(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 715 598**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **94 01164**

(51) Int Cl⁶ : B 25 J 15/02, 18/00, A 61 B 17/00

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 02.02.94.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 04.08.95 Bulletin 95/31.

(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) :** *DANEL TECHNOLOGY (société anonyme)* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Danel François.

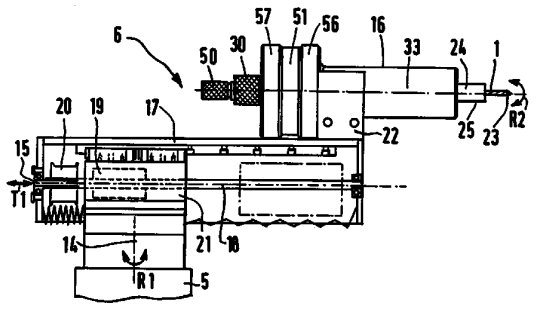
(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :** Bouju Derambure (Bugnion) SA.

(54) Porte-outil pour outil médical ou chirurgical et robot comportant un tel porte-outil.

(57) L'invention concerne un porte-outil (6) pour porter et guider par rapport à un support (5) un outil médical ou chirurgical (1) comportant une extrémité libre (23) de travail. L'outil (1) est associé rigidement à ou est constitué d'une broche (24), et le porte-outil (6) comporte un alésage cylindrique débouchant à chacune de ses extrémités pour recevoir la broche (24), l'extrémité de l'alésage qui est opposée à l'extrémité (23) de travail de l'outil (1) formant l'extrémité d'introduction de la broche (24) dans l'alésage lors de son montage sur le porte-outil.

L'invention concerne également un robot médical ou chirurgical -notamment neurochirurgical- caractérisé en ce qu'il comporte un porte-outil selon l'invention.



FR 2 715 598 - A1

PORTE-OUTIL POUR OUTIL MEDICAL OU CHIRURGICAL ET ROBOT COMPORTANT UN TEL PORTE-OUTIL

L'invention concerne un porte-outil pour porter et guider un outil médical ou chirurgical, et un robot comportant un tel porte-outil. L'invention s'applique plus particulièrement en neuro-chirurgie.

Dans le domaine médical ou chirurgical -et plus particulièrement en neurochirurgie-, on cherche à utiliser des supports programmables, notamment à commande numérique, c'est à dire des robots pour assister le geste du médecin ou du chirurgien. En particulier, on souhaite disposer d'un robot d'une grande souplesse d'utilisation, d'une grande précision et qui soit compatible avec les brides utilisées en stéréotaxie neurochirurgicale.

Or, la conception d'un tel robot pose plusieurs problèmes :

- le champ opératoire a une forme variable dans l'espace en fonction du patient,

- le champ opératoire doit être laissé le plus possible libre et dégagé pour ne pas gêner les manipulations du praticien,

- lors d'une même opération, il est souhaitable de pouvoir changer d'outil, par exemple en utilisant successivement un outil de centrage, un outil de perçage, un outil de mesure ou de visualisation ...

- Le mouvement de l'outil doit être contrôlé de façon extrêmement précise en ce qui concerne non seulement ses amplitudes de déplacement, mais également les forces exercées. On cherche ainsi à asservir le déplacement de l'outil en fonction des efforts subis par l'outil lors de son travail, de façon à s'assurer, par exemple, de l'arrêt automatique de l'outil si la résistance vient subitement à diminuer (par exemple au débouché d'une paroi osseuse) ou à augmenter.

Or, les porte-outils connus sur des supports programmables ou des robots de l'art antérieur présentent en général un encombrement important au niveau du champ opératoire. Ils ne permettent pas un changement instantané de l'outil sans perte de la position du porte-outil dans l'espace, et un contrôle précis du mouvement de l'outil aussi bien en amplitude qu'en ce qui concerne les efforts de résistance lors de son travail.

L'invention vise donc à pallier ces inconvénients en proposant un porte-outil et un robot grâce auxquels le champ opératoire est laissé libre et dégagé pour les manipulations du praticien (c'est à dire qui n'engendrent qu'un faible encombrement au niveau et autour de l'outil), qui permettent un déplacement et un positionnement dans l'espace extrêmement précis de l'outil, et qui autorisent un changement de l'outil instantanément au cours d'une opération sans perte de la position du porte-outil.

Egalement, l'invention a pour objet de proposer un tel porte-outil et un tel robot grâce auxquels il est possible de contrôler les déplacements de l'outil non seulement en amplitude, mais également en ce qui concerne les efforts de résistance subis par l'outil lors de son travail.

Simultanément, l'invention a pour objet de proposer un tel porte-outil et un tel robot qui peuvent être réalisés à moindre coût d'une façon extrêmement simple et fiable avec un minimum de pièces, et qui présentent simultanément des caractéristiques mécaniques, notamment en rigidité compatibles avec la précision de positionnement requise dans le domaine médical ou chirurgical et notamment en neurochirurgie.

