(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

COURBEVOIE

(11) **N° de publication :** ***3 119 087***
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **22 00670**

(51) Int Cl[8] : ***A 61 B 17/28*** *(2022.01), A 61 B 17/00, A 61 B 34/20*

(12) **BREVET D'INVENTION** **B1**

(54) INSTRUMENT MEDICAL.

(22) **Date de dépôt :** 26.01.22.

(30) **Priorité :** 27.01.21 DE DE 10 2021 101 766.1.

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 29.07.22 Bulletin 22/30.

(45) **Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention :** 13.12.24 Bulletin 24/50.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche :**

Se reporter à la fin du présent fascicule

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

◯ **Demande(s) d'extension :**

(71) **Demandeur(s) :** *Karl Storz SE & Co. KG Société de droits étrangers* — DE.

(72) **Inventeur(s) :** STEFAN Jochen.

(73) **Titulaire(s) :** Karl Storz SE & Co. KG Société de droits étrangers.

(74) **Mandataire(s) :** Cabinet Murgitroyd.

FR 3 119 087 - B1

Description

Titre de l'invention : INSTRUMENT MEDICAL

[0001] La présente invention concerne un instrument médical équipé d'une tige s'étendant entre une extrémité proximale et une extrémité distale, l'instrument étant réalisé au niveau de l'extrémité distale pour recevoir un organe terminal effecteur, une unité d'actionnement associée à l'extrémité proximale de la tige et avec au moins deux lignes de commande s'étendant à travers la tige, les au moins deux lignes de commande pouvant être utilisées pour commander au moins un degré de liberté d'instrument, notamment pour piloter l'organe terminal effecteur.

[0002] Le document US 5 454 827 A expose de façon connue un instrument chirurgical qui comporte une tige rigide dotée d'une extrémité distale et d'une extrémité proximale s'étendant entre une poignée et une tête de mâchoire, une section déviable étant prévue au niveau de l'extrémité distale de la tige rigide, ladite tige permettant de dévier dans des directions quelconques la tête de mâchoire par rapport à la tige rigide, la section déviable comportant une pluralité d'articulations pivotantes disposées en ligne, ces articulations pouvant pivoter les unes par rapport aux autres.

[0003] Pour commander le mouvement de déviation, le document US 5 454 827 A propose d'utiliser quatre fils d'actionnement s'étendant à travers la tige et la section déviable et pouvant être commandés manuellement via un levier de commande. Les quatre fils d'actionnement sont couplés de telle sorte entre eux grâce à un maillon distal de la section déviable ainsi qu'avec une plaque de commande reliée au levier de commande qu'en cas de déviation du levier de commande, les fils d'actionnement sont en partie tirés proximalement ou tirés distalement. La tête de mâchoire peut ainsi être déviée vers le haut ou vers le bas et/ou vers la droite ou vers la gauche.

[0004] On connait des instruments médicaux des types les plus divers qui soient. Par exemple, il existe des instruments médicaux dotés d'un organe terminal effecteur sous la forme d'une tête de mâchoire comportant deux parties de mâchoire mobiles l'une par rapport à l'autre, afin d'ouvrir ou de fermer la tête de mâchoire. De tels instruments sont par exemple réalisés sous la forme de serre-câbles, de ciseaux, d'agrafeuses, de pinces, de pincettes ou de façon similaire. Des instruments chirurgicaux correspondants sont également connus pour réaliser un traitement électrochirurgical et ils comportent une ou plusieurs électrodes dans la région de la tête de mâchoire.

[0005] Il est compréhensible que l'organe terminal effecteur ne soit pas nécessairement réalisé exemples de configuration sous la forme d'une tête de mâchoire. Par exemple, l'organe terminal effecteur peut comprendre des éléments optiques et/ou un capteur d'images. Par exemple, l'organe terminal effecteur peut être réalisé pour émettre un rayonnement électromagnétique, par exemple dans le cadre d'une thérapie photo-

dynamique. Par exemple, l'organe terminal effecteur peut être réalisé pour prélever des échantillons et/ou pour envoyer un médicament ou d'autres substances de façon réalisée. L'organe terminal effecteur peut par exemple être réalisé pour mettre à disposition une fonction de rinçage ou une fonction d'aspiration. Des formes mélangées et des combinaisons sont envisageables.

[0006] Des degrés de liberté supplémentaires sont notamment souhaités dans le cas des instruments à tige rigide, par exemple pour permettre de dévier l'organe terminal effecteur par rapport à la tige. L'organe terminal effecteur peut ainsi (du point de vue d'un utilisateur) être dévié vers le haut ou vers le bas et/ou vers la droite ou vers la gauche. Le document US 5 454 827 A décrit une réalisation dans laquelle une déviation d'une tête de mâchoire est possible dans plusieurs directions à l'aide de seulement un levier de commande.

[0007] L'instrument chirurgical décrit dans le document US 5 454 827 A est guidé à la main, la commande de la section déviable s'effectuant également manuellement. L'utilisateur peut dévier le levier de commande dans différentes directions à la façon d'un joystick, déviant en réaction la tête de mâchoire.

[0008] Les instruments médicaux à commande motorisée voire le cas échéant robotisée sont connus de très longue date. Quelques degrés de liberté ou l'ensemble d'entre eux (mouvements, fonctions, etc.) de l'instrument peuvent être actionnés et le cas échéant commandés de façon motorisée. Cela peut présenter des avantages à l'utilisation. Des développements ultérieurs tels que la télémédecine (téléchirurgie), les traitements chirurgicaux réalisés à l'aide de robots d'opération et similaires nécessitent quant à eux une commande la plus motorisée/robotisée possible de la totalité ou de la quasi-totalité des fonctions de l'instrument.

[0009] Le concept exposé dans le document US 5 454 827 A est adapté pour l'actionnement manuel à condition que l'utilisateur dispose de l'expérience correspondante. Une mise en œuvre à l'identique entraînerait toutefois un coût élevé parce que le mouvement de commande comprend divers degrés de liberté de mouvement au niveau du levier de commande.

[0010] Les instruments médicaux, notamment les instruments chirurgicaux voire les instruments de microchirurgie invasive, nécessitent souvent de prendre en compte des limitations d'encombrement délicates. Cela concerne souvent un diamètre de tige. Le diamètre d'une tige d'instrument médical peut par exemple mesurer de façon maximale 15 mm, de façon maximale 12 mm, de façon maximale 10 mm, de façon maximale 8 mm voire de façon maximale 6 mm. Cela ne se comprend pas de façon limitative. De même, diverses fonctions et divers degrés de liberté sont souvent souhaités pour l'organe terminal effecteur. Les mouvements correspondants doivent régulièrement être transmis depuis l'extrémité proximale de l'instrument jusqu'à

l'extrémité distale. Les entraînements ou autres actionneurs ne peuvent régulièrement pas être réalisés directement en présence d'un organe terminal effecteur.

[0011] Dans ce contexte de la présente invention, l'objectif est de proposer un instrument médical présentant une pluralité de degrés de liberté, notamment de degrés de liberté de mouvement, pour un organe terminal effecteur, au moins quelques-uns des degrés de liberté pouvant être motorisés de façon commandable. Cela vaut par exemple pour un mouvement de déviation de l'organe terminal effecteur. De préférence, l'instrument permet d'utiliser un petit diamètre de tige. De préférence, l'instrument permet de dévier l'organe terminal effecteur dans différentes directions. De préférence, la déviation de l'organe terminal effecteur peut être commandée de façon variable. De préférence, le mouvement de déviation est sans jeu ou avec un jeu faible. L'instrument médical doit notamment être adapté dans un traitement télémédical (téléchirurgical) et/ ou de chirurgie robotisée et/ou assistée par robot, au moins dans les exemples de configuration.

[0012] L'objectif de la présente invention est en outre de mettre en œuvre une unité d'actionnement adaptée à un tel instrument.

[0013] Selon un premier aspect, la présente invention concerne un instrument médical équipé d'une tige s'étendant entre une extrémité proximale et une extrémité distale, l'instrument étant réalisé au niveau de l'extrémité distale pour recevoir un organe terminal effecteur, une unité d'actionnement associée à l'extrémité proximale de la tige et comportant une pluralité d'entraînements, ledit instrument étant avec au moins deux lignes de commande s'étendant à travers la tige, les au moins deux lignes de commande pouvant être utilisées pour commander au moins un degré de liberté d'instrument, notamment pour piloter l'organe terminal effecteur, les au moins deux lignes de commande comprenant une première ligne de commande et une deuxième ligne de commande, et la première ligne de commande étant couplée à un premier élément d'entraînement et la deuxième ligne de commande étant couplée à un deuxième élément d'entraînement sur lesquels agit un entraînement pour produire un mouvement de poussée ou un mouvement de traction de l'élément d'entraînement.

[0014] Ceci permet d'atteindre l'objectif.

[0015] Selon la présente invention, une unité d'actionnement est notamment mise à disposition qui peut commander des mouvements si besoin très complexes (degrés de liberté de l'instrument), mais en utilisant pour ce faire des éléments simples couplés entre eux de façon adaptée. Des mouvements simples (mouvements de traction ou mouvements de poussée) sont notamment utilisés pour commander les degrés de liberté de mouvement souhaités de l'instrument. Les mouvements de traction ou les mouvements de poussée sont régulièrement des mouvements translationnels pouvant par exemple être produits de façon précise et reproductible à l'aide de broches de

filetage. Des mouvements complexes peuvent ainsi être subdivisés en une pluralité de mouvements partiels simples pour lesquels on dispose déjà d'entraînements établis, notamment d'entraînements électromotorisés.

[0016] Dans le cadre de la présente invention, une extrémité distale ou un élément est orienté vers un patient et éloigné d'un utilisateur et/ou d'une base de l'instrument. Dans le cadre de la présente invention, une extrémité proximale ou un élément est orienté vers un utilisateur et/ou une base de l'instrument et éloignée d'un patient. En d'autres termes, une extrémité distale ou un élément d'une unité est disposé régulièrement plus près d'un patient que l'élément proximal de ladite unité. Le concept « distalement » peut donc être compris comme « orienté vers le patient ». Le concept « proximalement » peut par conséquent être également compris comme « éloigné du patient ».

[0017] Dans le cadre de la présente invention, un mouvement de traction d'un élément d'entraînement est un mouvement de l'élément d'entraînement dans la direction proximale, par exemple s'éloignant de l'extrémité distale. Dans le cadre de la présente invention, un mouvement de poussée d'un élément d'entraînement est un mouvement de l'élément d'entraînement dans la direction distale, par exemple s'éloignant de l'extrémité proximale.

[0018] Par exemple, la déviation de l'instrument est une déviation de l'organe terminal effecteur par rapport à la tige et/ou par rapport à l'extrémité proximale de l'instrument. Une déviation de l'organe terminal effecteur comprend par exemple une transition depuis une orientation dans le sens de la longueur (par exemple orientée concentriquement par rapport à l'axe longitudinal de la tige) jusque dans une orientation en angle par rapport à l'axe longitudinal.

