42 avec la bague intérieure du roulement 40.

[0045] Le roulement 40 est un roulement à rotule sur rouleaux à alésage conique présentant une surface extérieure cylindrique et un alésage intérieur conique. Le roulement 40 comporte une bague intérieure, destinée à être entraînée en rotation conjointement avec l'arbre 20, une bague extérieure destinée à être fixe en rotation dans le logement de l'élément tubulaire 34 et des rouleaux en forme de tonneaux interposés entre la bague intérieure et la bague extérieure.

[0046] Le palier 38 comporte un manchon de démontage 48 à surface intérieure cylindrique reposant sur l'arbre 20 sur lequel est monté le roulement 40. Le manchon de démontage 48 est entraîné en rotation par l'arbre 20. Le manchon de démontage 48 associé à la butée 42 permet l'encastrement temporaire de la bague intérieure du roulement 40 par rapport à l'arbre 20.

[0047] Le manchon de démontage 48 comporte une jupe de support 50 du roulement 40 et une collerette filetée 52. La jupe de support 50 comporte une surface extérieure conique sur laquelle est monté le roulement 40.

[0048] Le manchon de démontage 48 comporte une surface intérieure cylindrique appliquée fixement sur la région cylindrique de fixation 30 par poussée axiale suivant l'axe Z-Z vers la butée 42 lors du montage.

[0049] La collerette filetée 52 comporte une surface extérieure cylindrique filetée. Elle est ici réalisée d'un seul tenant avec la jupe de support du roulement 50. La collerette filetée 52 est située plus proche de l'extrémité 28 de l'arbre 20 que la jupe de support 50.

[0050] Le palier 38 comporte en outre un dispositif d'étanchéité rotatif 54. Le dispositif d'étanchéité rotatif 54 comporte une partie intérieure 56 fixe par rapport à l'arbre 20 et une partie extérieure 58 fixe par rapport à l'élément tubulaire 34, la partie extérieure 58 étant concentrique et montée autour de la partie intérieure 56.

[0051] La partie intérieure 56 est avantageusement vissée sur la collerette 52 du manchon de démontage 48.

[0052] La partie intérieure 56 comporte une couronne taraudée 60 complémentaire du filetage de la collerette 52 du manchon de démontage 48.

[0053] La couronne taraudée 60 est propre à être vissée sur le filetage de la collerette filetée 52 du manchon de démontage 48. La partie intérieure 56 est ainsi entraînée en rotation autour de l'axe Z-Z.

[0054] Le dispositif d'étanchéité 54 comporte en outre un joint annulaire intérieur 62. Le joint annulaire intérieur 62 est interposé de manière étanche entre l'arbre 20 et la partie intérieure 56 autour de l'axe Z-Z. Le joint annulaire intérieur 62 est propre à être entraîné en rotation par l'arbre 20. La partie intérieure 56 étant vissée sur le manchon de démontage 48, un ensemble rotatif 64 comportant le joint annulaire intérieur 62, la partie intérieure 56, le manchon de démontage 48, la bague intérieure du roulement 40, la butée 42, la bague conique 44 et l'entretoise 46 est entraîné solidairement en rotation autour de l'axe Z-Z par l'arbre 20.

[0055] Le dispositif d'étanchéité 54 comporte un joint rotatif annulaire extérieur 66. Le joint annulaire extérieur 66 est placé entre la partie intérieure 56 et la partie extérieure 58. Le joint annulaire extérieur 66 est propre à autoriser la rotation de la partie intérieure 56 par rapport à la partie extérieure 58. Le joint annulaire 66 rotatif est à lèvre simple ou double ou est un joint KALSI.

[0056] Le dispositif d'étanchéité 54 comporte en outre un joint annulaire externe 63. Le joint annulaire 63 externe est placé entre la partie extérieure 58 et l'élément tubulaire 34. Le joint annulaire 63 est propre à assurer l'étanchéité entre la partie extérieure 58 et l'élément tubulaire 34.