A cet effet, l'invention concerne un porte-outil caractérisé en ce que l'outil est associé rigidement à ou est constitué d'une broche, et en ce que le porte-outil

comporte un alésage cylindrique débouchant à chacune de ses deux extrémités pour recevoir la broche, l'extrémité de l'alésage opposée à l'extrémité de travail de l'outil permettant l'introduction de la broche dans l'alésage lors de son montage sur le porte-outil.

L'alésage est formé dans un tube guidé en rotation axiale par rapport à un bâti associé au support. Le porte-outil comporte des moyens d'association rigide mais amovible de la broche par rapport au tube, qui comportent des moyens formant butée axiale limitant le déplacement axial de la broche par rapport au tube dans le sens de l'extrémité de travail, et un mandrin de serrage radial du tube à l'extrémité d'introduction.

Le porte-outil, selon l'invention, comporte un moteur d'entraînement en rotation de l'outil, dont le rotor est accouplé à la broche, notamment directement accouplé en rotation au tube. Le rotor du moteur est disposé autour d'une portion du tube, notamment dans une position située au moins au voisinage de l'extrémité d'introduction. Le bâti porte le moteur monté entre le mandrin de serrage et l'extrémité de l'alésage opposée à l'extrémité d'introduction. Le bâti forme un cylindre allongé axialement pour le guidage du tube en rotation. Ce cylindre s'étend entre un logement de réception du moteur et l'extrémité du tube opposée à l'extrémité d'introduction, et porte à chacune de ses extrémités un palier ou roulement.

Le porte-outil comporte des moyens motorisés de guidage en translation du bâti par rapport au support selon l'axe de l'outil et de la broche.

L'invention concerne également un robot médical ou chirurgical -notamment un robot neurochirurgical-, qui comporte un tel porte-outil formant la main du robot ayant une forme générale de bras articulé.

L'invention concerne également un porte-outil et un robot comportant en combinaison tout ou partie des caractéristiques susmentionnées ou décrites ci-après.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante qui se réfèrent aux figures annexées qui représentent un mode de réalisation préférentiel de l'invention et dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue schématique en perspective générale d'un robot selon l'invention
- la figure 2 est une vue de face en coupe partielle de l'extrémité d'un robot selon l'invention portant un porte-outil selon l'invention.
- la figure 3 est une vue de face et en demi-coupe axiale d'un porte-outil selon l'invention
- les figures 4a et 4b sont des vues de face et de droite d'une broche d'un porte-outil selon l'invention
- la figure 5 est une vue de face et en demi-coupe axiale d'un tube de réception de la broche d'un porte-outil selon l'invention.

La figure 1 représente un robot médical ou chirurgical, notamment neurochirurgical. Un tel robot permet le déplacement et le positionnement d'un outil 1 destiné à évoluer dans l'espace dans un champ opératoire, du type comprenant au moins trois degrés de liberté en série par rapport à une structure fixe 2.

Le robot comprend un bras articulé 3 porté par une de ses extrémités 4 par la structure 2 et portant à son autre extrémité 5 un porte-outil 6.

Le terme "outil" est utilisé de la façon la plus générale en référence non seulement à un outil d'usinage mais également à tout autre outil médical ou chirurgical (outil pour effectuer des biopsies, des mesures d'électro-

physiologie, endoscopes, sondes, cathéters, guides optiques, micro-caméras ...).

Le mode de réalisation représenté sur la figure 1 est plus particulièrement destiné à la neurochirurgie. La tête 7 d'un patient est immobilisée dans un cadre stéréotaxique 8 positionné par rapport à la structure fixe 2, notamment alignée avec le premier axe 9 d'articulation du bras articulé 3 sur la structure fixe 2.

Le porte-outil 6 est plus particulièrement destiné à un outil 1 actif en rotation continue ou discontinue autour de son axe 10, et/ou en translation continue ou discontinue selon cet axe 10.

Grâce aux degrés de liberté du bras articulé 3, la position et l'orientation de l'axe 10 dans l'espace sont déterminées. Le porte-outil 6 a pour fonction de porter l'outil 1 et de le guider dans ses mouvements par rapport à l'axe 10, c'est à dire en rotation et/ou translation par rapport à un support 5 formé par l'extrémité 5 du bras 3. Au cours d'une même opération, cet axe 10 est une constante importante qu'il convient en général de pouvoir conserver avec une grande fiabilité tout en autorisant les changements d'outils.