[0019] Dans un exemple de configuration, un organe terminal effecteur est disposé au niveau de l'extrémité distale de la tige de l'instrument. L'organe terminal effecteur est à titre d'exemple une tête de mâchoire avec deux parties de mâchoire parmi lesquelles au moins une partie de mâchoire est mobile par rapport à une autre partie de mâchoire. Une telle tête de mâchoire est réalisée à titre d'exemple sous la forme d'une pince, d'une pincette, d'un ciseau, d'un instrument de coagulation ou de façon similaire. Dans les exemples de configuration, l'organe terminal effecteur comprend une source lumineuse ou une source de rayonnement. Dans les exemples de configuration, l'organe terminal effecteur comprend des composants de module optique. Dans un exemple de configuration, l'organe terminal effecteur comprend un capteur d'images.

[0020] Un organe terminal effecteur peut également être décrit comme une pièce d'extrémité distale de l'instrument disposée au niveau de l'extrémité distale de la tige. On comprend que des composants supplémentaires peuvent être réalisés entre la tige et l'organe terminal effecteur, par exemple une section déviable. Dans des configurations

définies, la section déviable fait partie intégrante de la tige.

[0021] Lorsqu'un mouvement de poussée ou un mouvement de traction de l'élément d'entraînement se produit, la ligne de commande ainsi couplée peut être sollicitée en direction d'une traction (traction dans la direction proximale) ou en direction d'une poussée (généralement : mouvement de compensation dans la direction distale). Ceci peut être utilisé d'une part pour réaliser un mouvement à l'extrémité distale de l'instrument. De plus, la ou les lignes de commande, notamment les deux lignes de commande d'une paire, peuvent être légèrement précontraintes, pour minimiser voire éliminer un jeu de mouvement lors de la commande du degré de liberté de l'instrument (par exemple le jeu de retour vers la position initiale). Cela permet de réaliser des mouvements de haute précision avec une précision de répétition élevée.

[0022] Dans les exemples de configuration, l'unité d'actionnement est réalisée sous la forme d'une unité d'actionnement motorisée avec des entraînements motorisés. L'instrument peut ainsi être utilisé pour des applications télémédicales, des applications téléchirurgicales, des applications assistées par robot et similaires.

[0023] Dans le cadre de la présente invention, les nombres ordinaux (premier, deuxième, troisième élément…) sont utilisés en premier lieu pour distinguer les différents éléments. Chaque élément n'est ainsi pas nécessairement lié à une pondération ou à une hiérarchie. En d'autres termes, on peut envisager des configurations pour lesquelles seul un deuxième ou un troisième élément sont prévus, toutefois sans le premier élément d'une série.

[0024] Dans les exemples de configuration, l'instrument médical est réalisé pour être introduit dans un corps d'un patient. Cela peut se produire via des ouvertures naturelles ou artificielles du corps. On comprend que l'instrument médical peut également être réalisé pour traiter le corps depuis l'extérieur du corps.

[0025] L'instrument médical est notamment un instrument chirurgical. À titre d'exemple, l'instrument médical est un instrument pour de la microchirurgie invasive. Par exemple, l'instrument médical est un instrument avec un diamètre de tige minimisé.

[0026] De préférence, l'instrument met à disposition plusieurs degrés de liberté pour le mouvement de déviation. Ceci comprend par exemple une déviation variable dans plusieurs directions (par exemple de haut en bas ainsi que de droite à gauche, par exemple par rapport à un horizon de l'observateur). En cas de commande coordonnée, l'organe terminal effecteur peut être articulé de façon quelconque ou de façon quasi quelconque dans un plan s'étendant perpendiculairement à l'axe longitudinal de la tige, au moins dans les exemples de configuration. Ceci peut être comparé à une aiguille de montre ou d'horloge pouvant prendre des positions quelconques (de façon correspondante entre 0:00 heure et 12:00 heures) sur un écran avec une séparation de douze heures. De plus, une variation du degré de déviation (et/ou de l'angle de courbure) est

également envisageable. En cas de déviation de 90°, l'organe terminal effecteur est é perpendiculairement à l'axe de la tige.

[0027] Dans les exemples de configuration, une déviation de l'organe terminal effecteur est caractérisée par une position angulaire (aiguille), par exemple entre 0° et 360°, et par un degré de déviation (angle de courbure), par exemple entre 0° (concentriquement à l'axe longitudinal) et 90° (perpendiculairement à l'axe longitudinal) voire davantage. D'autres réalisations sont envisageables. Dans un exemple de configuration, la déviation peut être commandée de façon incrémentielle ou par paliers.

[0028] Le degré de liberté est par exemple un degré de liberté de mouvement de l'instrument et/ou de son organe terminal effecteur. On peut ici aussi toutefois comprendre de façon générale une fonction, notamment une fonction comprenant un mouvement au moins d'un élément de l'instrument. Par exemple, l'ouverture et la fermeture de la partie de mâchoire peut être comprise comme un degré de liberté de l'instrument.

[0029] Selon un exemple de configuration, deux entraînements ou plus sont disposés parallèlement l'un par rapport à l'autre, deux entraînements ou plus étant de préférence disposés parallèlement à un axe longitudinal de la tige de façon à être répartis autour de l'axe longitudinal. Dans un exemple de configuration, quatre entraînements sont prévus de façon à être respectivement disposés autour de l'axe longitudinal de façon décalée de 90° par rapport à l'axe longitudinal. Les entraînements sont disposés dans un exemple de configuration sur la même position axiale le long de l'axe longitudinal.

[0030] Selon un exemple de configuration, les lignes de commande sont réalisées sous la forme de fils de commande, notamment sous la forme de fils de commande pouvant être sollicités en direction d'une traction. Les fils de commande sont par exemple en nitinol. On comprendra que les lignes de commande et les fils de commande peuvent aussi être sollicités au moins en partie en direction d'une poussée, au moins dans les exemples de configuration. Dans des configurations alternatives, les lignes de commande peuvent également être configurées comme des tiges de commande, notamment comme des tiges de commande flexibles et/ou des tiges de commande à élasticité suffisante.

[0031] Selon un autre exemple de configuration, l'organe terminal effecteur est prévu par rapport à la tige déviable, une section déviable étant prévue qui comprend au moins un élément sphérique doté de surfaces sphériques et disposé entre un guide-sphère proximal et un guide-sphère distal et les au moins deux lignes de commande étant couplées au niveau du guide-sphère distal pour dévier l'organe terminal effecteur. Dans un exemple de configuration, la section déviable est disposée à l'endroit de la transition entre la tige et l'organe terminal effecteur.

[0032] Dans un exemple de configuration, la section déviable est construite de façon similaire à une colonne vertébrale. En d'autres termes, deux éléments en forme de

sphère ou plus sont disposés en ligne, ces éléments étant respectivement réalisés entre deux guides en forme d'écuelles/disques en écuelle. Ceci permet d'atteindre des degrés de déviation considérables (angle de courbure).

[0033] Selon un autre exemple de configuration, une première et une deuxième ligne de commande forment une paire associée à un degré de liberté d'instrument. Selon un autre exemple de configuration, les lignes de commande de la paire sont alternativement sollicitées en direction d'une traction par un entraînement associé. Les deux lignes de commande d'une paire sont de préférence sollicitées alternativement en direction d'une traction par un seul entraînement, donc tirées alternativement dans une direction distale. La respectivement autre ligne de commande accomplit un mouvement de compensation opposé et est au moins légèrement précontrainte dans les exemples de configuration pour réduire le jeu.

[0034] Lorsqu'une première ligne de commande de la paire est sollicitée en direction d'une traction et par conséquent en direction de sa traction dans la direction proximale, l'autre ligne de commande - respectivement en fonction de la configuration de la section déviable - est déplacée de façon opposée (mouvement de compensation), donc tirée dans la direction distale (en raison de la déviation de la section déviable) et/ou poussée dans la direction distale (en raison du mouvement de poussée de l'élément d'entraînement). Lorsqu'en revanche une deuxième ligne de commande de la paire est sollicitée en direction d'une traction et par conséquent en direction de sa traction dans la direction proximale, l'autre ligne de commande est respectivement déplacée de façon opposée en fonction de la configuration de la section déviable (mouvement de compensation). Cela vaut au moins pour les exemples de configuration. Dans un exemple de configuration, les entraînements sont réalisés sous la forme d'entraînements de traction et/ou de poussée. En d'autres termes, dans un exemple de configuration, un entraînement peut pousser un élément d'entraînement dans la direction distale et/ou le tirer dans la direction proximale, le mouvement étant transmis à la ligne de commande couplée à l'élément d'entraînement.

[0035] Ceci permet de garantir dans les exemples de configuration un mouvement sans jeu ou avec un jeu faible, notamment une déviation à faible jeu ou sans jeu. En d'autres termes, l'organe terminal effecteur peut par exemple être positionné et orienté avec précision par le biais d'un mouvement de déviation. La section déviable est prévue à cette fin entre la tige et l'organe terminal effecteur dans un exemple de configuration. Dans les exemples de configuration, la section déviable est associée à la tige. Dans les exemples de configuration, la section déviable est associée à l'organe terminal effecteur. Ceci ne se comprend pas de façon limitative.

[0036] Dans un exemple de configuration, nombre impair de lignes de commande est prévu parmi lesquelles respectivement deux forment une paire pour commander un degré de

liberté d'instrument. Cela concerne notamment les lignes de commande utilisées pour piloter l'organe terminal effecteur. À titre d'exemple, on prévoit deux, quatre, six ou huit lignes de commande formant une paire, deux paires, trois paires ou quatre paires.

[0037] Cela n'exclut toutefois pas de prévoir au total un nombre impair de lignes de commande. Dans un exemple de configuration, une ligne de commande est réalisée pour ouvrir ou fermer les parties de mâchoire de l'organe terminal effecteur. Ceci peut à titre d'exemple se produire contre une force de rappel, de sorte qu'une seule ligne de commande suffise parce qu'une position de retour à l'état initial est par exemple donnée par la présence d'un ressort.

[0038] Selon un autre exemple de configuration, un seul entraînement est associé aux deux lignes de commande d'une paire. Lorsqu'un seul entraînement commande deux lignes de commande, cela réduit le nombre total d'entraînements nécessaires. Ceci peut en outre permettre d'atteindre un état sans jeu ou à jeu faible lorsque l'entraînement sollicite alternativement les lignes de commande en direction d'une traction et la respectivement autre ligne de commande est facilement précontrainte. Dans une configuration à quatre lignes de commande, il y a par conséquent deux entraînements, dans une configuration à huit lignes de commande, il y a quatre entraînements, au moins dans les exemples de configuration. On comprendra que des entraînements supplémentaires peuvent être prévus, notamment pour l'ouverture/fermeture de la partie de mâchoire.

[0039] Selon un autre exemple de configuration, les deux lignes de commande d'une paire sont au moins disposées de façon décalée de 180° l'une par rapport à l'autre au niveau de l'extrémité distale par rapport à l'axe longitudinal de la tige. En d'autres termes, les deux lignes de commande sont disposées sur les côtés opposés l'un par rapport à l'autre de la tige et/ou de son axe longitudinal. Ceci permet de réaliser un mouvement de déviation conjointement avec le mouvement de retour dans la position initiale associé, sans ressort de rappel ou autre élément similaire.