[0057] Le palier 38 comporte également une entretoise de calage avant 68 montée sur l'arbre 20. L'entretoise de calage 68 est accolée contre la partie intérieure 56 du dispositif d'étanchéité 54 selon l'axe principal Z-Z et à la connexion filetée 12A ou 14A de la figure 1.

[0058] L'entretoise de calage 68 est la pièce du palier 38 la plus proche de l'extrémité 28 de l'arbre 20 associée au palier 38.

[0059] Grâce à la structure qui vient d'être décrite, les roulements 40 de chaque palier 38 peuvent être facilement rendus solidaires temporairement de l'arbre 20 et démontés de ce dernier pour être remplacés.

[0060] Un procédé de remplacement de roulements 40 du dispositif de guidage 10 va maintenant être décrit. Ce procédé est mis en oeuvre pour des roulements 40 dans un palier 38 adjacent à une extrémité 28 de l'arbre 20 ou pour un palier 38 au contact d'un arbre 20 lisse jusqu'à une de ses extrémités 28.

[0061] Dans une première phase, l'entretoise de calage 68 est démontée du dispositif d'étanchéité 54.

[0062] Puis, le dispositif d'étanchéité 54 est démonté en dévissant la couronne taraudée 60 par rapport à la collerette filetée 52 et en extrayant la partie extérieure 58 du dispositif d'étanchéité 54 de l'élément tubulaire 34.

Le roulement 40 est alors directement accessible.

[0063] Le manchon de démontage 48 est extrait en le faisant glisser le long de l'arbre 20 vers l'extrémité 28 au moyen d'un outillage hydraulique d'extraction vissé sur la collerette 52 du manchon de démontage 48 et prenant appui sur la bague intérieure du roulement 40. Puis, le roulement 40 est retiré.

[0064] Ensuite, un nouveau roulement 40 est réintroduit jusqu'à buter sur la bague 46. Le manchon de démontage est ensuite poussé axialement en prenant appui sur l'extrémité 28 de l'arbre 20. Enfin, le dispositif d'étanchéité 54 est monté, suivi de l'entretoise de calage 68.

[0065] Le procédé de remplacement ne nécessite pas le démontage de l'arbre 20 de l'élément tubulaire 34.

[0066] La surface extérieure sensiblement lisse de l'arbre 20 selon l'invention permet un montage et un démontage aisé des roulements 40, les roulements 40 pouvant glisser le long de l'arbre 20.

[0067] Dans un autre mode de réalisation non représenté, l'arbre 20 présente une région 30 ayant une surface conique sur laquelle est monté directement l'alésage conique du roulement 40 à rotule sur rouleaux. La région conique de l'arbre 20 fixe axialement et radialement le roulement 40 par rapport à l'arbre 20 sans l'utilisation d'un manchon de démontage 48.

[0068] Le dispositif d'étanchéité 54 est alors adjacent au roulement 40 sans la présence de la collerette filetée 52.

[0069] Dans un autre mode de réalisation, les filetages coniques des extrémités 28 de l'arbre 20 sont remplacés par des parties cylindriques permettant la fixation de connexion frettées avantageusement à commande hydraulique. Le palier 38 comporte avantageusement une frette amovible (non représentée) telle que décrite dans FR 2 989 749. La frette s'étend entre le dispositif d'étanchéité 54 et l'outil de forage 12 ou le train de tiges 14, autour de l'extrémité 28 de l'arbre 20.

[0070] L'entretoise de calage 68 est avantageusement présente entre le dispositif d'étanchéité et la frette, garantissant l'absence de jeu entre la partie intérieure 56 du dispositif d'étanchéité rotative 54 et la frette amovible de serrage.

[0071] La frette est propre à rendre solidaire temporairement un élément entraîné en rotation par l'arbre 20 ou entraînant en rotation l'arbre 20.

[0072] La frette est propre à être activée entre une configuration desserrée et une configuration de serrage de l'élément. Elle comporte avantageusement au moins un orifice de serrage propre à recevoir un fluide de déplacement de la frette et un bouchon. La frette est propre à passer d'une configuration de desserrage à sa configuration de serrage par le pompage de fluide et éventuellement par la mise en place d'un écrou comme décrit dans FR 2 989 749.