Le porte-outil 6 forme la main du robot articulée au bras 3. Le robot comporte donc des moyens 3, 9, 11, 12, 13 pour positionner l'extrémité 5 dans l'espace. Ces moyens sont constitués du bras 3 lui-même, et dans l'exemple représenté sur la figure 1, de quatre degrés de liberté, à savoir une rotation d'axe 9, une translation d'axe 11 orthogonale à l'axe 9, et deux rotations d'axes 12, 13 parallèles à l'axe 11. Le porte-outil 6 est associé à l'extrémité 5 du bras 3 par une rotation R1 d'axe 14 orthogonal à l'axe 10 et parallèle aux axes 11, 12 et 13. La rotation R1 forme donc le poignet du robot. Les degrés de liberté entre l'extrémité 5 du bras 3 et l'outil 1 sont

successivement : la rotation R1, une translation T1 d'axe 15 parallèle à l'axe 10, et une rotation propre R2 de l'outil 1 autour de son axe 10.

L'outil 1 est monté sur un bâti 16. Le porte-outil 6 comporte des moyens 17, 18, 19, 20 motorisés de guidage en translation du bâti 16 par rapport au support 5 selon l'axe 10. Le bâti 16 est monté sur un châssis 17 grâce à une bride de serrage 22. Le châssis 17 comporte une vis 18 dont l'axe 15 est celui de translation du châssis 17. La vis 18 engrène avec un taraudage d'un écrou 19 porté par une platine 21 associée à l'extrémité 5 du bras 3. Lorsque la vis 18 tourne, l'écrou 19 et la platine 21 sont déplacés en translation T1 le long de l'axe 15 et le bâti 16 et l'outil 1 déplacés en translation le long de l'axe 10. Un moteur électrique 20 porté par le châssis 17 est monté autour de la vis 18 en vue de l'entraîner en rotation. Sur la figure 2, sont représentées en traits pleins et en traits mixtes les positions extrêmes de la platine 21.

L'outil 1 a une extrémité libre de travail 23. L'outil 1 est associé rigidement à ou est constitué d'une broche 24 dont les dimensions et la forme sont connues et constantes. L'utilisateur dispose généralement d'un jeu d'outils 1 de caractéristiques de travail différentes ayant tous une broche telle que 24.

Dans l'exemple représenté, l'outil 1 est une mèche associée rigidement à l'extrémité percée 25 d'une broche 24. La mèche peut être sertie ou soudée dans ce perçage. En variante, la broche 24 constitue elle-même l'outil 1.

Le porte-outil 6 comporte un alésage 26, cylindrique, débouchant à ses deux extrémités 27, 28, recevant la broche 24. L'extrémité 27 opposée à l'extrémité de travail 23 de l'outil 1 et au champ opératoire est celle par laquelle la broche 24 est introduite dans l'alésage 26 lors de son montage sur le porte-outil 6.

L'alésage 26 a une section droite transversale qui correspond à celle de la broche 24, au moins au niveau des surfaces de contact. Cette section peut être circulaire (cas des figures), ou non circulaire (par exemple polygonale). L'alésage 26 est formé dans un tube 29 guidé en rotation axiale par rapport au bâti 16. La broche 24 est associée rigidement et de façon amovible par rapport au tube 29 grâce à des moyens d'association rigide amovible 30, 31, 32. Les moyens 30 à 32 et/ou la forme de la section non circulaire de l'alésage 26 et de la broche 24 réalisent un blocage en rotation de la broche 24 par rapport au tube 29.

La broche 24 coopère avec le tube 29 de façon que sa position, après montage dans l'alésage 26, soit prédéterminée et invariable quel que soit le type d'outil.

Le bâti 16 forme un cylindre 33 pour le guidage en rotation du tube 29. Le cylindre 33 est allongé axialement et centré sur l'axe 10. La surface externe 34 du tube 29 a une section droite transversale circulaire au moins au droit des guidages du tube 29. Le cylindre 33 porte à chacune de ses extrémités 35, 36 un palier ou roulement 37, 38. Les roulements 37, 38 ont leur cage extérieure sertie dans des logements cylindriques ménagés en creux dans la surface interne du cylindre 33 (figure 3). Le tube 29 est bloqué axialement par rapport aux roulements 37, 38 grâce à un épaulement 39 formé par une nervure périphérique circulaire 40 s'étendant radialement en saillie par rapport à la surface externe 34. A l'extrémité 35 du cylindre 33 orientée vers le champ opératoire et vers l'extrémité de travail 23, le blocage axial est réalisé par un écrou de serrage 41 et un contre-écrou de blocage 42 coopérant avec un filetage de l'extrémité 43 du tube 29.

La longueur de l'alésage 26 est suffisante pour assurer un blocage sans jeu et un centrage appropriés de la

broche 24 par rapport au tube 29. Cette longueur est supérieure à la demi-longueur de la broche 24. La longueur du cylindre 33 est suffisante pour assurer un guidage et un centrage appropriés du tube 29 dans ses mouvements de rotation par rapport au bâti 16. Cette longueur est supérieure à la demi-longueur du tube 29.