[0040] Dans un exemple de configuration, les deux lignes de commande sont disposées de façon décalée de 180° l'une par rapport à l'autre par rapport à l'axe longitudinal, au niveau de l'extrémité distale de la tige, par exemple en cas de position de couplage distale ou de guide-sphère distal de la section déviable. Par conséquent, un mouvement de traction alternatif peut provoquer dans la direction proximale tant un mouvement de déviation à partir d'une position neutre qu'un mouvement de retour dans la position initiale associé dans la position neutre, en tirant une ligne ou l'autre dans la direction proximale. La ligne de commande respectivement opposée accomplit de préférence un mouvement de compensation.

[0041] Dans un exemple de configuration, l'entraînement est réalisé de façon à comprendre un blocage automatique. Cela comprend par exemple un frottement suffisamment

important entre les parties mobiles de l'entraînement couplées aux éléments d'entraînement des deux lignes de commande de la paire. Lorsque le frottement statique est suffisamment important, l'organe terminal effecteur reste dans son état dévié. Le frottement statique provient par exemple des éléments de couplage présents, par exemple les composants d'un entraînement de broche de filet. En variante ou en sus, il est également possible d'utiliser des moteurs électriques mettant à disposition de façon correspondante un moment statique élevé. Ceci peut également contribuer à réduire le jeu.

[0042] Selon un autre exemple de configuration, l'entraînement peut être entraîné dans une première direction de rotation et dans une deuxième direction de rotation, sachant que dans la première direction de rotation, la première ligne de commande est tirée dans la direction proximale et que dans la deuxième direction de rotation, la deuxième ligne de commande de la paire est tirée dans la direction proximale. Ceci permet de n'utiliser qu'un seul moteur (par exemple un moteur électrique) pour tirer alternativement les deux lignes de commande dans la direction proximale par le biais de leur élément d'entraînement. Il est seulement nécessaire pour ce faire d'entraîner le moteur dans un sens de rotation alternatif (sens des aiguilles d'une montre, Sens contraire des aiguilles d'une montre).

[0043] Selon un autre exemple de configuration, l'entraînement est réalisé sous la forme d'un actionnement fileté et est pourvu d'une broche qui comporte deux sections filetées contraires, une première section filetée interagissant avec l'élément d'entraînement de la première ligne de commande et une deuxième section filetée interagissant avec l'élément d'entraînement de la deuxième ligne de commande.

[0044] Ceci permet de réaliser avec seulement un entraînement et seulement une broche filetée un mouvement opposé des deux éléments d'entraînement des deux lignes de commande de la paire. En d'autres termes, les deux éléments d'entraînement étant déplacés de façon à se rapprocher l'un de l'autre ou à s'éloigner l'un de l'autre en fonction de la direction de rotation de la broche filetée et du pas deux sections filetées contraires, au moins dans les exemples de configuration. Les sections filetées contraires comprennent par exemple un filet droit et un filet gauche. Dans un exemple de configuration, le pas du filet droit et du filet gauche est identique. Ceci permet de synchroniser de façon mécanique le mouvement des deux lignes de commande de la paire étant donné que les quantités de mouvement de poussée et de mouvement de traction des éléments d'entraînement sont identiques, au moins dans les exemples de réalisation.

[0045] Selon un autre exemple de configuration, plusieurs entraînements sont réalisés sous la forme d'actionnements filetés à deux sections filetées contraires, les entraînements comportant respectivement une broche et les broches étant de préférence disposées de

façon répartie en cercle autour de l'axe longitudinal. Ceci permet de réduire davantage le nombre total d'entraînements. À titre d'exemple, un seul entraînement est respectivement prévu pour les deux fils de commande d'une paire, permettant ainsi de commander un degré de liberté de l'instrument.

[0046] Selon une variante de configuration, un entraînement séparé attribué est respectivement associé aux deux lignes de commande d'une paire, les deux entraînements pouvant être entraînés de façon coordonnée (le cas échéant de façon synchrone), pour tirer alternativement une des deux lignes de commande dans la direction proximale. Ceci permet de provoquer un mouvement de déviation en utilisant les deux lignes de commande d'une paire. En d'autres termes, dans cette configuration, les deux entraînements d'une paire sont synchronisés, de sorte que le deuxième entraînement libère la deuxième ligne de commande, permettant donc un mouvement de poussée de l'élément d'entraînement dans la direction distale lorsque le premier entraînement sollicite la première ligne de commande décalée de 180° en direction d'une traction, donc tire l'élément d'entraînement dans la direction proximale.

[0047] Selon un autre exemple de configuration, au moins un des éléments d'entraînement comporte un palier de roulement pivotant comportant une première bague et une deuxième bague pouvant être tournées l'une par rapport à l'autre et la première bague étant couplée à la ligne de commande et la deuxième bague étant couplée à l'entraînement. La première bague est réalisée à titre d'exemple sous la forme d'un couplage de la ligne de commande. La deuxième bague est réalisée par exemple pour être couplée à l'entraînement. À titre d'exemple, la première bague est réalisée sous la forme d'une bague intérieure et la deuxième bague est réalisée sous la forme d'une bague extérieure. À titre d'exemple, la bague extérieure comporte un porte-à-faux saillant vers l'extérieur dans le plan radial qui comporte un trou avec un filet intérieur couplé à une broche de l'entraînement. La première bague et la deuxième bague peuvent pivoter l'une par rapport à l'autre. Ceci permet un découplage par rotation entre les lignes de commande et les entraînements de l'unité d'actionnement.

[0048] Selon un autre exemple de configuration, l'organe terminal effecteur peut pivoter autour d'un axe longitudinal de la tige, la rotation de l'organe terminal effecteur s'effectuant de préférence par rapport aux entraînements. Le mouvement de rotation de l'organe terminal effecteur se produit dans un exemple de configuration sans effet ou autre couplage de retour sur le degré de liberté d'instrument restant, notamment sur un état de pivotement actuel de l'organe terminal effecteur. Dans un exemple de configuration, l'organe terminal effecteur peut tourner par rapport à un carter et/ou par rapport aux entraînements de l'unité d'actionnement. Dans un exemple de configuration, l'organe terminal effecteur peut pivoter conjointement avec la tige par rapport à un carter de l'unité d'actionnement. Lors de la rotation de l'organe terminal

effecteur, dans un exemple de configuration, les lignes de commande tournent également pour le mouvement de déviation, un découplage du mouvement de rotation se produisant de préférence entre les lignes de commande et les entraînements, par exemple au niveau des éléments d'entraînement.

[0049] Selon un autre exemple de configuration, un entraînement en rotation est prévu pour le mouvement de rotation de l'organe terminal effecteur, l'entraînement en rotation comportant un arbre d'entraînement en sortie pourvu d'un pignon, l'arbre entraînant une roue couplée à la tige. Dans un exemple de configuration, l'entraînement en rotation est disposé à l'intérieur du carter, en affleurement avec les entraînements des éléments d'entraînement au niveau de l'extrémité proximale de l'instrument.

[0050] Selon un autre exemple de configuration, une ligne de commande d'organe effecteur est prévue pour l'organe terminal effecteur, la ligne de commande d'organe effecteur pouvant au moins être sollicitée en direction d'une traction ou d'une pression pour ouvrir ou fermer les parties de mâchoire de l'organe terminal effecteur. À titre d'exemple, la ligne de commande d'organe effecteur est réalisée sous la forme d'une tige de commande. À titre d'exemple, la ligne de commande d'organe effecteur s'étend concentriquement à l'axe longitudinal de la tige. Par conséquent, les lignes de commande prévues pour le mouvement de déviation sont réparties dans le plan radial autour de la ligne de commande d'organe effecteur, au moins dans les exemples de configuration.

[0051] Selon un autre exemple de configuration, plusieurs entraînements sont prévus qui sont disposés dans une position longitudinale commune le long de l'axe longitudinal. Cela concerne dans un exemple de configuration l'ensemble des entraînements prévus pour le mouvement de déviation.

[0052] Dans un exemple de configuration, les moteurs des entraînements sont disposés dans la même position axiale par rapport à l'axe longitudinal, par exemple en affleurement les uns par rapport aux autres, les broches présentant au moins en partie des longueurs différentes pour coupler les moteurs aux éléments d'entraînement disposés de façon décalée les uns par rapport aux autres le long de l'axe longitudinal. Dans un exemple de configuration, les moteurs des entraînements sont respectivement disposés concentriquement par rapport à la broche respective.

[0053] Selon un autre exemple de configuration, les éléments d'entraînement sont disposés de façon décalée les uns par rapport aux autres le long de l'axe longitudinal, les éléments d'entraînement comportant de préférence des porte-à-faux à section filetée orientés de façon décalée les uns par rapport aux autres autour de l'axe longitudinal. En d'autres termes, les éléments d'entraînement sont décalés les uns par rapport aux autres autour de l'axe longitudinal, dans la direction longitudinale ainsi qu'en angle. Ceci permet d'obtenir une forme de construction dans l'ensemble compacte avec un

besoin en encombrement réduit, et ce également dans la région de l'unité d'actionnement. Les entraînements sont répartis autour de l'axe longitudinal dans un exemple de configuration, de façon similaire à un chargeur de révolver.

[0054] Selon un autre exemple de configuration, au moins l'orientation relative ou la position relative des porte-à-faux des éléments d'entraînement est constante lorsque l'organe terminal effecteur tourne autour de l'axe longitudinal. Ceci permet par exemple un découplage par rotation entre les lignes de commande et le porte-à-faux coupé à la broche.

[0055] Selon un autre exemple de configuration, l'instrument médical comprend huit lignes de commande formant quatre paires, chaque paire comportant deux lignes de commande décalées de 180° l'une par rapport à l'autre par rapport à un axe longitudinal de la tige au moins au niveau de l'extrémité distale, chacune des huit lignes de commande étant couplée aux éléments d'entraînement et les deux éléments d'entraînement d'une paire de lignes de commande étant couplés à un entraînement commun. Les lignes de commande sont par exemple disposées en forme de cercle autour de l'axe longitudinal, de façon décalée de respectivement 45° les unes par rapport aux autres.

[0056] Dans un autre exemple de configuration, un dispositif de commande est en outre prévu, ce dispositif permettant de commander de façon coordonnée et synchronisée les quatre entraînements pour commander les huit lignes de commande de façon à atteindre la déviation souhaitée de l'organe terminal effecteur. Ceci permet d'atteindre de fines gradations de mouvement de déviation, notamment concernant la direction et le degré de déviation.

[0057] Dans un autre exemple de configuration, l'instrument médical comprend quatre lignes de commande formant deux paires, chaque paire comportant deux lignes de commande décalées de 180° l'une par rapport à l'autre au moins à l'extrémité distale par rapport à un axe longitudinal de la tige, chacune des quatre lignes de commande étant couplée à un élément d'entraînement et les deux éléments d'entraînement d'une paire de lignes de commande étant couplés à un entraînement commun. Ceci permet d'obtenir une déviation souhaitée. Les lignes de commande sont par exemple disposées de façon respectivement décalée de 90° l'une par rapport à l'autre en forme de cercle autour de l'axe longitudinal.

[0058] Une commande coordonnée synchronisée des entraînements permet de réaliser des mouvements divers pouvant être répétés de façon sûre. En d'autres termes, il est possible d'obtenir des commandes ciblées dans des directions prédéfinies (par exemple de gauche à droite-de haut en bas du point de vue d'un utilisateur au niveau de l'extrémité proximale de l'instrument) mais aussi des niveaux intermédiaires (par exemple en haut à droite, en bas à gauche et leur équivalent). En d'autres termes, des

mouvements superposés des lignes de commande des différentes paires sont envisageables pour atteindre précisément la direction et le degré de déviation souhaités.