[0073] Dans un autre mode de réalisation, visible sur la figure 3, le dispositif de guidage 10 est intégré dans un outil de forage dirigé, tel que décrit dans FR 2 898 935.

[0074] A la différence du dispositif 10 de la figure 1,

l'élément tubulaire 34 comporte un corps principal 70 et un boîtier orientable 72 par rapport au corps principal 70 entre une position droite visible sur la figure 3 et une pluralité de positions inclinées par rapport au corps principal 70.

[0075] Le corps principal 70 est positionné en amont du boîtier orientable 72. L'élément tubulaire 34 comporte notamment au moins un raccord situé entre le corps principal 70 et le boîtier orientable 72 selon l'axe principal Z-Z.

[0076] L'arbre 20 est flexible et traverse selon l'axe principal Z-Z le corps principal 70 et le boîtier orientable 72. L'angle maximal de flexion de l'arbre 20 est par exemple compris entre 0,5° et 1,5° pris entre ses extrémités.

[0077] Le dispositif de guidage 10 comporte un premier palier 38A reliant le corps principal 70 à l'arbre 20 et un deuxième palier 38B reliant le boîtier orientable 72 à l'arbre 20. Les deux paliers 38A, 38B sont situés sur les régions de fixation 30 à proximité des extrémités 28 de l'arbre 20.

[0078] Le dispositif de guidage 10 comporte également un palier central 38C entre le corps principal 70 et l'arbre 20. Le palier central 38C assure une liaison de type linéaire annulaire entre le corps principal 70 et l'arbre 20. Le palier central 38C est agencé à proximité de l'extrémité du corps principal 70 situé du côté du boîtier orientable 72.

[0079] Le palier central 38C comporte un roulement 40 à rotules sur rouleaux à alésage conique et une bague de verrouillage. L'arbre 20 présentant dans cette région de fixation 30 une portée conique. Le roulement 40 est bloqué axialement à l'aide de la bague de verrouillage vissée ou goupillée sur l'arbre 20.

[0080] L'utilisation de roulements 40 à rotule sur rouleaux à alésage conique rend fiable la liaison rotative entre l'arbre 20 et chacun du corps principal 70 et du boîtier orientable 72, même lorsque l'arbre 20 est fléchi et que le boîtier orientable s'incline par exemple pour réaliser un forage dirigé.

[0081] Dans un mode de réalisation visible sur les figures 1 et 3, le palier 38B comporte plusieurs roulements 40 à rotule sur rouleaux à alésage conique.

[0082] Plus généralement, le dispositif selon l'invention 10 comporte un arbre 20 sensiblement lisse, donc très résistant à la fatigue, notamment en flexion rotative. En effet, les concentrations de contrainte à la surface de l'arbre 20 sont évitées puisque l'arbre est dépourvu d'épaulements.

[0083] La durée de vie calculée d'un tel arbre 20 en flexion rotative est ainsi grandement allongée, voire infinie à 90% de fiabilité, tout en permettant une capacité directionnelle optimale du système.

[0084] La présence d'une surface extérieure sensiblement lisse simplifie l'usinage de l'arbre 20 et réduit ainsi les coûts comme le délai production.

[0085] L'usage exclusif des roulements 40 à rotule sur rouleaux à alésage conique permet d'obtenir des performances robustes, grâce à leur capacité d'auto-aligne-

ment, aucune déformation en flexion n'altérant le fonctionnement du roulement 40. De plus, aucun jeu n'est possible entre les bagues intérieures des roulements 40 solidaires de l'arbre 20 et l'arbre 20.

5 **[0086]** De plus, les contacts linéiques entre rouleaux et bagues ainsi que le grand nombre de rouleaux permettent aux roulements 40 de supporter des charges élevées, y compris en présence de vibrations ainsi qu'une bonne résistance aux chocs.