La broche 24 est centrée axialement par rapport à l'alésage 26 par au moins deux portions d'alésage interne 45, 46 formant des portées de contact et de centrage, une à chaque extrémité 27, 28. Ces portions d'alésage 45, 46 sont usinées avec une grande précision et rectifiées ainsi que les portions en regard de la surface externe 47 de la broche 24.

Les moyens 30 à 32 sont ménagés au moins au voisinage de l'extrémité 27, et coopèrent avec une portion 48 de la broche 24 opposée à l'extrémité de travail 23. Cette portion 48 est située dans la demi-longueur de la broche 24 opposée à l'extrémité 25.

Les moyens 30 à 32 comportent des moyens 31, 32 formant butée axiale limitant de façon positive le déplacement axial de la broche 24 par rapport au tube 29 dans le sens de l'extrémité 23 de travail et du rapprochement du champ opératoire. Au contraire, le porte-outil 6 ne comporte aucune butée positive limitant la translation axiale de la broche 24 dans le sens de son éloignement du champ opératoire. Les moyens 31, 32 empêchent donc la broche 24 d'être déplacée axialement en translation au delà d'une position prédéterminée lors de son montage dans l'alésage 26, et assurent qu'après son montage, la broche 24 est placée dans la position prédéterminée. Les moyens 31, 32 comportent au moins une gorge longitudinale 31 ménagée dans le tube 29 à partir de l'extrémité 27, et au moins un téton 32 solidaire de la broche 24, s'étendant radialement en saillie par rapport à

la surface externe 47 de la broche 24 et pénétrant dans la gorge 31 pour venir en butée contre l'extrémité intérieure fermée 49 de la gorge 31 située du côté de l'extrémité de travail 23. Dans la réalisation représentée, les moyens 31, 32 comportent deux gorges longitudinales 31 et deux tétons 32 placés symétriquement par rapport à l'axe 10. Les deux tétons 32 peuvent être formés par une même goupille de longueur supérieure au diamètre de la broche 24, engagée transversalement dans un perçage radial de la broche 24.

Les moyens 30, 31, 32 comportent un mandrin 30 de serrage radial du tube 29 à l'extrémité 27. Ce mandrin 30 est constitué d'un filetage externe 30b ménagé à l'extrémité 44 du tube 29 opposée au champ opératoire et à l'extrémité de travail 23, et d'un écrou 30a de serrage coopérant avec le filetage 30b. L'extrémité 44 est conique ou pseudo-conique de sorte que l'écrou 30a tend à resserrer radialement vers l'intérieur, la portion 46 de l'alésage 26 venant au contact de la broche 24. Pour faciliter le serrage de l'écrou 30a, ce dernier est moleté comme l'extrémité 50 de la broche 24 opposée à l'extrémité de travail 23.

Chaque gorge longitudinale 31 est constituée d'une fente du mandrin 30. Pour permettre le serrage radial de l'extrémité 44, celle-ci comporte une série, par exemple quatre, fentes longitudinales régulièrement réparties, dont deux sont prolongées vers l'extrémité de travail 23 pour former les gorges 31.

Pour monter la broche 24 dans le porte-outil 6, on engage l'outil 1 et l'extrémité 25 de la broche 24 dans l'extrémité 27 de l'alésage 26, on positionne la broche 24 de façon que les tétons 32 pénètrent dans les gorges 31, et on introduit la broche 24 jusqu'à ce que les tétons 32 viennent en butée contre les extrémités 49. Puis on place l'écrou 30a que l'on serre en retenant l'extrémité moletée

50 de la broche 24 jusqu'à serrage complet. Les moyens 31, 32 assurent également le blocage en rotation de la broche 24 par rapport au tube 29, les tétons 32 prenant appui sur les faces latérales des gorges 31.

Pour démonter la broche 24 et l'outil 1 du porte-outil 6, on procède à l'inverse.

Le montage et le démontage de l'outil 1 par rapport au porte-outil 6 sont donc simples, rapides, se font par l'arrière à l'opposé du champ opératoire, avec une grande fiabilité, tout en conservant les coordonnées spatiales du porte-outil 6 et de l'outil 1. La longueur donnée à la broche 24, au tube 29 et au cylindre 33, tous d'un encombrement radial faible, permet de disposer d'un champ opératoire peu encombré ne gênant pas les manipulations du praticien.

Le porte-outil 6 comporte un moteur électrique 51 d'entraînement en rotation de l'outil 1 dont le rotor 52 est accouplé à la broche 24 par l'intermédiaire du tube 29 auquel il est directement accouplé en rotation. Le rotor 52 est disposé autour d'une portion 54 du tube 29 qui s'étend à partir d'un épaulement 55 formé par la nervure 40 du côté opposé au champ opératoire et à l'extrémité de travail 23. Le rotor 52 peut être fretté autour de la portion 54. Le moteur 51 est donc monté au voisinage de l'extrémité 27, en regard radialement de la portion 48 de la broche 24 située dans sa demi-longueur opposée à l'extrémité de travail 23. Le moteur 51 est monté entre le mandrin 30 et l'extrémité 28, et plus précisément la portion du tube 29 en regard du cylindre 33.

Le stator 53 du moteur 51 est associé rigidement au bâti 16. Le cylindre 33 s'étend entre un logement 56 de réception du moteur 51, et l'extrémité 43 du tube 29. Le moteur 51, plus encombrant radialement que le cylindre 33, est repoussé vers l'arrière (vers l'extrémité

d'introduction 27) et éloigné du champ opératoire. Le moteur 51 est couplé à la broche 24 et à l'outil 1 ce qui permet de mesurer le couple subi par l'outil 1 lors de sa rotation et d'asservir le fonctionnement du moteur 51 en fonction des efforts résistants qu'il subit du fait de la résistance de l'outil 1.

Le bâti 16 portant le moteur 51, le tube 29 et la broche 24 constituent un ensemble porte-outil monobloc autonome pour porter et guider en rotation un outil 1. Cet ensemble comporte un petit nombre de pièces et permet néanmoins un guidage axial et en rotation excellent. Pour procéder à son montage, on place les roulements 37, 38 dans leur logement, on insère le tube 29 du côté de l'orifice du cylindre 33 définissant le logement 56 du moteur 51, on place l'écrou 41 et le contre-écrou 42 pour bloquer le tube 29, on emmanche à force le moteur 51 autour du tube 29 jusqu'à ce qu'il vienne au contact du logement 56 formé à l'extrémité du cylindre 33 et en butée contre l'épaulement 55 du tube 29, on place un couvercle 57 autour du tube 29, on serre ce couvercle 57 sur le bâti 16 grâce à une série de vis 58 traversant le stator 53, on introduit une broche 24 dans l'extrémité 27 d'introduction de l'alésage 26 du tube 29 jusqu'au contact des tétons 32 avec le fond 49 des gorges 31 et on serre l'écrou 30a de mandrin.

REVENDICATIONS

1. Porte-outil pour porter et guider, par rapport à un support (5), un outil (1) médical ou chirurgical ayant une extrémité libre de travail (23) caractérisé en ce qu'il comporte un alésage (26) cylindrique débouchant à ses deux extrémités (27, 28) pour recevoir une broche (24) l'outil (1) étant associé rigidement à ou constitué de cette broche (24), l'extrémité (27) opposée à l'extrémité de travail (23) formant l'extrémité d'introduction de la broche (24) dans l'alésage (26) lors de son montage sur le porte-outil.

2. Porte-outil selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'alésage (26) est formé dans un tube (29) guidé en rotation axiale par rapport à un bâti (16) associé au support (5), et en ce qu'il comporte des moyens (30, 31, 32) d'association rigide amovible de la broche (24) par rapport au tube (29).

3. Porte-outil selon l'une des revendications 1 et 2 caractérisé en ce que la longueur de l'alésage (26) est supérieure à la demi-longueur de la broche (24).

4. Porte-outil selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce que la broche (24) est centrée axialement par rapport à l'alésage (26) par au moins deux portions d'alésage interne (45, 46) formant portées de contact et de centrage, une à chaque extrémité (27, 28) de l'alésage (26).

5. Porte-outil selon l'une des revendications 2 à 4 caractérisé en ce que les moyens (30, 31, 32) coopèrent avec une portion (48) de la broche (24) opposée à l'extrémité de travail (23).

6. Porte-outil selon l'une des revendications 2 à 5 caractérisé en ce que les moyens (30, 31, 32) comportent des moyens (31, 32) formant butée axiale limitant le déplacement axial de la broche (24) par rapport au tube (29) dans le sens de l'extrémité de travail (23).

7. Porte-outil selon la revendication 6 caractérisé en ce que les moyens (31, 32) comportent au moins une gorge longitudinale (31) ménagée dans le tube (29) à partir de l'extrémité d'introduction (27), et au moins un téton (32) s'étendant radialement en saillie par rapport à la surface externe (47) de la broche (24) pour pénétrer dans la gorge longitudinale (31) et venir en butée contre l'extrémité intérieure fermée (49) de la gorge (31).

8. Porte-outil selon la revendication 7 caractérisé en ce que les moyens (31, 32) comportent deux gorges longitudinales (31) et deux tétons (32) en saillie disposés symétriquement par rapport à l'axe (10).

9. Porte-outil selon l'une des revendications 2 à 8 caractérisé en ce que les moyens (30, 31, 32) comportent un mandrin (30) de serrage radial du tube (29) à l'extrémité (27).

10. Porte-outil selon la revendication 9 et l'une des revendications 7 et 8 caractérisé en ce que chaque gorge longitudinale (31) est constituée d'une fente du mandrin.

11. Porte-outil selon l'une des revendications 1 à 10 caractérisé en ce qu'il comporte un moteur (51) d'entraînement en rotation de l'outil (1), dont le rotor (52) est accouplé à la broche (24).

12. Porte-outil selon la revendication 11 caractérisé en ce que le rotor (52) du moteur est directement accouplé en rotation au tube (29).

13. Porte-outil selon l'une des revendications 11 et 12 caractérisé en ce que le rotor (52) du moteur (51) est disposé autour d'une portion (54) du tube (29).

14. Porte-outil selon l'une des revendications 11 à 13 caractérisé en ce que le moteur (51) est monté dans une position située au moins au voisinage de l'extrémité (27) de l'alésage (26).

15. Porte-outil selon l'une des revendications 11 à 14 caractérisé en ce que le moteur (51) est monté en regard radialement d'une portion (48) de la broche (24) située dans la demi-longueur de la broche (24) opposée à l'extrémité de travail (23).

16. Porte-outil selon la revendication 9 et l'une des revendications 11 à 15 caractérisé en ce que le moteur (51) est monté entre le mandrin de serrage (30) et l'extrémité (28) de l'alésage (26) opposée à l'extrémité d'introduction (27).

17. Porte-outil selon la revendication 2 et l'une des revendications 11 à 16 caractérisé en ce que le bâti (16) porte le moteur (51) qui lui-même est accouplé au tube (29) qui porte la broche (24).

18. Porte-outil selon l'une des revendications 2 à 17 caractérisé en ce que le bâti (16) forme un cylindre (33) allongé axialement pour le guidage du tube (29) en rotation.

19. Porte-outil selon la revendication 18 caractérisé en ce que la longueur du cylindre (33) de guidage est supérieure à la demi-longueur du tube (29).

20. Porte-outil selon l'une des revendications 18 et 19 caractérisé en ce que le cylindre (33) porte à chacune de ses extrémités (35, 36) un palier ou roulement (37, 38).

21. Porte-outil selon l'une des revendications 11 à 17 et selon l'une des revendications 18 à 20 caractérisé en ce que le cylindre (33) s'étend entre un logement (56) de réception du moteur (51) et l'extrémité (43) du tube (29) opposée à l'extrémité d'introduction (27) de la broche (24) dans l'alésage (26).

22. Porte-outil selon l'une des revendications 2 à 21 caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (17, 18, 19, 20) motorisés de guidage en translation du bâti (16) par rapport au support (5) selon l'axe (10).

23. Robot médical ou chirurgical -notamment neurochirurgical- caractérisé en ce qu'il comporte un porte-outil (6) selon l'une des revendications 1 à 22.

24. Robot selon la revendication 23 caractérisé en ce que le porte-outil (6) forme la main du robot articulée à un bras articulé (3).

25. Robot selon l'une des revendications 23 et 24 caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (3, 9, 11, 12, 13) pour positionner une extrémité (5) de bras articulé (3) dans l'espace et en ce que le porte-outil (6) est associé à cette extrémité (5) par une rotation (R1) d'axe (14) orthogonal à l'axe (10).

26. Robot selon l'une des revendications 23 à 25 caractérisé en ce que les degrés de liberté entre l'extrémité (5) du bras (3) et l'outil (1) sont successivement

- une rotation (R1)
- une translation (T1) d'axe (15) parallèle à l'axe (10) ;
- une rotation propre (R2) de l'outil (1) autour de son axe (10).

1/2

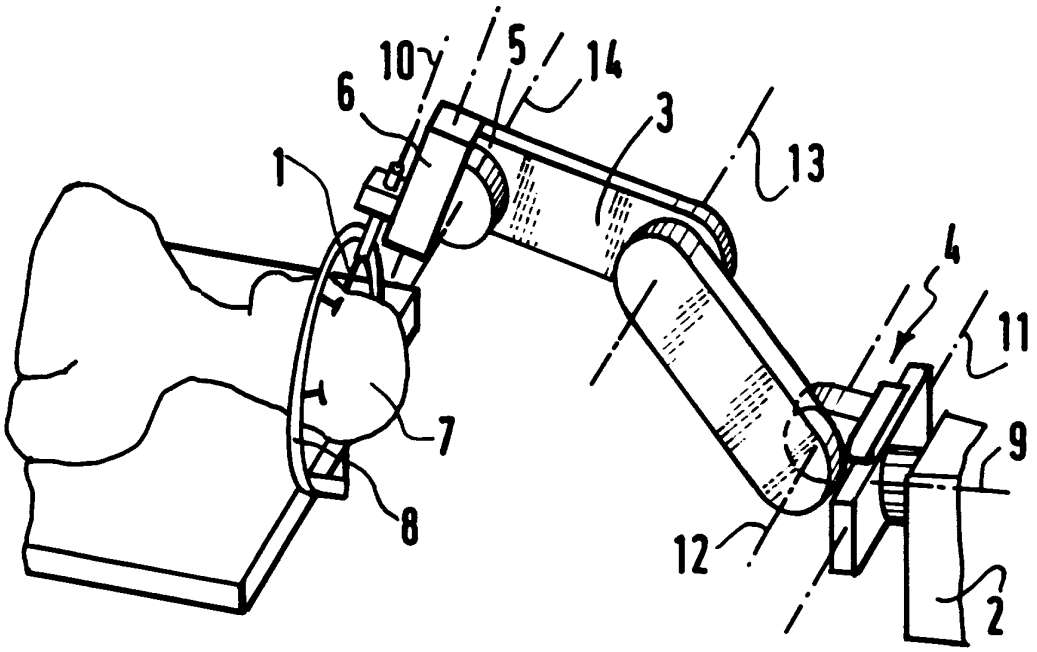

10
5
14
6
3
13
1
4
11
7
9
8
12
2

FIG.1

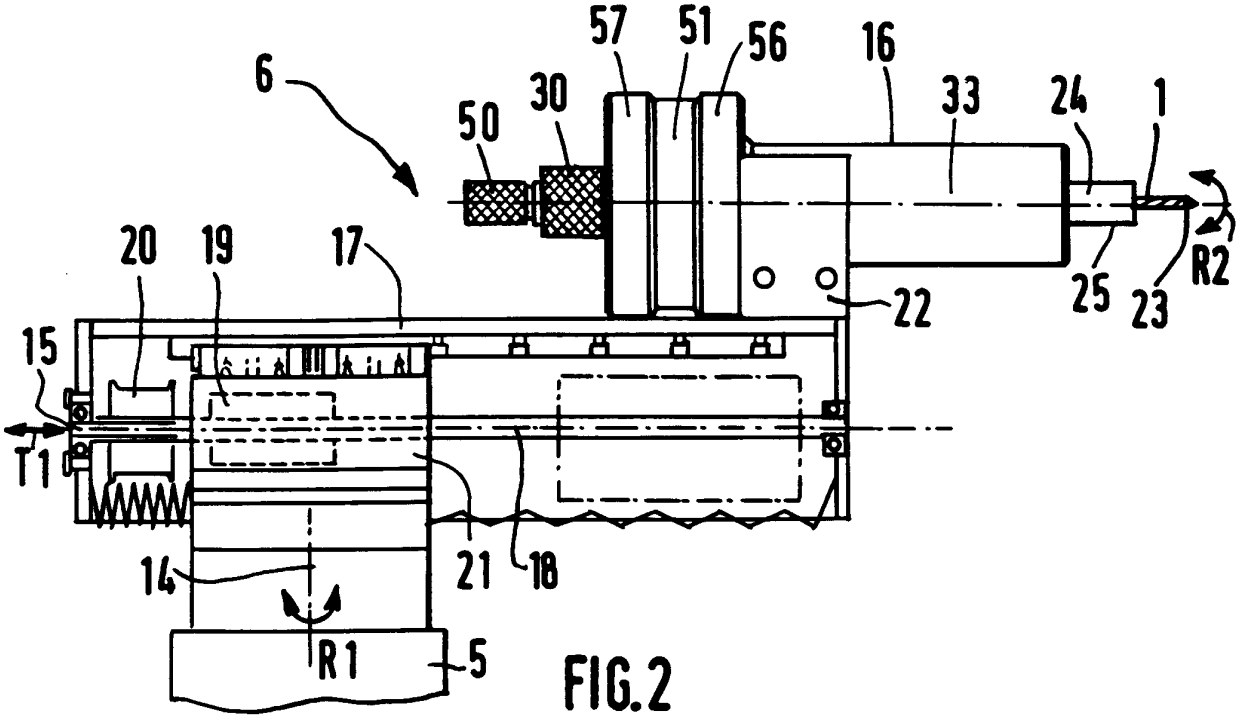

57
51
56
16
6
30
33
24
1
50
20
19
17
22
25
23
R2
15
T1
21
18
14
R1
5

FIG.2

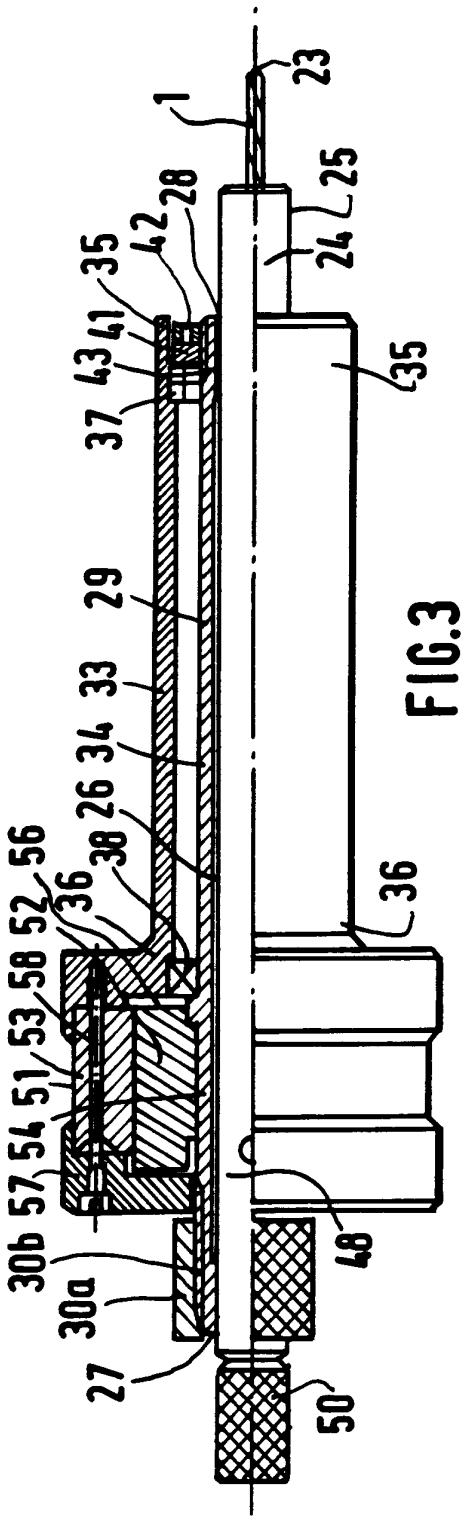


FIG.3

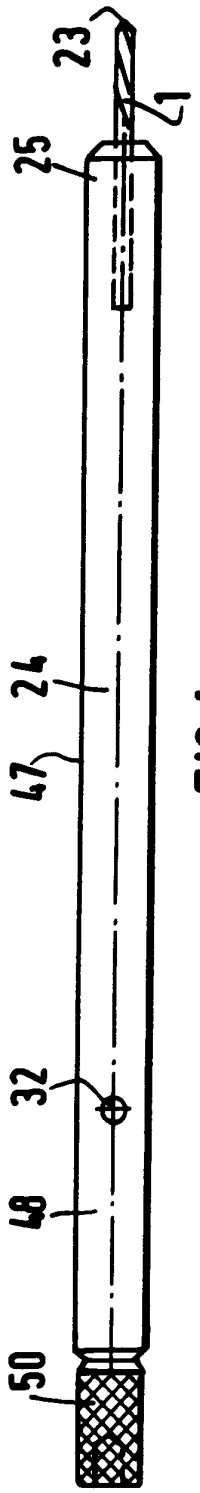


FIG.4a

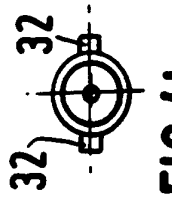


FIG.4b

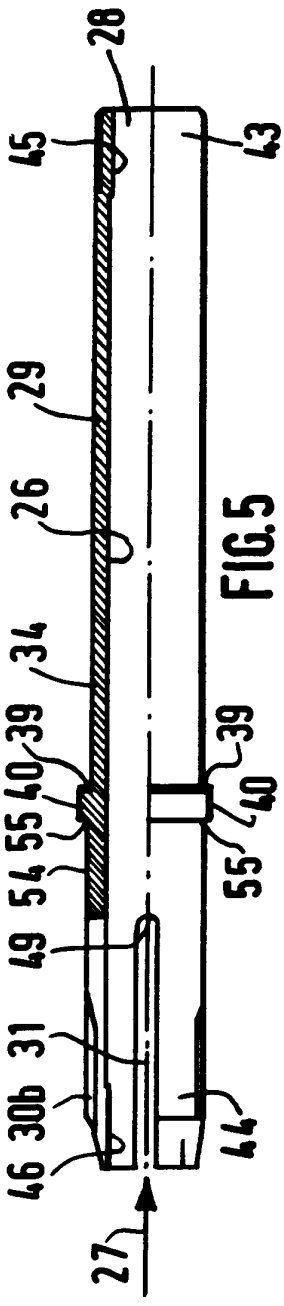


FIG.5

REPUBLIQUE FRANÇAISE

2715598

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 495855
FR 9401164

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
X	US-A-5 078 140 (KWOH) * colonne 3, ligne 48 - ligne 55 * * colonne 5, ligne 18 - ligne 40 * * colonne 7, ligne 22 - ligne 34 *	1,2, 22-26
A	EP-A-0 207 726 (SHERWOOD MEDICAL COMPANY) * revendication 2 *	6
A	GB-A-2 239 605 (UNIVERSITY OF BRISTOL) * page 3, ligne 22 - ligne 35 *	1,11
A	US-A-5 093 593 (PHILIPP) * colonne 2, ligne 53 - ligne 60; figure 1 *	11
A	US-A-5 230 623 (GUTHRIE ET AL.)	
A	EP-A-0 469 966 (FARO MEDICAL TECHNOLOGIES)	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)

A61B

Date d'achèvement de la recherche: 9 Novembre 1994

Examinateur: Glas, J

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)