[0059] Selon un autre aspect, la présente invention concerne une unité d'actionnement pour un instrument médical, notamment un instrument médical avec organe terminal effecteur déviable, avec une pluralité d'entraînements, au moins deux lignes de commande pour commander au moins un degré de liberté d'instrument et avec au moins deux éléments d'entraînement, comprenant un premier élément d'entraînement et un deuxième élément d'entraînement, les au moins deux lignes de commande comprenant une première ligne de commande et une deuxième ligne de commande et la première ligne de commande étant couplée au premier élément d'entraînement et la deuxième ligne de commande étant couplée au deuxième élément d'entraînement sur lesquels agit respectivement un entraînement de préférence commun pour produire un mouvement de poussée ou un mouvement de traction de l'élément d'entraînement.

[0060] Ceci permet également d'atteindre l'objectif.

[0061] Dans un exemple de configuration, les deux lignes de commande agissent conjointement pour commander un degré de liberté d'instrument, par exemple pour piloter l'organe terminal effecteur dans une direction définie (par exemple de haut en bas ou de gauche à droite). Dans un exemple de configuration, l'entraînement commun est réalisé de telle sorte qu'un (seul) mouvement d'entraînement conduit à un mouvement opposé du premier élément d'entraînement et du deuxième élément d'entraînement. Ceci permet que les deux lignes de commande soient entraînées ensemble et de façon opposée.

[0062] On comprendra que l'unité d'actionnement selon au moins l'une des configurations décrites ici de l'instrument médical puisse être perfectionnée et inversement.

[0063] On comprendra que les caractéristiques précédemment citées ainsi que les caractéristiques devant encore être expliquées par la suite puissent être utilisées non seulement selon la combinaison proposée mais aussi dans d'autres combinaisons ou seules sans sortir du cadre de la présente invention.

[0064] Des caractéristiques et avantages supplémentaires de la présente invention ressortent de la description suivante et des exemples de réalisation expliqués en référence aux dessins dans lesquels :

[0065] [Fig.1] illustre une vue brisée en perspective d'un instrument médical après retrait du carter, depuis l'extrémité distale ;

[0066] [Fig.2] illustre une autre vue brisée en perspective de l'instrument selon la [Fig.1], depuis l'extrémité proximale ;

[0067] [Fig.3] illustre une vue détaillée d'une extrémité distale d'un instrument médical avec un organe terminal effecteur avec la tête de mâchoire fermée ;

[0068] [Fig.4] illustre une autre vue basée sur la représentation selon la [Fig.3], avec la tête

de mâchoire ouverte ;

[0069] [Fig.5] illustre une vue détaillée d'une extrémité distale d'un instrument médical avec l'organe terminal effecteur dans une position non déviée ;

[0070] [Fig.6] illustre une autre vue basée sur la représentation selon la [Fig.5] dans une position déviée ;

[0071] [Fig.7] illustre une vue de côté simplifiée brisée d'un instrument médical avec section déviable et unité d'actionnement ;

[0072] [Fig.8] illustre une vue de face de l'instrument selon la [Fig.7] ;

[0073] [Fig.9] illustre une vue partielle latérale agrandie de l'instrument selon la [Fig.7] en vue de représenter l'unité d'actionnement ;

[0074] [Fig.10] illustre une vue en coupe de l'instrument selon la [Fig.9] sur la base de la ligne X-X de la [Fig.9] en vue de représenter l'unité d'actionnement ;

[0075] [Fig.11] illustre une autre vue en coupe de l'instrument selon la [Fig.9] sur la base de la ligne XI-XI de la [Fig.9] en vue de représenter l'unité d'actionnement ;

[0076] [Fig.12] illustre une vue en perspective simplifiée schématique d'une pluralité de lignes de commande réparties en forme de cercle autour d'un axe longitudinal ;

[0077] [Fig.13] illustre une vue partielle en coupe latérale agrandie basée sur la représentation selon la [Fig.9], différents éléments étant masqués à des fins de bonne représentation ;

[0078] [Fig.14] illustre une autre vue partielle latérale en coupe permettant de représenter une variante de configuration d'une unité de commande d'un instrument médical ; et

[0079] [Fig.15] illustre une représentation simplifiée d'un manipulateur servant à la manipulation d'un instrument médical.

[0080] La [Fig.1] et la [Fig.2] représentent à l'aide de représentations en perspective un exemple de configuration d'un instrument médical généralement désigné par le nombre 10. L'instrument 10 comprend une tige 12 supportant dans l'exemple de réalisation un organe terminal effecteur 14. Une unité d'actionnement 16 servant à l'actionnement et à la commande de degrés de liberté de l'instrument 10 est en outre prévue. La tige 12 s'étend entre une extrémité distale 18 et une extrémité proximale 20. Dans l'exemple de réalisation, la tige 12 est réalisée sous la forme d'une tige creuse et est pourvue d'un corps de tige rigide.

[0081] L'organe terminal effecteur 14 est disposé au niveau de l'extrémité distale de l'instrument 10, donc décalé dans la direction distale par rapport à l'extrémité distale 18 de la tige 12. L'unité d'actionnement 16 est disposée dans l'exemple de réalisation au niveau de l'extrémité proximale de l'instrument 10, donc décalée par rapport à l'extrémité proximale 20 de la tige 12 dans la direction proximale. La tige 12 définit un axe longitudinal 22. Dans l'exemple de réalisation, l'organe terminal effecteur 14 est une tête de mâchoire 26 avec deux parties de mâchoire 28, 30 pouvant comporter une

configuration ouverte et fermée, voir également la [Fig.3] et la [Fig.4]. Les parties de mâchoire 28, 30 sont disposées au niveau d'un support 32.

[0082] Dans l'exemple de réalisation, une section déviable 34 est réalisée entre la tige 12 et l'organe terminal effecteur 14, cette section débouchant dans le support 32. Ceci permet d'articuler l'organe terminal effecteur 14 par rapport à la tige 12 et/ou par rapport à l'axe longitudinal 22, voir la [Fig.5] et la [Fig.6]. De préférence, la section déviable 34 peut non seulement être déviée dans une direction (par exemple de haut en bas ou de gauche à droite) mais aussi à partir d'une position en longueur (concentriquement à l'axe longitudinal 22) dans diverses directions.

[0083] L'unité d'actionnement 16 comprend dans l'exemple de réalisation un entraînement en rotation 36 qui supporte un pignon 40 disposé sur un arbre 38. Le pignon 40 est en prise avec une roue 42 reliée à la tige 12. La roue 42 est disposée de façon concentrique par rapport à la tige 12 et à son axe longitudinal 22. L'entraînement en rotation 36 et l'arbre 38 sont disposés parallèlement à l'axe longitudinal 22 à une certaine distance de celui-ci. L'entraînement en rotation 36 entraîne une rotation de la tige 12 et de l'organe terminal effecteur 14 autour de l'axe longitudinal 22 de la tige 12. Des exemples de réalisation sans entraînement en rotation sont toutefois également envisageables.

[0084] L'unité d'actionnement 16 comprend en outre une pluralité d'entraînements 50, 52, 54, 56 destinés à commander la section déviable 34 pour piloter l'organe terminal effecteur 14, voir également la vue en perspective de derrière selon la [Fig.2] en complément de la vue en perspective de face selon la [Fig.1]. Dans l'exemple de réalisation, quatre entraînements 50, 52, 54, 56 sont prévus en tout pour le mouvement de déviation. Chacun des entraînements 50, 52, 54, 56 comporte une broche 60, 62, 64, 66. Dans l'exemple de réalisation, les entraînements 50, 52, 54, 56 et les broches 60, 62, 64, 66 respectivement associées sont disposés de façon répartie en forme de cercle autour de l'axe longitudinal 22, par exemple avec un angle de report respectif de 90°.

[0085] La broche 60 couplée à l'entraînement 50 est couplée à deux éléments d'entraînement 70, 72 disposés de façon décalée l'un par rapport à l'autre dans le plan axial. La broche 62 couplée à l'entraînement 52 est couplée à deux éléments d'entraînement 74, 76 disposés de façon décalée l'un par rapport à l'autre dans le plan axial. La broche 64 couplée à l'entraînement 54 est couplée à deux éléments d'entraînement 78, 80 disposés de façon décalée l'un par rapport à l'autre dans le plan axial. La broche 66 couplée à l'entraînement 56 est couplée à deux éléments d'entraînement 82, 84 disposés de façon décalée l'un par rapport à l'autre dans le plan axial. Les éléments d'entraînement 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84 sont échelonnés, décalés les uns par rapport aux autres dans le plan axial et disposés le long de l'axe longitudinal 20 de façon à tourner en partie les uns par rapport aux autres.

[0086] Dans l'exemple de réalisation selon les figures 1 et 2, les entraînements 50, 52, 54, 56 sont disposés en affleurement les uns par rapport aux autres par rapport à l'axe longitudinal 22, donc sur la même position axiale. La longueur des broches 60, 62, 64, 66 est respectivement adaptée à la position et à l'éloignement des éléments d'entraînement 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84 associés. Un porte-à-faux de l'élément d'entraînement 84 est indiqué sur la [Fig.2] par le biais de la référence 86, voir également à ce sujet la [Fig.11].

[0087] Les deux éléments d'entraînement 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84 respectivement associés à un entraînement 50, 52, 54, 56 sont disposés de façon superposable lorsqu'observés de face dans l'exemple de réalisation. En d'autres termes, le porte-à-faux 86 respectif des deux éléments d'entraînement 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84 respectifs d'une telle paire sont disposés dans une même position de rotation angulaire par rapport à l'axe longitudinal 22.

[0088] La [Fig.3] et la [Fig.4] illustrent un exemple de degré de liberté de l'instrument 10. L'organe terminal effecteur 14 est réalisé dans l'exemple de réalisation sous la forme d'une tête de mâchoire 26 avec deux parties de mâchoire 28, 30 pouvant prendre une position fermée ([Fig.3]) et une position ouverte ([Fig.4]). Pour cette fonctionnalité, une ligne de commande 88 est prévue qui est réalisée par exemple sous la forme d'une tige 90, voir également à ce sujet la [Fig.2]. Dans l'exemple de réalisation, la ligne de commande 88 est disposée concentriquement par rapport à l'axe longitudinal 22 au moins en partie à l'intérieur de la tige 12. La ligne de commande 88 pénètre la tige 12 et est couplée à l'extrémité distale de l'instrument 12 avec la tête de mâchoire 26 (non représentée plus en détail sur les figures 3 et 4). Respectivement en fonction du type de commande choisi, la tête de mâchoire 26 peut être ouverte ou fermée par un mouvement de traction ou un mouvement de poussée de la ligne de commande 88, voir également la double flèche 94 sur la [Fig.4]. Un tel mouvement peut être commandé manuellement ou de façon motorisée. La [Fig.4] illustre l'actionnement des parties de mâchoire 28, 30 à l'aide d'une double flèche 92.