10 **[0087]** Les roulements 40 présentant des alésages coniques sont intéressants, car ils sont standards et accessibles dans le monde entier, assurant une maintenance facile, rapide et économique.

15 **[0088]** De plus, les roulements 40 à rotule sur rouleaux à alésage conique sont généralement stabilisés à 200°C, assurant ainsi une meilleure fiabilité lors du forage.

20 **[0089]** La frette amovible telle que décrite dans FR 2 989 749 permet le blocage axial du palier 38 tout en assurant la liaison entre l'arbre 20 et le train de tiges 14 et/ou l'outil de forage 12.

25 **[0090]** L'entretoise 46 et l'entretoise de calage 68 permettent des réglages simples de position des pièces des paliers 38 selon l'axe principal Z-Z en évitant l'usinage précis des pièces du palier 38, de l'élément tubulaire 34, et de l'arbre 20. Ceci réduit aussi les coûts de fabrication et de maintenance.

30 **[0091]** Le dispositif d'étanchéité 54 associé aux joints d'étanchéité statique 62 et 63 permettent la pressurisation du dispositif 10.

35 **[0092]** Le remplacement des roulements 40 et la maintenance du dispositif 10 sont donc simples et faciles. Le remplacement des roulements 40 est réalisable à proximité du site de forage et permet une maintenance rapide et économique. De plus, l'arbre 20 sensiblement lisse permet un accès aux deux côtés de l'arbre 20 et du dispositif 10 pour la maintenance, l'élément tubulaire 34 n'a pas besoin d'être démonté pour le remplacement des pièces du palier 38 situé aux extrémités de l'arbre 20.

40 **[0093]** Dans un mode de réalisation privilégié, l'arbre est monté rotatif non coulissant dans l'élément tubulaire.

45 **[0094]** Au vu de ce qui précède, il convient de noter que l'arbre étant traversant, les paliers ne sont pas soumis à l'effort axial transmis par le train de tiges 14 à l'outil de forage 12 par l'arbre 20.

50 **[0095]** De même, la limite de flambage de l'arbre 20, dû aux efforts de forage, est avantageusement supérieure à l'effort axial maximum transmis par le train de tiges 14 à l'arbre 20.

55 **[0096]** Il découle de ce qui précède que l'angle maximal de flexion de l'arbre 20, par exemple compris entre 0,5° et 1,5°, est pris entre les tangentes de ses extrémités.

[0097] Tel que précisé plus haut, le dispositif selon l'invention 10 comporte un arbre 20 sensiblement lisse, donc très résistant à la fatigue, notamment en flexion rotative, en particulier car les concentrations de contrainte à la surface de l'arbre 20 sont évitées puisque l'arbre est dépourvu d'épaulements, de collets et/ou de gorges.

[0098] Par ailleurs, la présence d'une surface extérieure sensiblement lisse, en plus de simplifier l'usinage de l'arbre 20 et de réduire les délais de production comme mentionné précédemment, permet en outre de diminuer l'énergie nécessaire à la production de l'arbre 20.

[0099] Tel que représenté sur la figure 2, qui représente la région de fixation 30, mais sur laquelle l'élément tubulaire 34 n'est pas représenté, le palier 38 comporte par exemple au moins une butée présentant une surface extérieure cylindrique et un alésage intérieur conique. De préférence, le palier 38 est rempli d'huile dégazée et est pressurisé pour permettre la pressurisation du dispositif 10.

[0100] Un tel dispositif de guidage est ainsi par exemple destiné à être utilisé dans un outil de forage dirigé.