[0089] Les figures 3 et 4 montrent en outre la présence desdites lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114, ces lignes s'étendant dans le plan axial à travers la tige 12 de l'instrument 10 en direction de l'organe terminal effecteur 14 et/ou de son support 32, Voir également la vue de dessus schématique selon la [Fig.12]. En d'autres termes, les lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 s'étendent à travers la section déviable 34. Les lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 servent à introduire et commander le mouvement de déviation de l'organe terminal effecteur 14, dont la manipulation de la section déviable 34, voir pour cela en complément la [Fig.5] et la [Fig.6].

[0090] La [Fig.4] montre avec la référence 120 un couplage distal prévu pour la ligne de

commande 114. Des guides 122, 124 et 126 supplémentaires (couverts) sont prévus pour la ligne de commande 114. Des guides similaires sont prévus pour les lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112 restantes. Le couplage distal 120 respectif veille à ce que les mouvements de traction soient transmis aux lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 prévues sur le support 32 pour leur déviation. Les lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 sont au moins en partie recouvertes par l'instrument 10 et traversent la tige 12 entre l'extrémité distale 18 et l'extrémité proximale 20. Les lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 sont couplées aux éléments d'entraînement 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84 au niveau de leur extrémité proximale, respectivement une ligne de commande avec un des éléments d'entraînement. Ceci permet que les lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 soient tirées dans la direction proximale et si besoin poussées et/ou chargées dans la direction distale via les entraînements 50, 52, 54, 56 et leurs broches 60, 62, 64, 66.

[0091] Les figures 5 et 6 ne représentent pas pour des raisons de visibilité les lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114. La [Fig.5] illustre un état non dévié de l'organe terminal effecteur 14. La [Fig.6] illustre un état au moins en partie dévié de l'organe terminal effecteur 14 par la déformation correspondante de la section déviable 34. L'exemple de réalisation est réalisé de telle sorte que l'organe terminal effecteur 14 puisse être dévié dans d'autres directions par rapport à l'axe longitudinal 22 déviable, par exemple perpendiculairement au plan des vues.

[0092] La section déviable 34 comporte des éléments sphériques 130, 132, 134 respectivement disposés entre deux guide-sphère 136, 138, 140, 142. Les guide-sphère 136, 138, 140, 142 peuvent également être appelés écuelles sphériques. Les guide-sphère 138, 140 peuvent également être appelés disques de guidage. Le guide-sphère 136 est un guide-sphère distal auxquels les lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 sont couplées pour agir sur le support 32 de l'organe terminal effecteur 14 via le couplage distal 120 ([Fig.4]), de façon à dévier l'organe terminal effecteur 14. Un exemple de mouvement de pivotement prévu pour la déviation est représenté par une double flèche incurvée illustrée sur la [Fig.5] désignée par la référence 144.

[0093] La déviation illustrée sur la [Fig.6] est réalisée en commandant quelques-unes des lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114, notamment les lignes de commande 108 et 110 opposées entre elles ([Fig.8] et [Fig.12]), pour déformer la section déviable 34 de la façon souhaitée. On peut voir sur la [Fig.6] une flèche 150 illustrant un mouvement de traction, tandis qu'une flèche 152 illustre un mouvement de compensation opposé (mouvement dans la direction distale). A la suite de ces mouvements, un côté de la section déviable 34 est refoulé et l'autre côté est allongé. Cela peut entraîner que la ligne de commande 108 tirée dans la direction proximale et

si besoin la ligne de commande 110 opposée est déchargée voire tirée/poussée dans la direction distale. Le mouvement de compensation est également provoqué dans l'exemple de réalisation par la bascule du guide-sphère distal 136 (et le cas échéant du guide-sphère 138, 140 supplémentaire) au niveau desquels les lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 sont couplées (couplage distal 120). La bascule en réaction au mouvement de traction d'une des lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 dans la direction proximale permet ici un mouvement de traction de la ligne de commande opposée décalée de 180°, dans la direction distale 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114.

[0094] La déviation illustrée sur la [Fig.6] de l'organe terminal effecteur 14 nécessite une manipulation ciblée de plusieurs des lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114. Ceci peut induire une réduction du jeu de mouvement ou du jeu de retour vers la position initiale. Pour illustrer cela, dans la configuration donnée sur la [Fig.6], les lignes de commande 104, 108, 112 peuvent au moins en partie être sollicitées en direction d'une traction au-dessus de l'axe longitudinal 22, tirées dans la direction proximale, tandis que les lignes de commande 106, 110, 114 en dessous de l'axe longitudinal sont déchargées « en miroir » et/ou déplacées dans la direction distale. Dans ces circonstances, les lignes de commande 100, 102 sont dans le « fil neutre » (ligne zéro), voir également la [Fig.12]. Ceci ne se comprend pas de façon limitative.

[0095] De même, une commande des entraînements 50, 52, 54, 56 est avantageuse pour manipuler les lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 et dans l'ensemble la section déviable de façon souhaitée. Une unité de commande est représentée à cette fin avec la référence 154 sur la [Fig.6]. Deux lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 décalées de 180° forment une paire couplée dans l'exemple de réalisation à un seul entraînement 50, 52, 54, 56.

[0096] En référence complémentaire aux figures 7 et 8 et aux figures 9 à 11 en découlant, la commande des lignes de commande individuelles (et/ou des paires de lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114) avec un seul entraînement 50, 52, 54, 56 va maintenant être expliquée plus en détail.

[0097] La [Fig.7] illustre une vue de côté brisée de l'instrument 10, un carter 160 est représenté à l'aide d'une ligne en pointillés pour l'unité d'actionnement 16. La [Fig.8] illustre une vue de face correspondante. La [Fig.9] illustre une vue partielle latérale agrandie basée sur la [Fig.7] après retrait de différents éléments. Les figures 10 et 11 illustrent des vues en coupe le long des lignes X-X et XI-XI sur la [Fig.9]. On n'a pas représenté l'entraînement en rotation optionnel 36 et le carter 160 sur les figures 9 à 11. En complément aux figures 7 à 11, la [Fig.12] illustre une représentation schématique agrandie des lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114.

La [Fig.13] illustre en outre en complément une vue en coupe latérale agrandie de composants sélectionnés sur la représentation selon la [Fig.9].

[0098] L'unité d'actionnement 16 correspondant à la tige 12 est représentée de façon compacte, les entraînements 50, 52, 54, 56 étant répartis en forme de cercle autour de l'axe longitudinal 22. Les entraînements 50, 52, 54, 56 et leurs broches 60, 62, 64, 66 sont respectivement disposés de façon décalée de 90° les uns par rapport aux autres autour de l'axe longitudinal 22, parallèlement à celui-ci, voir la [Fig.11]. La [Fig.8] illustre que dans l'exemple de réalisation, un espace est utilisé entre deux entraînements 50, 52 pour l'emplacement de l'entraînement en rotation 36 ainsi que de l'arbre 38. Ceci ne se comprend pas de façon limitative. Les entraînements 50, 52, 54, 56 sont par exemple des entraînements électromotorisés réglés avec un arbre d'entraînement en sortie formant la broche 60, 62, 64, 66 respective dans l'exemple de réalisation.

[0099] Les éléments d'entraînement 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84 sont disposés, dans l'exemple de réalisation, entre les entraînements 50, 52, 54, 56 et la tige 12, à une distance axiale constante le long de l'axe longitudinal 22. Dans la mesure où l'exemple de réalisation prévoit un entraînement en rotation 36 pour la tige 12 et l'organe terminal effecteur 14, une roue 42 correspondante est couplée à lui au niveau de l'extrémité proximale 20 de la tige 12. La roue 42 est entraînée via un pignon 40 reposant sur l'arbre 38 de l'entraînement en rotation 36, voir également la [Fig.8] avec la double flèche 44 permettant de représenter le mouvement de rotation.

[0100] Les composants de l'entraînement en rotation 36 et du carter 160 ne sont pas représentés sur les figures 9 à 11. Les éléments d'entraînement 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84 forment quatre paires respectivement couplées à une des broches 60, 62, 64, 66 des entraînements 50, 52, 54, 56. Dans l'exemple de réalisation, les éléments d'entraînement 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84 d'une paire sont respectivement placés à une certaine distance constante les uns des autres dans le plan axial. Les figures 10 et 11 montrent que chacun des éléments d'entraînement 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84 comporte un porte-à-faux saillant vers l'extérieur dans le plan radial 86 traversé par la broche 60, 62, 64, 66 associée.

[0101] De façon complémentaire, la [Fig.11] illustre que les éléments d'entraînement (représenté ici : l'élément d'entraînement 84) comportent respectivement un palier de roulement pivotant 166 pour le découplage par rotation entre la broche (illustrée ici : la broche 66) et la ligne de commande associée (ici : la ligne de commande 110). Une telle fonctionnalité est au moins envisageable dans les exemples de configuration pour permettre une rotation relative de l'organe terminal effecteur 14 par rapport à l'unité d'actionnement 16 sans effet sur le statut de déviation actuel (direction et/ou degré de déviation) de l'organe terminal effecteur 14. Le palier de roulement pivotant 166 est

illustré sur une coupe latérale également représentée dans la représentation schématique selon la [Fig.13].

[0102] Le palier de roulement pivotant 166 comprend une première bague 168 réalisée sous la forme d'une bague intérieure et une deuxième bague 170 réalisée sous la forme d'une bague extérieure. La première bague 168 et la deuxième bague 170 peuvent tourner l'une par rapport à l'autre. Un prolongement 172 au niveau duquel la ligne de commande 110 est couplée est réalisé au niveau de la première bague 168, voir de nouveau la [Fig.13]. Le porte-à-faux 86 est réalisé au niveau de la deuxième bague 170, ledit porte-à-faux à disposition un guide pour la broche 66. La [Fig.13] illustre à cet égard que le porte-à-faux 86 mettant à disposition un filet intérieur 174 pour la broche 66. Le mode de réalisation de l'élément d'entraînement 84 illustré à l'aide des figures 11 et 13 est représentatif de l'ensemble des éléments d'entraînement 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84.

[0103] La [Fig.12] illustre à l'aide d'une vue en perspective schématique l'agencement en forme de cercle des lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 autour d'un centre commun défini par l'axe longitudinal 22 dans l'exemple de réalisation. L'angle de report est ici respectivement de 45°. La ligne de commande 88 réalisée à titre d'exemple sous la forme d'une tige est disposée concentriquement par rapport à l'axe longitudinal 22 pour l'ouverture et la fermeture de la tête de mâchoire 26. La [Fig.2] illustre à l'aide des hachures des lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 dont l'association respective forme une paire. Les lignes de commande 100, 102 forment une première paire. Les lignes de commande 104, 106 forment une deuxième paire. Les lignes de commande 108, 110 forment une troisième paire. Les lignes de commande 112, 114 forment une quatrième paire. Des déviations de l'organe terminal effecteur 14 peuvent être réalisées dans diverses directions le cas échéant quelconques par rapport à l'axe longitudinal 22 par le biais de la commande co-ordonnée et synchronisée ciblée des lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114. L'unité de commande 154 seulement représentée de façon symbolique est prévue à cette fin et elle commande notamment de façon adaptée les entraînements 50, 52, 54, 56.

[0104] On comprendra que contrairement à la configuration représentée sur la [Fig.12] avec en tout quatre paires, des modes de réalisation avec deux paires, trois paires ou le cas échéant une seule paire de lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 sont envisageables. En principe, plus de quatre paires sont également envisageables. Le document US 5 454 827 A précédemment mentionné illustre une configuration d'un mécanisme de déviation avec deux paires de fils de commande et c'est à elle qu'il est fait référence ici.

[0105] La [Fig.13] illustre à la place de la pluralité d'entraînements 50, 52, 54, 56 la fonc-

tionnalité d'entraînement 56 motorisé. L'entraînement 56 est couplé à l'élément d'entraînement 82 et à l'élément d'entraînement 84 via sa broche. L'élément d'entraînement 82 est couplé à la ligne de commande 108. L'élément d'entraînement 84 est couplé à la ligne de commande 110. De façon déjà décrite auparavant, l'élément d'entraînement 84 est pourvu d'un palier de roulement pivotant 166. La broche 66 traverse l'élément d'entraînement 84 dans la zone de son porte-à-faux 86 dans lequel une ouverture est réalisée avec un filet intérieur 174. La ligne de commande 110 est couplée à un prolongement 172 de l'élément d'entraînement 84.

[0106] De façon similaire, l'élément d'entraînement 82 comprend un palier de roulement pivotant 176 formé entre une première bague 178 et une deuxième bague 180. La première bague 178 sert de bague intérieure et comporte un prolongement 182 au niveau duquel la ligne de commande 108 est couplée. La deuxième bague 180 sert de bague extérieure et est pourvue d'une ouverture avec un filet intérieur 184 dans la zone de son porte-à-faux, ledit porte-à-faux étant traversé par la broche 66. La broche 66 est une broche filetée.

[0107] La broche 66 comporte une première section filetée 190 et une deuxième section filetée 192. La section filetée 190 est associée à l'élément d'entraînement 82. La section filetée 192 est associée à l'élément d'entraînement 84. Les deux sections filetées 190, 192 présentent un pas opposé, le filet intérieur 174, 184 de l'élément d'entraînement 82, 84 s'y adaptant. Cela a pour conséquence qu'en cas de mouvement de rotation induit par l'entraînement 56, la broche 66 d'un des deux éléments d'entraînement 82, 84 est déplacée dans la direction proximale et l'autre dans la direction distale. Un mouvement de rotation en sens contraire de la broche 66 conduit à un mouvement opposé des deux éléments d'entraînement 82, 84. En d'autres termes, les deux éléments d'entraînement 82, 84 sont respectivement déplacés de façon à se rapprocher l'un de l'autre ou de façon à s'éloigner l'un de l'autre vers la direction d'entraînement en fonction de la broche 66 respective, voir pour cela les flèches respectives 150, 152 sur la [Fig.13].

[0108] En d'autres termes, une des deux lignes de commande 108, 110 est respectivement tirée dans la direction proximale tandis que l'autre des deux lignes de commande 108, 110 est déchargée voire poussée dans la direction distale. Ceci permet de réaliser la déviation de l'organe terminal effecteur 14 illustrée de façon générale sur les figures 5 et 6.

[0109] On garantit ainsi, sur la base des sections filetées contraires 190, 192 de l'exemple de réalisation, que les deux lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 d'une paire sont déplacées d'une quantité égale dans des directions de déplacement différentes. Ceci peut également contribuer à réduire le jeu. Ceci permet en outre de réduire le nombre d'entraînements nécessaires.

[0110] L'unité de commande 154 ([Fig.12]) synchronise les entraînements 50, 52, 54, 56, quelques-unes des lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 devant respectivement être davantage déplacées que les autres en fonction de la direction de la déviation par rapport à l'axe longitudinal 22.

[0111] Dans un exemple de configuration, l'entraînement 56 (représentant chacun des entraînements 50, 52, 54, 56) est réalisé de façon à comprendre un blocage automatique. Ceci peut être réalisé par exemple en mettant en place les sections filetées 190, 192. On entend par le concept de blocage automatique dans le cadre de la présente invention un mode de réalisation dans lequel un état de déviation respectif de l'organe terminal effecteur 14 est maintenu de façon sûre une fois la position souhaitée atteinte. Cela se produit également dans les exemples de réalisation lorsque les entraînements 50, 52, 54, 56 ne sont pas alimentés. Un bocage automatique permet par exemple qu'une manipulation soit rendue plus difficile ou soit entravée directement au niveau de l'extrémité distale de l'instrument 12, donc par exemple un « déplacement » manuel de l'organe terminal effecteur 14 ou des « flexions » de la section déviable 34.

[0112] La [Fig.14] illustre une variante de configuration d'une unité d'actionnement désignée en général par la référence 216. Des aspects du mode de réalisation s'écartant en premier lieu des modes de réalisation selon les figures 1 à 13 sont décrits par la suite. Une différence par rapport à la configuration illustrée à l'aide de la [Fig.13] peut y être observée dans laquelle les deux lignes de commande 108, 110 d'une paire disposées de façon décalée d'environ 180° l'une par rapport à l'autre par rapport à l'axe longitudinal sont commandées par deux moteurs 220, 222. Un premier entraînement 220 est couplé à la ligne de commande 108 via la broche 224 et l'élément d'entraînement 82. Un deuxième entraînement 222 est couplé à la ligne de commande 110 via une broche 226 et l'élément d'entraînement 84. L'élément d'entraînement 82 est décalé dans la direction distale par rapport à l'élément d'entraînement 84.

[0113] Chacune des deux lignes de commande 108, 110 est commandée par un entraînement 220, 222 séparé attribué, notamment sous la forme d'un moteur électrique avec une broche d'entraînement en sortie. La broche 224 comporte une section filetée 230. La broche 226 comporte une section filetée 232. Les éléments d'entraînement 82, 84 sont pourvus de façon correspondante d'un filet intérieur correspondant. Les entraînements 220, 222 peuvent tirer les éléments d'entraînement 82, 84 dans la direction proximale (voir les flèches 150) ou les pousser dans la direction distale (voir les flèches 152) respectivement en fonction de la direction de rotation choisie. Les deux lignes de commande 108, 110 forment une paire commune et peuvent ainsi alternativement être sollicitées en direction d'une traction pour dévier l'organe terminal effecteur 14, voir les figures 5 et 6.

[0114] La [Fig.13] illustre un mode de réalisation dans lequel une synchronisation

mécanique est obtenue en raison des sections filetées contraires 190, 192. Une unité de commande est représentée par la référence 42 sur la [Fig.14], ladite unité commandant les deux entraînements 220, 222 de façon ciblée et synchrone, obtenant ainsi les mouvements contraires souhaités des éléments d'entraînement 82, 84. Il est également possible d'obtenir de cette façon une déviation sans jeu ou à faible jeu de l'organe terminal effecteur 14. On comprendra qu'outre les deux lignes de commande 108, 110, les lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 restantes sont respectivement commandées avec un entraînement séparé. Huit entraînements sont par conséquent pourvus de huit broches filetées dans l'exemple de réalisation dans lequel on a en tout huit lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114. Les deux entraînements associés à une paire respective décalée de 180° des lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 sont commandés de façon synchronisée pour tirer les lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 opposées dans le sens contraire dans la direction proximale ou pour les libérer ou les pousser dans la direction distale.

[0115] La [Fig.15] illustre à l'aide d'une représentation schématique un exemple de configuration d'un système médical 300 servant à la manipulation et au guidage d'un instrument 10 selon l'invention. Le système 300 comprend un dispositif de manipulation 302 destiné à arrêter et à guider l'instrument 10. Le dispositif de manipulation 302 peut également être appelé manipulateur. Le dispositif de manipulation 302 peut par exemple être un robot chirurgical. Le système 300 comprend en outre un dispositif de commande 304 commandant les degrés de liberté du dispositif de manipulation 302. Le dispositif de commande 304 peut en outre également être réalisé par exemple pour commander les degrés de liberté de l'instrument 10 dans le sens de la présente invention.

[0116] La présente invention concerne une unité d'actionnement 16 pour un instrument médical 10 ainsi qu'un instrument médical 10 équipé d'une tige 12 qui s'étend entre une extrémité proximale 20 et une extrémité distale 18, l'instrument 10 étant réalisé au niveau de l'extrémité distale 18 pour recevoir un organe terminal effecteur 14, une unité d'actionnement 16, 216 associée à l'extrémité proximale de la tige 12 et comportant une pluralité d'entraînements 50, 52, 54, 56 et avec au moins deux lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 s'étendant à travers la tige 12, les au moins deux lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 pouvant être utilisées pour commander au moins un degré de liberté d'instrument, notamment pour piloter l'organe terminal effecteur 14, les au moins deux lignes de commande 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114 comprenant une première ligne de commande 100, 104, 108, 112 et une deuxième ligne de commande 102, 106, 110, 114 et la première ligne de commande 100, 104, 108, 112 étant couplée à un premier élément

d'entraînement 70, 74, 78, 82 et la deuxième ligne de commande 102, 106, 110, 114 étant couplée à un deuxième élément d'entraînement 72, 76, 80, 84 sur lesquels agit un entraînement 50, 52, 54, 56 pour produire un mouvement de poussée ou un mouvement de traction de l'élément d'entraînement 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84. On comprendra que l'unité d'actionnement selon au moins l'une des configurations décrites ici de l'instrument médical peut être améliorée et inversement. On comprendra que les caractéristiques précédemment citées ainsi que les caractéristiques devant encore être expliquées par la suite puissent être utilisées non seulement selon la combinaison proposée mais aussi de toute autre façon possible sans sortir du cadre de la présente invention.

Revendications

[Revendication 1] Instrument médical équipé d'une tige (12) qui s'étend entre une extrémité proximale (20) et une extrémité distale (22), l'instrument (10) étant réalisé au niveau de l'extrémité distale (22) pour recevoir un organe terminal effecteur (14), une unité d'actionnement (16, 216) associée à l'extrémité proximale de la tige (12) et comportant une pluralité d'entraînements (50, 52, 54, 56) et avec au moins deux lignes de commande (100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114) s'étendant à travers la tige (12), les au moins deux lignes de commande (100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114) pouvant être utilisées pour commander au moins un degré de liberté d'instrument, notamment pour piloter l'organe terminal effecteur (14), les au moins deux lignes de commande (100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114) comprenant une première ligne de commande (100, 104, 108, 112) et une deuxième ligne de commande (102, 106, 110, 114) et la première ligne de commande (100, 104, 108, 112) étant couplée à un premier élément d'entraînement (70, 74, 78, 82) et la deuxième ligne de commande (102, 106, 110, 114) étant couplée à un deuxième élément d'entraînement (72, 76, 80, 84) sur lesquels agit un entraînement (50, 52, 54, 56) de la pluralité d'entraînements (50, 52, 54, 56) pour produire un mouvement de poussée ou un mouvement de traction de l'élément d'entraînement (70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84), la première et la deuxième ligne de commande (100, 102 ; 104, 106 ; 108, 110 ; 112, 114) formant une paire associée à un degré de liberté de l'instrument (10) ;
un seul entraînement (50, 52, 54, 56) de la pluralité d'entraînement (50, 52, 54, 56) étant associé aux deux lignes de commande (100, 102 ; 104, 106 ; 108, 110 ; 112, 114) d'une paire ;
chaque entraînement (50, 52, 54, 56) de la pluralité d'entraînements (50, 52, 54, 56) étant réalisé sous la forme d'un actionnement fileté et comportant une broche (60, 62, 64, 66), ladite broche (60, 62, 64, 66) comportant deux sections filetées contraires (190, 192), une première section filetée (190) interagissant avec l'élément d'entraînement (70, 74, 78, 82) de la première ligne de commande (100, 104, 108, 112) et une deuxième section filetée (192) interagissant avec l'élément d'entraînement (72, 76, 80, 84) de la deuxième ligne de commande (102, 106, 110, 114).