Revendications

1. Dispositif de guidage (10) en rotation d'un outil de forage (12), le dispositif (10) comportant un élément longitudinal tubulaire (34), un arbre de transmission (20) traversant longitudinalement l'élément tubulaire (34), l'arbre (20) étant monté rotatif dans l'élément tubulaire (34) pour entraîner en rotation l'outil de forage (12) et lui transmettre des efforts axiaux, le dispositif de guidage (10) comprenant des paliers (38) montés entre l'élément tubulaire (34) et l'arbre (20), chaque palier (38) étant fixé sur au moins une région de fixation (30) sur l'arbre (20), **caractérisé en ce que** le palier (38) comporte au moins un roulement à rotule sur rouleaux à alésage conique (40) pour former une liaison de type pivot, pivot glissant, rotule ou linéaire annulaire entre l'élément tubulaire (34) et l'arbre (20), et dans lequel, au moins dans la région de fixation (30), l'arbre (20) présente une conicité inférieure ou égale à 1:12 et/ou des rayons de raccordement supérieurs à 1/12^{ème} du diamètre extérieur de l'arbre (20).
2. Dispositif de guidage (10) selon la revendication 1, dans lequel l'arbre comporte un corps central (26) et des extrémités (28) faisant saillie axialement par rapport au corps central (26), l'arbre (20) présentant une variation de diamètre inférieure à 5 % sur la totalité du corps central (26) et avantageusement des extrémités (28).
3. Dispositif de guidage (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le palier (38) comporte au moins une butée (42) présentant une surface extérieure cylindrique et un alésage intérieur conique.
4. Dispositif de guidage (10) selon la revendication 3, dans lequel l'arbre (20) comporte au moins une gorge (32) annulaire ou hélicoïdale et le palier (38) comporte au moins une bague conique fendue (44) reçue sur la gorge (32) présentant un alésage de forme complémentaire à la gorge (32) et une surface extérieure conique sur laquelle la butée (42) est montée.
5. Dispositif de guidage (10) selon la revendication 3 ou 4, dans lequel le palier (38) comporte une entretoise (46) appliquée sur la zone de fixation (30) disposée entre la butée (42) et le roulement (40).
6. Dispositif de guidage (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le palier (38) comporte un manchon de démontage (48) appliqué sur la région de fixation (30), le manchon de démontage (48) présentant une collerette filetée (52), le roulement à rotule sur rouleaux (40) à alésage conique étant solidaire de l'arbre (20) au moyen du manchon de démontage (48).
7. Dispositif de guidage (10) selon la revendication 6, dans lequel le palier (38) comporte un dispositif d'étanchéité rotative (54) comprenant une partie intérieure (56) solidaire de l'arbre (20), la partie intérieure (56) étant vissée sur la collerette filetée (52) du manchon de démontage (48).
8. Dispositif de guidage (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le dispositif (10) comporte une frette amovible de serrage d'un élément entraîné en rotation par l'arbre (20) ou entraînant en rotation l'arbre (20), au moins en une des extrémités (28) de l'arbre (20), le palier (38) comportant un dispositif d'étanchéité rotative (54) comprenant une partie intérieure (56) solidaire de l'arbre (20), le palier (38) étant équipé d'une entretoise de calage (68) annulant le jeu entre la partie intérieure (56) du dispositif d'étanchéité rotative (54) et la frette amovible de serrage.
9. Dispositif de guidage (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'arbre (20) est flexible, l'élément tubulaire (34) comportant un corps principal (70) et un boîtier orientable (72) par rapport au corps principal (70) par flexion de l'arbre (20), au moins un premier palier (38) étant disposé entre le corps principal (70) et l'arbre (20), au moins un deuxième palier (38) étant disposé entre le boîtier orientable (72) et l'arbre (20), le dispositif de guidage (10) comportant un au moins un palier central (38C) comportant un roulement additionnel (40) assurant au moins une liaison de type linéaire annulaire entre le corps principal (70) et l'arbre (20).
10. Procédé de remplacement d'un roulement (40) d'un dispositif de guidage (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, le procédé comprenant les étapes suivantes :

- démontage éventuel d'un dispositif d'étanchéité rotative (54) ;
- désolidarisation du roulement (40) de l'arbre (20) par extraction éventuelle d'un manchon de démontage (48) du palier (38) ; 5
- déplacement du roulement (40) jusqu'à une extrémité de l'arbre (20) par glissement sur l'arbre (20) sans démontage de l'arbre (20) de l'élément tubulaire (34) ;
- remontage du roulement (40) ou d'un roulement de remplacement (40) sans démontage de l'arbre (20) de l'élément tubulaire (34) ; 10
- solidarisation du roulement (40) de l'arbre (20) éventuellement par remise en place du manchon de démontage (48) ; 15
- remontage éventuel du dispositif d'étanchéité rotative (54).

20

25

30

35

40

45

50

55

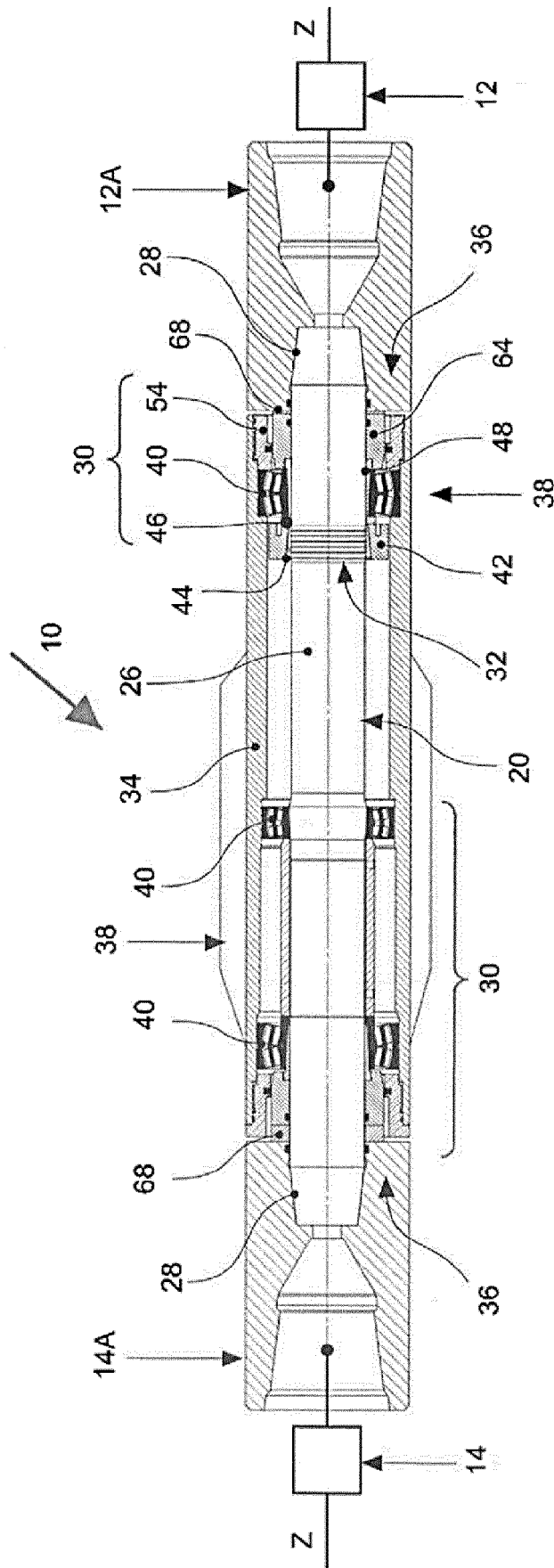


FIG.1

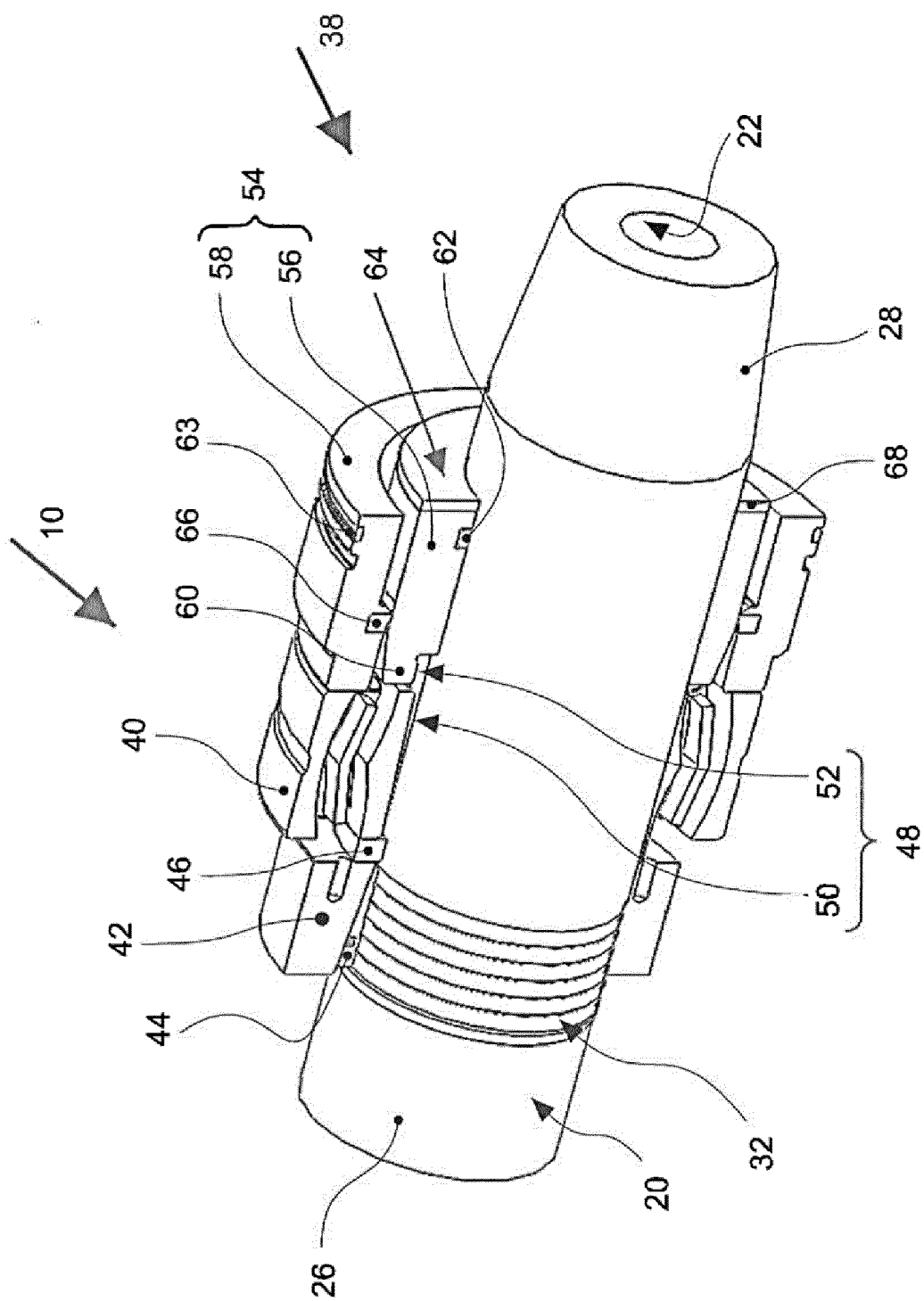


FIG. 2

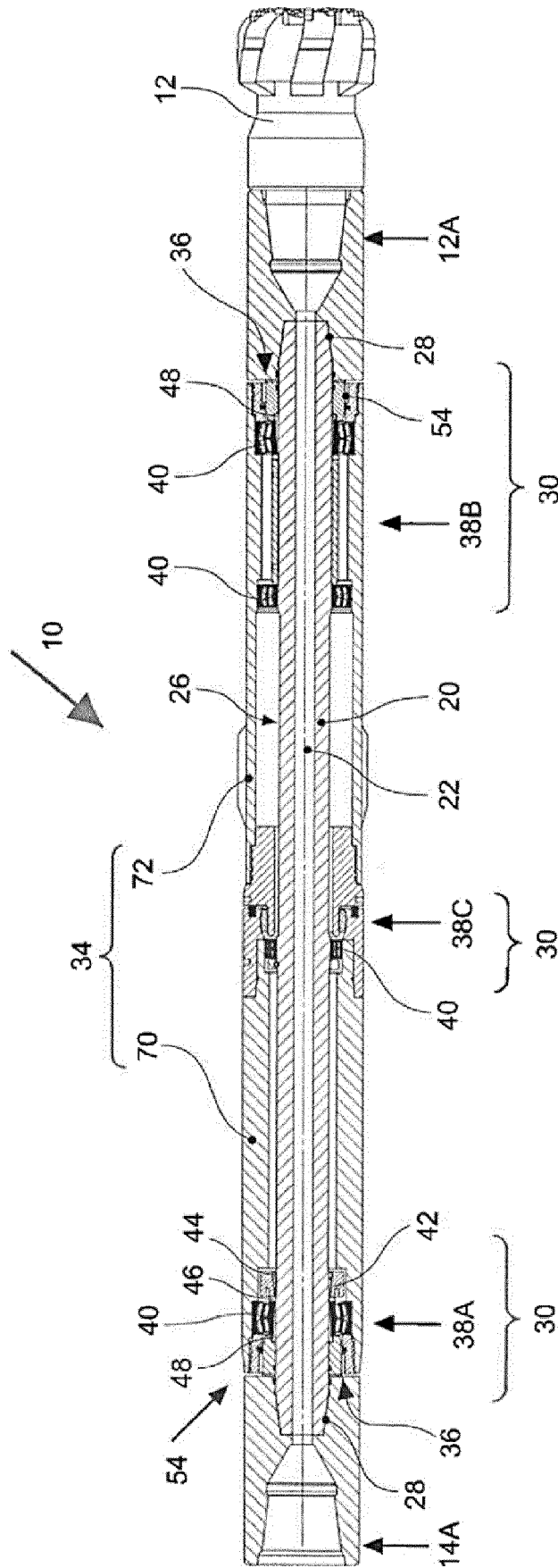


FIG. 3



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 21 4327

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	WO 99/64712 A1 (WEBB CHARLES T [US]) 16 décembre 1999 (1999-12-16) * le document en entier * -----	1-10	INV. E21B7/06 E21B17/04
A	US 4 895 214 A (SCHOEFFLER WILLIAM N [US]) 23 janvier 1990 (1990-01-23) * le document en entier * -----	1	
A	US 2019/128070 A1 (DU JIANSHENG [CN] ET AL) 2 mai 2019 (2019-05-02) * le document en entier * -----	1	
A	WO 86/00111 A1 (UNIVERSAL DOWNHOLE CONTROLS LT [US]) 3 janvier 1986 (1986-01-03) * le document en entier * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			E21B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		16 avril 2024	Manolache, Iustin
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 23 21 4327

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

16-04-2024

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9964712	A1	16-12-1999	AT
		E343704 T1	15-11-2006
		AU	742612 B2
			10-01-2002
		BR	9910833 A
			03-04-2001
		CA	2334334 A1
			16-12-1999
		CN	1314968 A
			26-09-2001
		EP	1086291 A1
			28-03-2001
		NZ	508393 A
			31-10-2003
		US	6082470 A
			04-07-2000
		WO	9964712 A1
			16-12-1999

US 4895214	A	23-01-1990	CA
			2002594 A1
			18-05-1990
		EP	0369745 A2
			23-05-1990
		US	4895214 A
			23-01-1990

US 2019128070	A1	02-05-2019	CN
			107701107 A
			16-02-2018
		US	2019128070 A1
			02-05-2019

WO 8600111	A1	03-01-1986	AU
			4490285 A
			10-01-1986
		EP	0185739 A1
			02-07-1986
		US	4597454 A
			01-07-1986
		WO	8600111 A1
			03-01-1986

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2898935 [0006] [0073]
- FR 2989749 [0069] [0072] [0089]