[Revendication 2] Instrument médical selon la revendication 1, deux entraînements ou plus

(50, 52, 54, 56) de la pluralité d'entraînements (50, 52, 54, 56) étant orientés parallèlement l'un par rapport à l'autre et deux entraînements ou plus (50, 52, 54, 56) de la pluralité d'entraînements (50, 52, 54, 56) étant de préférence disposés de façon répartie autour de l'axe longitudinal (22), parallèlement à un axe longitudinal (22) de la tige (12).

[Revendication 3] Instrument médical selon la revendication 1 ou 2, l'organe terminal effecteur (14) pouvant être dévié par rapport à la tige (12), une section déviable (34) étant prévue, cette section comprenant au moins un élément sphérique (130, 132, 134) doté de surfaces sphériques et disposé entre un guide-sphère proximal (142) et un guide-sphère distal (136) et les au moins deux lignes de commande (100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114) étant couplées au niveau du guide-sphère distal (136) pour dévier l'organe terminal effecteur (14).

[Revendication 4] Instrument médical selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, les lignes de commande (100, 102 ; 104, 106 ; 108, 110 ; 112, 114) de la paire étant de préférence sollicitées alternativement en direction d'une traction par un entraînement associé (50, 52, 54, 56).

[Revendication 5] Instrument médical selon la revendication 4, les deux lignes de commande (100, 102 ; 104, 106 ; 108, 110 ; 112, 114) étant de préférence disposées de façon décalée de 180° l'une par rapport à l'autre par rapport à la tige (12) au moins au niveau de l'extrémité distale (18).

[Revendication 6] Instrument médical selon la revendication 1, l'entraînement (50, 52, 54, 56) de la pluralité d'entraînements (50, 52, 54, 56) pouvant être entraîné dans une première direction de rotation et dans une deuxième direction de rotation et la première ligne de commande (100, 104, 108, 112) étant tirée dans la direction proximale dans la première direction de rotation et la deuxième ligne de commande (102, 106, 110, 114) de la paire étant tirée dans la direction proximale dans la deuxième direction de rotation.

[Revendication 7] Instrument médical selon la revendication 1, plusieurs des entraînements (50, 52, 54, 56) étant réalisés sous la forme d'actionnements filetés avec deux sections filetées contraires (190, 192), les entraînements (50, 52, 54, 56) de la pluralité d'entraînements (50, 52, 54, 56) comportant respectivement une broche (60, 62, 64, 66) et les broches (60, 62, 64, 66) étant de préférence disposées de façon répartie en forme de cercle autour de l'axe longitudinal (22).

[Revendication 8] Instrument médical selon la revendication 4, un entraînement (50, 52, 54, 56) attribué de la pluralité d'entraînements (50, 52, 54, 56) étant respectivement associé aux deux lignes de commande d'une paire et les

deux entraînements (50, 52, 54, 56) de la pluralité d'entraînements (50, 52, 54, 56) pouvant être entraînés de façon coordonnée pour solliciter alternativement une des deux lignes de commande en direction d'une traction.

[Revendication 9] Instrument médical selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 au moins un des éléments d'entraînement (70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84) comportant un palier de roulement pivotant (166, 176) comportant une première bague (168, 178) et une deuxième bague (170, 180) pouvant être tournées l'une par rapport à l'autre et la première bague (168, 178) étant couplée à la ligne de commande (100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114) et la deuxième bague (170, 180) étant couplée à l'entraînement (50, 52, 54, 56) de la pluralité d'entraînements (50, 52, 54, 56).

[Revendication 10] Instrument médical selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, l'organe terminal effecteur (14) pouvant pivoter autour d'un axe longitudinal (22) de la tige (12) et la rotation de l'organe terminal effecteur (14) s'effectuant de préférence par rapport aux entraînements (50, 52, 54, 56) de la pluralité d'entraînements (50, 52, 54, 56).

[Revendication 11] Instrument médical selon la revendication 10, un entraînement en rotation (36) étant prévu pour le mouvement de rotation de l'organe terminal effecteur (14) et l'entraînement en rotation (36) comportant un arbre d'entraînement en sortie (38) pourvu d'un pignon (40) entraînant une roue (42) couplée à la tige (12).

[Revendication 12] Instrument médical selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, une ligne de commande d'organe effecteur (88) étant en outre prévue pour l'organe terminal effecteur (14) et la ligne de commande d'organe effecteur (88) pouvant être sollicitée au moins en direction d'une traction ou d'une pression pour ouvrir ou fermer des parties de mâchoire (28, 30) de l'organe terminal effecteur (14).

[Revendication 13] Instrument médical selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, plusieurs entraînements (50, 52, 54, 56) de la pluralité d'entraînements (50, 52, 54, 56) disposés le long de l'axe longitudinal (22) sur une position axiale commune étant prévus.

[Revendication 14] Instrument médical selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, les éléments d'entraînement (70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84) étant disposés de façon décalée les uns par rapport aux autres le long de l'axe longitudinal (22) et les éléments d'entraînement (70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84) comportant des porte-à-faux (86) avec une section filetée (174,

184) de préférence orientés de façon décalée les uns par rapport aux autres autour de l'axe longitudinal (22).

[Revendication 15] Instrument médical selon la revendication 14, au moins l'orientation relative ou la position relative des porte-à-faux (86) des éléments d'entraînement étant constante lorsque l'organe terminal effecteur (14) tourne (70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84) autour de l'axe longitudinal (22).

[Revendication 16] Instrument médical selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, comprenant huit lignes de commande (100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114) formant quatre paires, chaque paire comportant deux lignes de commande (100, 102 ; 104, 106 ; 108, 110 ; 112, 114) décalées de 180° l'une par rapport à l'autre par rapport à un axe longitudinal (22) de la tige (12) au moins au niveau de l'extrémité distale (22), chacune des huit lignes de commande (100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114) étant couplée à un élément d'entraînement (70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84) et les deux éléments d'entraînement (70, 72 ; 74, 76 ; 78, 80 ; 82, 84) d'une paire de lignes de commande (100, 102 ; 104, 106 ; 108, 110 ; 112, 114) étant couplés à un entraînement (50 ; 52 ; 54 ; 56) commun de la pluralité d'entraînements (50, 52, 54, 56).

[Revendication 17] Unité d'actionnement pour un instrument médical selon l'une des revendications précédentes, notamment un instrument médical avec un organe terminal effecteur déviable, avec une pluralité d'entraînements (50, 52, 54, 56), au moins deux lignes de commande (100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114) pour commander au moins un degré de liberté d'instrument et avec au moins deux éléments d'entraînement (70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84), comprenant un premier élément d'entraînement (70, 74, 78, 82) et un deuxième élément d'entraînement (72, 76, 80, 84), les au moins deux lignes de commande (100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114) comprenant une première ligne de commande (100, 104, 108, 112) et une deuxième ligne de commande (102, 106, 110, 114) et la première ligne de commande (100, 104, 108, 112) étant couplée au premier élément d'entraînement (70, 74, 78, 82) et la deuxième ligne de commande (102, 106, 110, 114) étant couplée au deuxième élément d'entraînement (72, 76, 80, 84) sur lesquels agit respectivement un entraînement (50, 52, 54, 56) de la pluralité d'entraînements (50, 52, 54, 56) de préférence commun pour produire un mouvement de poussée ou un mouvement de traction de l'élément d'entraînement (70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84).

[Fig. 1]

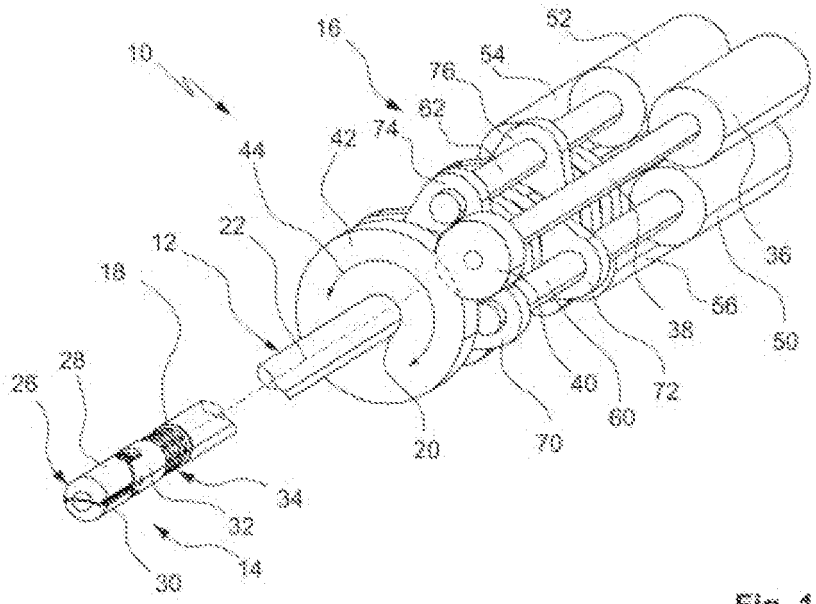

Fig. 1

[Fig. 2]

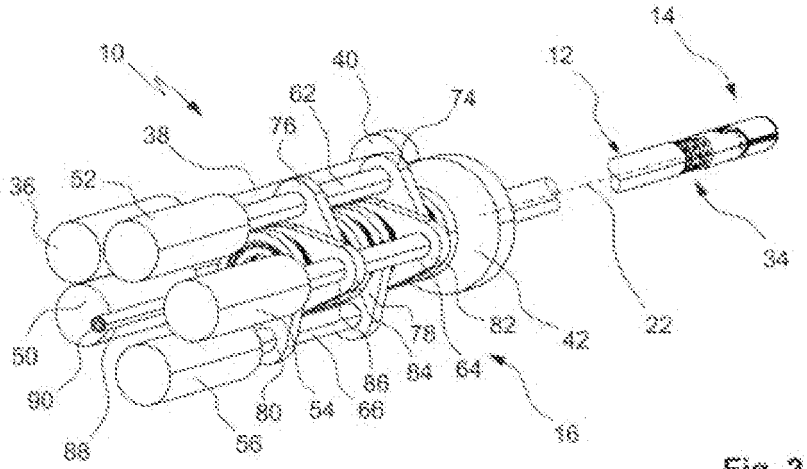

Fig. 2

[Fig. 3]

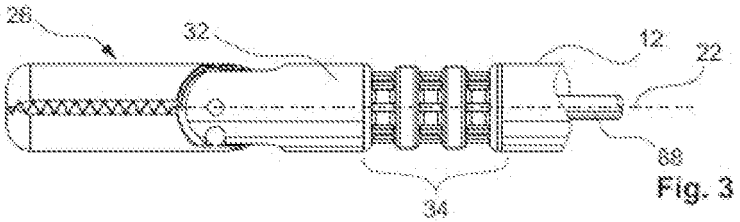

Fig. 3

[Fig. 4]

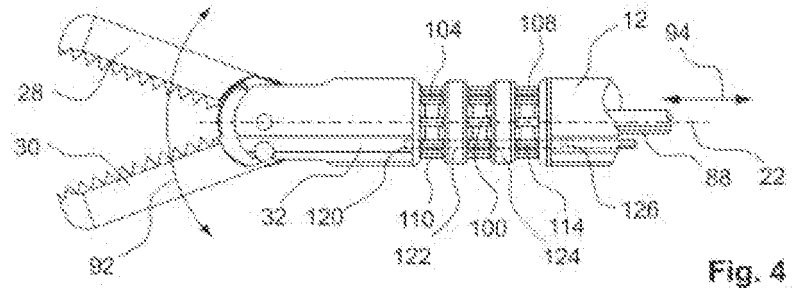

Fig. 4

[Fig. 5]

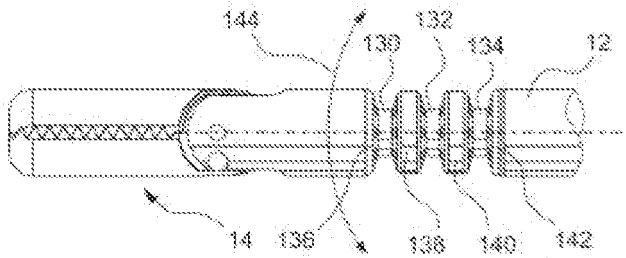

Fig. 5

[Fig. 6]

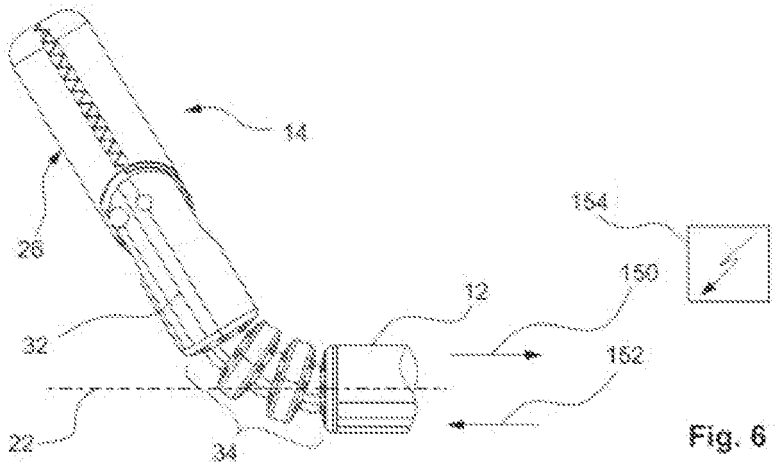

Fig. 6

[Fig. 7]

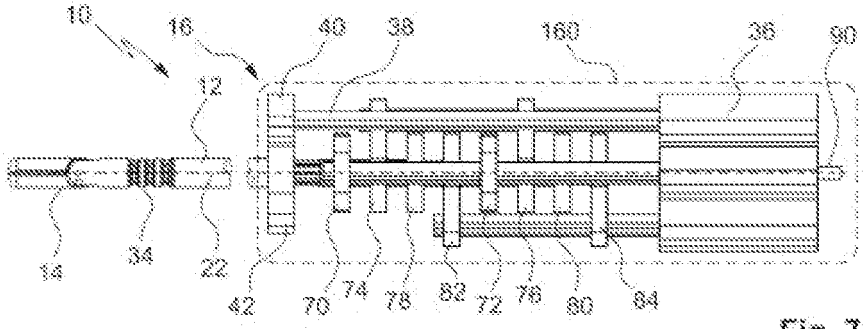

Fig. 7

[Fig. 8]

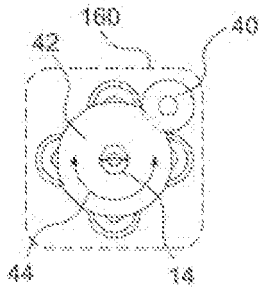

Fig. 8

[Fig. 9]

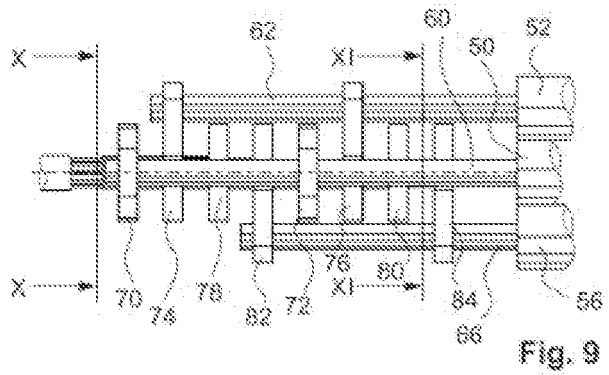

Fig. 9

[Fig. 10]

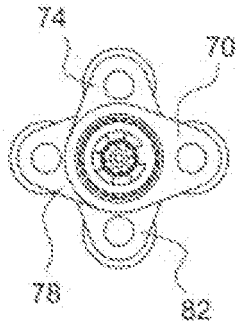

Fig. 10

[Fig. 11]

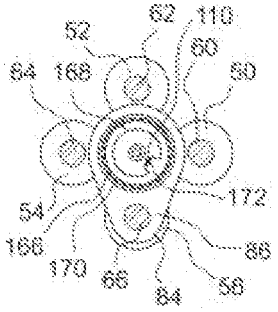

Fig. 11

[Fig. 12]

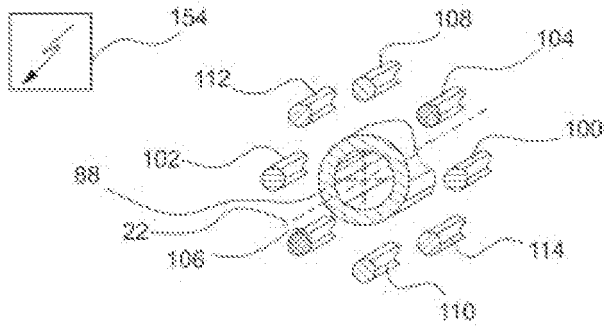

Fig. 12

[Fig. 13]

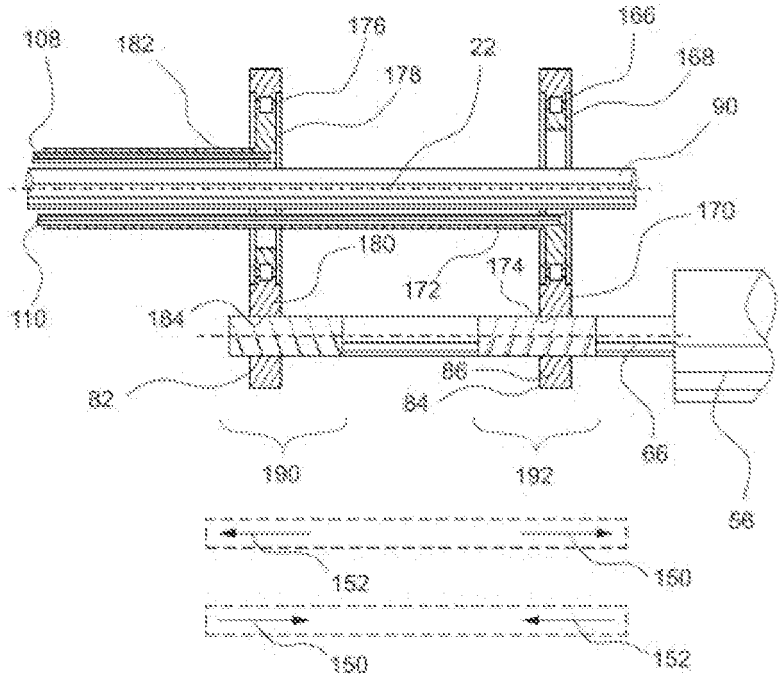

Fig. 13

[Fig. 14]

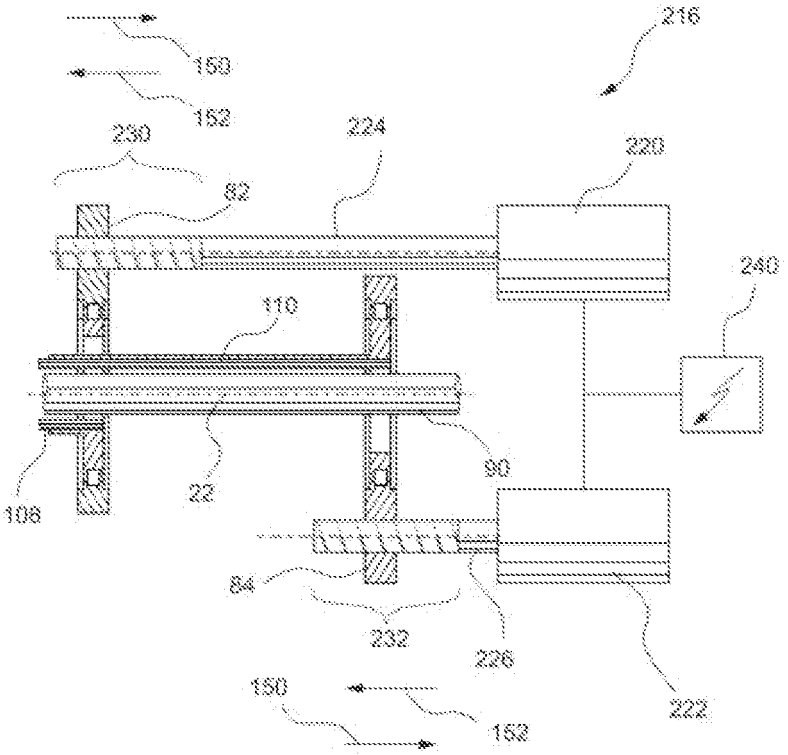

Fig. 14

[Fig. 15]

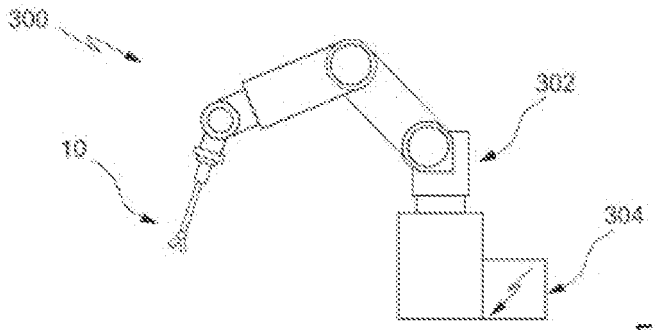

Fig. 15

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveauté) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.
Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

[x] Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

[x] Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

[x] Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 2019/223941 A1 (KITAMURA OJIRO [JP] ET AL) 25 juillet 2019 (2019-07-25)

US 2019/133635 A1 (STULEN FOSTER B [US] ET AL) 9 mai 2019 (2019-05-09)

US 2020/275928 A1 (SHELTON IV FREDERICK E [US] ET AL) 3 septembre 2020 (2020-09-03)

WO 2019/229158 A2 (STEERABLE INSTR NV [BE]) 5 décembre 2019 (2019-12-05)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT