



(51) Classification internationale des brevets :
A61B 17/28 (2006.01) A61B 19/00 (2006.01)
A61B 17/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2009/059771

(22) Date de dépôt international :
28 juillet 2009 (28.07.2009)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0855188 29 juillet 2008 (29.07.2008) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
UNIVERSITE JOSEPH FOURIER - GRENOBLE 1
[FR/FR]; 621, avenue Centrale, F-38400 St Martin
D'heres (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **CINQUIN, Philippe** [FR/FR]; 266 chemin de la Touvière, F-38330
St Nazaire Les Eymes (FR). **AVILA VILCHIS, Juan, Carlos** [MX/FR]; Rafael Garcia Moreno n° 109, Col.
Cuauhtémoc, Toluca, 50130 (MX). **ZEMITI, Nabil** [DZ/
FR]; 125 rue Circé, F-34090 Montpellier (FR). **VILCHIS GONZALEZ, Adriana, Herlinda** [MX/MX]; Rafael

Garcia Moreno n° 109, Col. Cuauhtémoc, Toluca, 50130 (MX).

(74) Mandataire : **TETAZ, Franck**; Cabinet Regimbeau, 139
rue Vendôme, F-69477 Lyon Cedex 06 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : MODULAR SURGICAL TOOL

(54) Titre : OUTIL CHIRURGICAL MODULAIRE

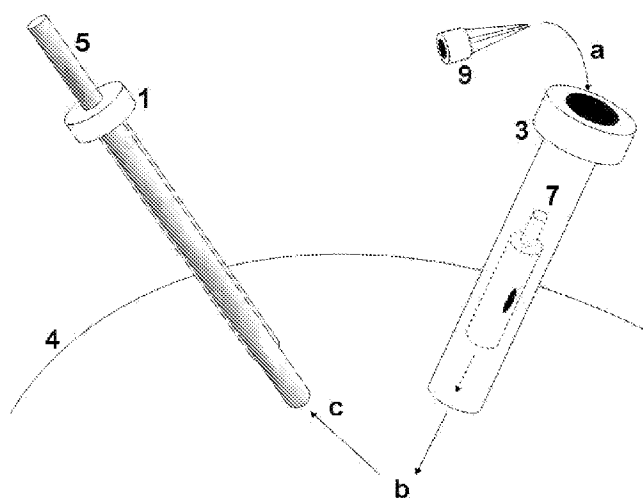


FIG. 9

(57) Abstract : The present invention relates to a minimally invasive surgical procedure device comprising a set for forming a modular surgical tool, said set comprising a carrier shaft (5) and a plurality of functional modules (7, 8, 9, 10, 12), in which said each functional module has means (14, 15) for rigid connection to the carrier shaft (5) and/or to another functional module and has dimensions suitable for insertion into the body of a patient through a trocar, wherein said device is characterized in that: - each functional module (7, 8, 9, 10, 12) has at least one degree of rotational or translational freedom and/or a functional end-piece such as a forceps, hook or a scalpel, - the carrier shaft (5) and/or the functional modules (7, 8, 9, 10, 12) comprise means for actuating said functional modules according to the respective degree of freedom thereof and/or the respective function thereof, and in that said device comprises an electromechanical interface capable of controlling the actuating of the assembled functional modules forming the tool.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)*

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

La présente invention concerne un dispositif d'intervention chirurgicale minimalement invasive, comprenant une panoplie pour former un outil chirurgical modulaire, ladite panoplie comprenant une tige support (5) et une pluralité de modules fonctionnels (7, 8, 9, 10, 12), dans laquelle chaque module fonctionnel possède des moyens (14, 15) de solidarisation à la tige support (5) et/ou à un autre module fonctionnel et présente des dimensions appropriées pour l'insertion dans le corps d'un patient à travers un trocart, ledit dispositif étant caractérisé en ce que : - chaque module fonctionnel (7, 8, 9, 10, 12) présente au moins un degré de liberté en rotation ou en translation et/ou un embout fonctionnel tel qu'une pince, un crochet, un scalpel, - la tige support (5) et/ou les modules fonctionnels (7, 8, 9, 10, 12) comprennent des moyens d'actionnement desdits modules fonctionnels selon leur degré de liberté et/ou leur fonction respective, et en ce que ledit dispositif comprend une interface électromécanique apte à commander l'actionnement des modules fonctionnels assemblés formant l'outil.

OUTIL CHIRURGICAL MODULAIRE

DOMAINE DE L'INVENTION

La présente invention concerne un outil chirurgical modulaire pour la chirurgie
5 minimalement invasive.

ARRIERE PLAN DE L'INVENTION

La chirurgie minimalement invasive est une approche chirurgicale visant à
intervenir à l'intérieur du corps d'un patient en accédant aux organes sur lesquels une
10 intervention doit être pratiquée en pratiquant un minimum d'ouvertures dans le corps.

A cet effet, le chirurgien effectue des incisions de petites dimensions dans le
corps du patient, dans lesquelles il insère des trocars destinés à permettre le
passage d'instruments et d'appareils de visualisation, tels qu'un endoscope ou un
laparoscope qui lui permettent d'observer la zone d'intervention.

15 Les trocars permettant le passage d'appareils de visualisation s'appellent des
« trocars optiques » et ont, généralement, des diamètres intérieurs de 10 mm ou de
12 mm.

Les trocars qui permettent le passage d'instruments de chirurgie sont
dénommés « trocars opérateurs » et ont, généralement, des diamètres intérieurs de
20 5 mm, étant entendu que des trocars opérateurs de diamètre intérieur de 8 mm, de
10 mm ou de 12 mm peuvent aussi être utilisés si l'opération le nécessite.

En raison des avantages de cette technique chirurgicale pour le patient –
notamment en termes de confort du patient, de rapidité de récupération
postopératoire, de réduction de la durée d'hospitalisation –, de nombreux outils ont
25 été développés pour permettre au chirurgien d'effectuer des gestes aussi précis
qu'en chirurgie ouverte, dans laquelle il bénéficie d'un plus large accès à la région
d'intervention.

Toutefois, les outils proposés à ce jour présentent encore des inconvénients qui
entravent les progrès de la chirurgie minimalement invasive.

30 Parmi ces problèmes, le manque de dextérité ou la faible mobilité apportée par
les outils actuels a été signalée par des médecins.

Des outils robotisés à mobilités internes – c'est-à-dire présentant différents degrés de liberté actionnables à l'intérieur du corps du patient – existent aujourd'hui en routine clinique (instruments du robot DaVinci) ou sous forme de prototype en laboratoire de recherche.

5 Pour permettre l'insertion de ces outils à travers les trocars opérateurs conventionnels, l'actionnement des mobilités internes de ces outils se fait par moyen déporté (par exemple, des câbles, des biellettes, des fils à tension, des ressorts et des courroies, tirés par des actionneurs placés sur la partie proximale de l'instrument). Ces dispositifs d'actionnement engendrent un encombrement important
10 à l'extérieur du patient, autour du chirurgien.

Une autre solution consiste à réaliser les mobilités internes en utilisant des actionnements directs (c'est-à-dire des mini-moteurs placés dans la partie distale de l'instrument).

Pour des raisons technologiques (compromis taille/puissance des moteurs),
15 l'outil qui en découle est très encombrant et ne passe pas par les trocars opérateurs classiques. L'utilisation de trocars de plus grand diamètre devient nécessaire, ce qui supprime le caractère minimalement invasif et non traumatisant de la procédure chirurgicale.

Par ailleurs, la modularité dans la conception d'un outil ou d'un système médical
20 a été prise en compte dans plusieurs travaux.

Par exemple, le brevet US 6,074,408 porte sur un instrument médical modulaire démontable afin de permettre un nettoyage plus facile et le remplacement d'un composant défaillant. Son actionnement repose sur une commande par câble interne.

Le document WO 98/49951 décrit quant à lui un instrument chirurgical modulaire
25 autorisant une interchangeabilité de l'outil grâce à un système de cliquet à billes.

Le brevet US 7,150,751 porte sur la conception d'un raccord pour un outil modulaire.

Cependant, ces systèmes, bien que modulaires, ont été conçus pour un assemblage externe au corps du patient. En effet, l'outil est tout d'abord
30 complètement assemblé et ensuite introduit dans le corps du patient pour effectuer la tâche pour laquelle il a été conçu. Ceci suppose soit l'utilisation de trocars de

diamètres importants pour le passage de ces outils – avec des conséquences néfastes sur les suites postopératoires, soit la conception d'outils peu encombrants pour pouvoir passer dans des trocars de diamètre moindre, mais au détriment des degrés de liberté.

5 Plusieurs travaux ont proposé des architectures originales pour des outils médicaux tels que les endoscopes ou d'autres outils chirurgicaux, où les alliages à mémoire de forme sont parfois utilisés, en essayant toujours d'améliorer la dextérité du médecin lors de la réalisation du geste chirurgical.

Ainsi, un dispositif d'orientation à trois degrés de liberté et actionné par câbles
10 fait l'objet du brevet US 6,685,698.

L'article de T. Takayama, T. Omata, T. Futami, H. Akamatsu, T. Ohya, K.Kojima, K.Takase and N. Tanaka ("Detachable-fingered hands for manipulation of large internal organs in laparoscopic surgery", Proc. of International Conference on Robotics and Automation (ICRA), pp. 244-249, 2007), décrit quant à lui l'assemblage,
15 à l'intérieur de l'abdomen, de doigts mécaniques constituant une « main » dont la fonction est de serrer, de manipuler ou de pousser des grands organes internes. Toutefois, dans ce dispositif, le nombre de doigts est restreint à trois. Par ailleurs, leur actionnement se fait mécaniquement, par câbles, par une action manuelle du chirurgien exercée sur la partie proximale de l'instrument.

20 On comprend donc que le nombre de degrés de liberté que présentent en général les instruments existants pour la chirurgie minimalement invasive est trop faible, et que leur actionnement par câbles génère un encombrement important à l'extérieur du patient.

Un premier but de l'invention est donc de concevoir un outil modulaire à
25 mobilités internes – c'est-à-dire qui puisse procurer au chirurgien tous les degrés de liberté dont il a besoin –, et qui puisse en même temps être assemblé et désassemblé facilement.

Un autre but de l'invention est de procurer un outil modulaire de dimensions suffisamment faibles pour qu'il puisse être inséré dans le corps humain à travers une
30 ouverture de diamètre minimal, afin de limiter les conséquences postopératoires sur le patient.

Un autre but de l'invention est de permettre l'emploi d'une source de puissance non déportée, afin d'éviter un actionnement par câbles qui donne lieu à des contraintes mécaniques importantes.

Enfin, l'outil modulaire devrait pouvoir être adapté à l'utilisation dans un système
5 robotisé.

BREVE DESCRIPTION DE L'INVENTION

L'invention propose un système capable de réaliser les mobilités internes de l'outil avec un système modulaire qui utilise un actionnement direct tout en
10 conservant le caractère non traumatisant et minimalement invasif de la procédure chirurgicale.

Conformément à l'invention, il est proposé un dispositif d'intervention chirurgicale minimalement invasive, comprenant une panoplie pour former un outil chirurgical modulaire, ladite panoplie comprenant une tige support et une pluralité de
15 modules fonctionnels, dans laquelle chaque module fonctionnel possède des moyens de solidarisation à la tige support et/ou à un autre module fonctionnel et présente des dimensions appropriées pour l'insertion dans le corps d'un patient à travers un trocart, ledit dispositif étant caractérisé en ce que :

- chaque module fonctionnel présente au moins un degré de liberté en rotation ou en
20 translation et/ou un embout fonctionnel tel qu'une pince, un crochet, un scalpel,
- la tige support et/ou les modules fonctionnels comprennent des moyens d'actionnement desdits modules fonctionnels selon leur degré de liberté et/ou leur fonction respective,

et en ce que ledit dispositif comprend une interface électromécanique apte à
25 commander l'actionnement des modules fonctionnels assemblés formant l'outil.

De manière particulièrement avantageuse, chaque module fonctionnel présente au moins un degré de liberté en rotation ou en translation, et/ou un embout fonctionnel tel qu'une pince, un crochet, un scalpel.

Les moyens de solidarisation comprennent des parties mâles et femelles
30 complémentaires et/ou des surfaces d'adhésion par contact magnétique.

De manière préférée, la tige support et/ou les modules fonctionnels comprennent des moyens pour alimenter en énergie et pour commander lesdits modules fonctionnels.

Selon un mode préféré de réalisation, la tige support présente un diamètre
5 inférieur ou égal à 8 mm, et chaque module fonctionnel présente au moins une dimension inférieure ou égale à 12 mm.

Le dispositif comprend un premier trocart présentant un diamètre intérieur inférieur ou égal à 8 mm pour l'insertion de la tige et un deuxième trocart présentant un diamètre intérieur inférieur ou égal à 12 mm pour l'insertion des modules
10 fonctionnels.

Selon un mode particulier de réalisation, le dispositif comprend des moyens d'imagerie de l'intérieur du corps du patient, tels qu'un endoscope ou un laparoscope.

Avantageusement, le dispositif comprend en outre des moyens pour manipuler chaque module fonctionnel dans le corps du patient.

Lesdits moyens de manipulation comprennent par exemple une pince solidaire des moyens d'imagerie, un aimant présentant une forme cylindrique creuse et apte à être monté sur les moyens d'imagerie sans en encombrer le champ visuel, ou une pince insérée à travers un troisième trocart.

Un autre objet de l'invention concerne un procédé d'assemblage d'un outil
20 chirurgical modulaire, ledit outil comprenant au moins un module fonctionnel sur une tige support, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- (a) introduction de la tige support dans un premier trocart installé au préalable dans le corps d'un patient ;
- 25 (b) passage, dans un deuxième trocart installé au préalable dans le corps d'un patient, d'un module fonctionnel,
- (c) assemblage dudit module fonctionnel sur la tige support.

De manière avantageuse, l'étape (b) comprend le passage successif d'une pluralité de modules fonctionnels dont le dernier présente un embout fonctionnel, et
30 l'étape (c) comprend l'assemblage successif desdits modules fonctionnels, de telle sorte que l'outil assemblé présente à son extrémité distale ledit embout fonctionnel.

Entre les étapes (b) et (c), le procédé comprend une étape de manipulation des modules fonctionnels pour les amener de la sortie du deuxième trocart vers la tige support.

5 **BREVE DESCRIPTION DES DESSINS**

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 illustre de manière schématique l'installation des trocars dans l'abdomen d'un patient dans le cadre d'une intervention chirurgicale minimalement invasive ;
- la figure 2 représente la panoplie de modules fonctionnels permettant d'assembler l'outil chirurgical modulaire conformément à l'invention ;
- la figure 3 représente deux modules fonctionnels particuliers pouvant être utilisés dans le cadre de l'invention ;
- la figure 4 illustre un exemple d'outil chirurgical assemblé ;
- la figure 5 illustre un autre exemple d'outil chirurgical assemblé ;
- la figure 6 illustre une autre variante de module fonctionnel ;
- la figure 7 illustre plusieurs configurations possibles du module fonctionnel illustré à la figure 6 ;
- la figure 8 illustre deux exemples d'embouts fonctionnels montés à l'extrémité du module fonctionnel représenté aux figures 6 et 7 ;
- la figure 9 représente le procédé d'assemblage de l'outil chirurgical modulaire ;
- la figure 10 illustre un dispositif auxiliaire permettant la manipulation des modules fonctionnels à l'intérieur du corps du patient ;
- la figure 11 illustre un autre dispositif permettant la manipulation des modules fonctionnels ;
- la figure 12 illustre deux variantes d'un module jonction permettant d'augmenter le nombre de degrés de liberté de l'outil chirurgical.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

Dispositif d'intervention chirurgicale

Lors d'une intervention chirurgicale minimalement invasive pratiquée dans la zone abdominale (ou laparoscopie), un trocart 1, un trocart 2, et un trocart 3 sont placés dans l'abdomen 4 d'un patient, comme illustré sur la figure 1.

Les trocarts 1 et 2 ont, généralement, un diamètre intérieur inférieur ou égal à 8 mm (trocart opérateur) et le trocart 3 (trocart optique) présente un diamètre intérieur inférieur ou égal à 12 mm.

Les trocarts 1 et 2 permettent l'utilisation d'outils chirurgicaux comme des pinces et le trocart 3 l'utilisation d'un laparoscope, par exemple.

La figure 2 montre le trocart 1 sectionné dans sa partie inférieure et la tige support 5 de l'outil chirurgical dont la partie distale 6 doit recevoir des modules fonctionnels à l'intérieur de l'abdomen du patient.

L'outil chirurgical modulaire conforme à l'invention est en effet assemblé à partir d'une panoplie de modules fonctionnels aptes à être solidarisés à la tige support ou à un autre module fonctionnel.

Par modulaire, on entend dans ce texte le fait que l'outil soit assemblé au cas par cas avec les degrés de liberté ou les fonctions souhaités par le chirurgien.

On précise par ailleurs que dans ce texte un degré de liberté est associé à une translation ou à une rotation ; les mouvements de fonctionnement de l'outil (par exemple ouverture et fermeture d'une pince) n'étant pas considérés comme des degrés de liberté.

La tige 5 sert de base pour l'assemblage/désassemblage d'une série de modules appartenant à l'une des classes suivantes : module présentant un degré de liberté en rotation (ou « module-rotation ») 7, module présentant un degré de liberté en translation (ou « module-translation ») 8 ou module présentant un embout fonctionnel, tel qu'un module-pince 9.

Bien sûr, l'embout fonctionnel peut être tout instrument dont le chirurgien peut avoir besoin lors de l'intervention, comme par exemple un crochet, un scalpel, une aiguille...

A cet effet, chaque module présente des moyens pour être solidarisé à la tige support ou à un autre module. Par exemple, chaque module peut présenter une forme femelle telle que l'orifice 14 représenté sur la figure 2, cette forme femelle étant apte à être emboîtée et maintenue sur une forme mâle 15 complémentaire de la tige support 5 ou d'un autre module fonctionnel (un arbre moteur, par exemple).

Les modules à embout fonctionnel, qui sont destinés à constituer l'extrémité de l'outil modulaire, peuvent présenter simplement un orifice 14.

Bien sûr, toute autre forme des moyens de solidarisation peut être envisagée (formes complémentaires mâle/femelle, clips, vis, moyens magnétiques, moyens électromécaniques, ...).

Par ailleurs, les moyens de solidarisation sont également conçus pour permettre la transmission de l'énergie et des commandes de fonctionnement à chacun des modules.

En particulier, l'outil est commandé à partir d'une interface électromécanique, du type interface haptique, au moyen de laquelle le chirurgien indique les mouvements souhaités et qui transmet, par le biais d'un contrôleur, les signaux de commande à chaque module fonctionnel.

La tige support 5 doit être conçue de telle sorte que sa partie interne contienne des supports de transmission (électrique, fluide ou autre) pour l'alimentation en énergie et pour l'échange d'information et de signaux de commande entre les actionneurs, les capteurs et le contrôleur du système.

Par ailleurs, les parties proximale (externe à la cavité chirurgicale) et distale (dans la cavité chirurgicale) de la tige support 5 comprennent des contacteurs ou des connecteurs assurant les liaisons entre la tige et les modules fonctionnels (actionneurs) d'une part, et la tige support et le contrôleur d'autre part.

Selon une variante, on peut imaginer que chacun des modules fonctionnels dispose de ses propres moyens d'alimentation en énergie, par exemple sous la forme de batteries miniatures.

Aussi, selon un autre mode de réalisation de l'invention, la tige support 5 est une simple tige passive et l'alimentation en énergie, l'échange d'information et de signaux de commande entre les actionneurs, les capteurs et le contrôleur du système se fait

par voie sans fil (radio fréquence, ultrason, Bluetooth, Wifi, induction, magnétique, etc.).

L'orifice 14 servant au montage des modules peut être situé sur la face la plus appropriée de chaque module.

- 5 Si, comme sur la figure 2, le module fonctionnel a une forme cylindrique, par exemple, l'orifice 14 peut être placé dans la base ou dans la surface latérale du cylindre. Si le module fonctionnel est un cube, l'orifice 14 peut être placé sur l'une des cinq surfaces du cube ne contenant pas l'axe moteur du module.

- De manière alternative, on n'utilisera pas des parties mâles et femelles
10 complémentaires mais des surfaces d'adhésion par contact magnétique.

La longueur de chaque module peut être supérieure à 12 mm ; cependant, sa largeur sera inférieure à 12 mm car l'assemblage de l'outil est basé sur l'utilisation du trocart 3 de diamètre intérieur inférieur ou égal à 12 mm afin de faire passer les modules définissant l'architecture souhaitée, vers l'intérieur de l'abdomen 4.

- 15 Sur chaque module-rotation 7 ou sur chaque module-translation 8, il est possible de monter/démonter d'autres modules sans aucune restriction de classe.

Le module-pince 9 ne reçoit pas d'autres modules, il peut être monté sur la tige support 5 en tant que premier et dernier module, mais aussi sur un module-rotation 7 ou sur un module-translation 8.

- 20 L'architecture de l'outil assemblé peut donc avoir le nombre de degrés de liberté que l'on souhaite, afin de procurer la meilleure dextérité au médecin pour réaliser son geste chirurgical.

Selon une variante, on peut envisager un module fonctionnel à plusieurs degrés de liberté et intégrant en outre un embout fonctionnel.

- 25 Ce système de classe « module-unique » 10 aura aussi une largeur inférieure à 12 mm et son architecture dépendra des besoins médicaux.

La figure 3 montre le principe général de deux modules de la classe module-unique 10 ; cependant, la conception de cette classe de modules n'est pas restreinte à ces deux exemples de module-unique.

Le premier module 10a possède une configuration du type Rotation-Rotation-Rotation-Pince où R1, R2 et R3 sont des rotations qui peuvent être réalisées par rapport aux axes a1, a2 et a3, respectivement.

Le deuxième module 10b a une configuration du type Rotation-Rotation-
5 Translation-Pince où R1 et R2 sont les rotations réalisées par rapport aux axes a1, a2, respectivement, et T1 est une translation effectuée le long de l'axe a3.

Les parties 11 dans la figure 3 sont celles qui seront montées sur la tige support 5 grâce aux orifices 14. Il est possible d'observer sur la figure 3 un module-pince 9 comme partie finale de chaque module-unique 10.

10 En fonction des besoins chirurgicaux et/ou du degré de dextérité requis lors d'une opération, le système peut être mis à jour ou reconfiguré à la demande du chirurgien, c'est-à-dire que des modules-rotation 7 ou des modules-translation 8 peuvent être rajoutés ou enlevés

La figure 4 illustre un exemple de montage à deux degrés de liberté, constitué
15 d'un module-rotation 7, d'un module-translation 8 et d'un module-pince 9.

La figure 5 illustre un module 10a de classe « module-unique » monté sur la tige support 5.

La récupération des modules de classe « module-unique » 10 se fera après l'avoir démonté de la tige support 5, par un des moyens mentionnés plus loin dans ce
20 document.

Selon une autre variante de la panoplie, on peut prévoir une classe particulière de module unique 12 constitué d'une série de sous-modules indépendants 12a comme illustré à la figure 6.

Ce module 12 est aussi envoyé vers la cavité chirurgicale 4 par le trocart 3. La
25 partie initiale 11 de cette série de sous-modules est la partie qui sera montée sur la tige support (non montrée sur cette figure).

Une fois assemblé sur la tige support, ce module 12 pourra prendre une configuration particulière parmi un certain nombre de configurations possibles a priori, en fonction des besoins chirurgicaux.

30 Ainsi, la figure 7 illustre le module 12 dans une configuration c1 avant et après trois rotations R12-1, R12-2 et R12-3 des sous-modules.

Une deuxième configuration c2 du module 12 est aussi montrée à la figure 7 où le module 12 a pris une configuration à deux branches, la première portant une pince à la fin de la série de sous-modules et la deuxième portant des ciseaux.

Le chirurgien intervient uniquement dans le montage du module 12 sur la tige support 5.

Un module jonction a été conçu afin d'augmenter le nombre de montages des modules à l'intérieur de la cavité chirurgicale.

La figure 12 illustre deux versions du module jonction : un module femelle-femelle 13a et un module femelle-mâle 13b.

Le module jonction 13a ou 13b peut recevoir les différentes classes de modules 7, 8, 9, 10 ou 12.

En effet, l'utilisation du module jonction permet un montage multiple comme celui de deux modules 12 illustré dans la partie droite de la figure 7 où un module jonction 13b (monté au préalable dans la tige support 5) reçoit un premier module 12 portant une pince et un deuxième module 12 portant des ciseaux.

L'utilisation du module jonction permet donc d'augmenter le nombre d'instruments à l'intérieur de la cavité chirurgicale sans pourtant augmenter le nombre d'orifices chirurgicaux.

La partie gauche de la figure 7 illustre le module 12 avant et après trois rotations R12-1, R12-2 et R12-3 des sous-modules, ce qui définit un changement de configuration. Ces rotations sont effectuées à l'intérieur de la cavité chirurgicale après montage du module 12 dans la tige support 5 ou dans le module jonction ; elles s'effectuent grâce à une commande réalisée à l'extérieur de la cavité chirurgicale.

Dans ce cas, le chirurgien intervient uniquement dans le montage du module 12 sur la tige support 5 ou du module jonction sur la tige support 5 et des modules 12 sur le module jonction.

Par rapport au module unique 10, le module 12 possède un plus grand nombre de degrés de liberté grâce au nombre de sous-modules indépendants 12a qui le constituent et qui peuvent être choisis à l'avance par le médecin ; ce module 12 est donc redondant. Ceci représente une augmentation du degré de dextérité de l'outil

chirurgical et permet d'avoir les mobilités souhaitées selon l'opération, sans avoir à changer d'instrument ou à rajouter des modules

Les pinces, ciseaux, etc. du module 12 sont des outils dépliables formant aussi un sous-module, comme il est illustré dans la figure 8.

5 Procédé d'assemblage de l'outil modulaire

La figure 9 illustre les différentes étapes nécessaires pour assembler l'outil à l'intérieur de l'abdomen.

Dans l'étape (a) les modules sont passés par le trocart 3 où il est possible d'observer, en pointillées, un module-rotation 7 passant par le trocart 3 et un module-
10 pince 9 prêt à être inséré dans le trocart 3.

Le passage des modules vers l'intérieur de l'abdomen du patient pour le montage de l'outil et leur récupération après démontage, peuvent se faire en utilisant des moyens mécaniques, magnétiques, pneumatiques ou autres.

Les modules peuvent ainsi être envoyés vers l'intérieur de l'abdomen par gravité
15 où ils seront récupérés pour leur assemblage.

L'étape (b) correspond à la récupération des modules à l'intérieur de l'abdomen en utilisant, par exemple, un autre outil chirurgical placé dans le trocart 2, qui n'est pas représenté sur cette figure.

Selon un autre mode de réalisation de l'invention, illustré à la figure 10, on utilise
20 un dispositif auxiliaire 16 comprenant des moyens de préhension pour manipuler des différents modules.

Le dispositif auxiliaire 16 est par exemple adapté au laparoscope 17 sans obstruer le champ visuel 18 de la caméra.

En effet, ce dispositif auxiliaire 16 doit avoir une architecture bien étudiée afin de
25 faciliter le repérage et la manipulation des modules, par la région sans interférence du champ visuel 18.

Pour la phase d'assemblage de l'outil chirurgical, le dispositif auxiliaire 16 est monté sur le laparoscope 17 avant de faire passer le premier module vers l'intérieur de l'abdomen et démonté après avoir fini l'assemblage de l'outil pour ne pas gêner la
30 vue disponible pour le médecin.

Dans l'étape (c), les modules sont assemblés l'un après l'autre sur la tige support 5, en terminant par un module-pince 9.

Une fois assemblé, l'outil est prêt pour la mise en œuvre d'une procédure chirurgicale définie par le chirurgien et qui ne fait pas l'objet de la présente invention.

5 Le nombre et la classe de modules à utiliser ainsi que l'ordre de montage ou la configuration du module dépendent de la dextérité souhaitée par le médecin et de l'espace interne disponible dans l'abdomen du patient.

Pour actionner les différents modules, l'utilisation de n'importe quelle sorte d'énergie peut être envisagée.

10 La sélection du type d'énergie à utiliser dépendra des contraintes médicales pour chaque application et de la disponibilité technologique du moment.

La tige support 5 est conçue en fonction de la nature de l'énergie sélectionnée afin d'assurer l'alimentation en énergie pour tous les modules définissant l'architecture finale de l'outil chirurgical.

15 Comme expliqué plus haut, le moyen utilisé pour fournir de l'énergie et d'échanger les informations et les signaux de commande entre le contrôleur et les modules fonctionnels peut être un moyen conventionnel (fils électriques, pneumatique, etc.) ou bien un moyen sans fil (radio fréquence, induction, magnétique, Bluetooth, ultrason, etc.).

20 Dans le cas d'une transmission conventionnelle, le moyen de solidarisation de chaque module fonctionnel est donc conçu de telle sorte qu'il reçoive et transmette (avec le contrôleur et avec tous les modules) les informations et les signaux de commande ainsi que l'énergie nécessaire.

25 Contrairement aux outils de l'art antérieur, l'outil conforme à l'invention peut donc s'affranchir d'un actionnement par câbles, ce qui minimise l'encombrement généré autour du chirurgien.

Le désassemblage de l'outil est effectué en démontant un par un les modules utilisés. Les modules sont ensuite retirés de l'intérieur de l'abdomen à travers le trocart 3.

Par exemple, le dispositif auxiliaire 16 est monté sur le laparoscope 17 avant de commencer le désassemblage de l'outil chirurgical et démonté après avoir récupéré tous les modules.

Un autre moyen pour récupérer les modules de l'intérieur de l'abdomen du patient est un aimant creux 20 monté sur le laparoscope, comme illustré à la figure 11.

L'orifice de l'aimant permet de libérer le champ visuel du laparoscope 17.

Ce système permet de récupérer les modules un par un par simple contact avec la face adéquate pour garantir son passage par le trocart 3.

Il est possible aussi d'utiliser d'autres moyens pour déposer et pour récupérer les modules de l'intérieur de l'abdomen ainsi que pour les monter/démonter, comme par exemple les systèmes à verrou, les systèmes de fixation à billes, les systèmes de clipsage ou n'importe quel autre type de système de fixation ayant des qualités telles que la rapidité de montage/démontage, la facilité d'utilisation et la sécurité.

Parmi les moyens de récupération des modules, un sac endoscopique, utilisé habituellement pour extraire de la cavité chirurgicale une partie d'un organe séparée par ablation, peut aussi être utilisé.

Les matériaux utilisés pour la fabrication des différents éléments tels que la tige support 5, les modules 7, 8, 9, 10, 12 et 13a ou 13b, le dispositif auxiliaire 16, l'aimant 20 ou un autre dispositif de fixation servant à la mise en œuvre de l'invention, sont compatibles avec les conditions de stérilisabilité et de sécurité requises dans une salle d'opérations.

De manière particulièrement avantageuse, l'outil modulaire qui vient d'être décrit peut être utilisé en relation avec le système de positionnement robotisé faisant l'objet de la demande internationale WO03/094579. L'extrémité proximale de la tige support 5 est alors solidarisée à un moyen de support approprié. Ainsi, le chirurgien peut bénéficier des fonctionnalités et du faible encombrement d'un tel système robotisé, tout en profitant de tous les degrés de liberté autorisés par l'outil modulaire.

Bien sûr, les dimensions des trocars ont été données à titre d'exemple, étant entendu que des trocars de plus grand diamètre peuvent être utilisés pour permettre le passage de modules plus volumineux.

Enfin, l'invention a été décrite dans le cadre de la laparoscopie, où la cavité chirurgicale est l'abdomen, mais il va de soi qu'elle s'applique à toutes les interventions envisageables en chirurgie minimalement invasive.

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'intervention chirurgicale minimalement invasive, comprenant une
5 panoplie pour former un outil chirurgical modulaire, ladite panoplie comprenant une
tige support (5) et une pluralité de modules fonctionnels (7, 8, 9, 10, 12), dans
laquelle chaque module fonctionnel possède des moyens (14, 15) de solidarisation à
la tige support (5) et/ou à un autre module fonctionnel et présente des dimensions
appropriées pour l'insertion dans le corps d'un patient à travers un trocart, ledit
10 dispositif étant **caractérisé** en ce que :
- chaque module fonctionnel (7, 8, 9, 10, 12) présente au moins un degré de liberté
en rotation ou en translation et/ou un embout fonctionnel tel qu'une pince, un crochet,
un scalpel,
 - la tige support (5) et/ou les modules fonctionnels (7, 8, 9, 10, 12) comprennent des
15 moyens d'actionnement desdits modules fonctionnels selon leur degré de liberté
et/ou leur fonction respective,
- et en ce que ledit dispositif comprend une interface électromécanique apte à
commander l'actionnement des modules fonctionnels assemblés formant l'outil.
- 20 2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de
solidarisation comprennent des parties mâles et femelles complémentaires et/ou des
surfaces d'adhésion par contact magnétique.
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la tige
25 support (5) et/ou les modules fonctionnels (7, 8, 9, 10, 12) comprennent des moyens
pour alimenter en énergie lesdits modules fonctionnels.
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la tige
support (5) présente un diamètre inférieur ou égal à 8 mm, et en ce que chaque
30 module fonctionnel (7, 8, 9, 10, 12) présente au moins une dimension inférieure ou
égale à 12 mm.

5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'imagerie de l'intérieur du corps du patient, tels qu'un endoscope ou un laparoscope.

5

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens (16, 20) pour manipuler chaque module fonctionnel dans le corps du patient.

10 7. Dispositif selon la revendication 6 dans sa relation de dépendance vis-à-vis de la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens de manipulation comprennent une pince solidaire des moyens d'imagerie.

15 8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que les moyens de manipulation comprennent un aimant présentant une forme cylindrique creuse et apte à être monté sur les moyens d'imagerie sans en encombrer le champ visuel.

9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que lesdits moyens de manipulation comprennent une pince insérée à travers un troisième trocart (2).

20

10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comprend un premier trocart (1) présentant un diamètre intérieur inférieur ou égal à 8 mm pour l'insertion de la tige et un deuxième trocart (3) présentant un diamètre intérieur inférieur ou égal à 12 mm pour l'insertion des modules fonctionnels.

1 / 5

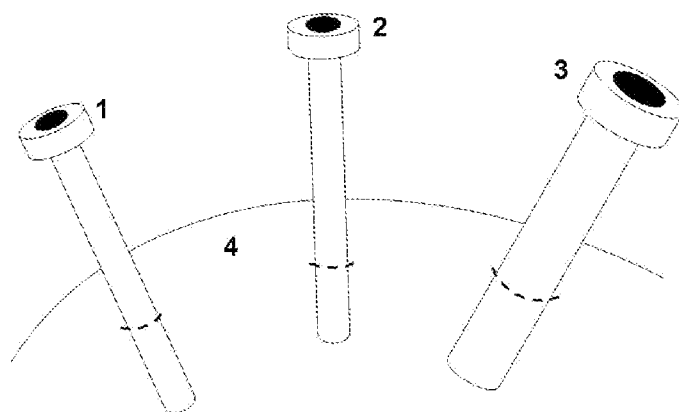


FIG. 1

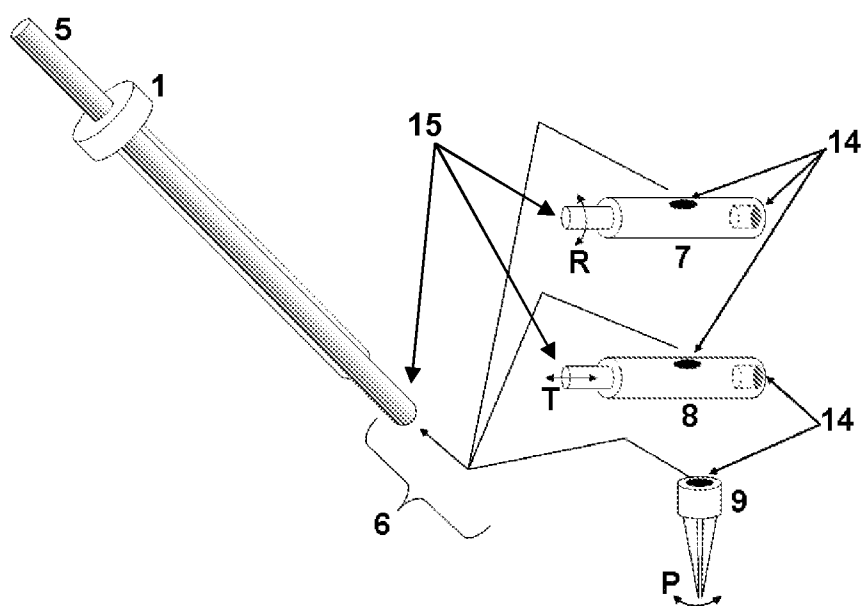
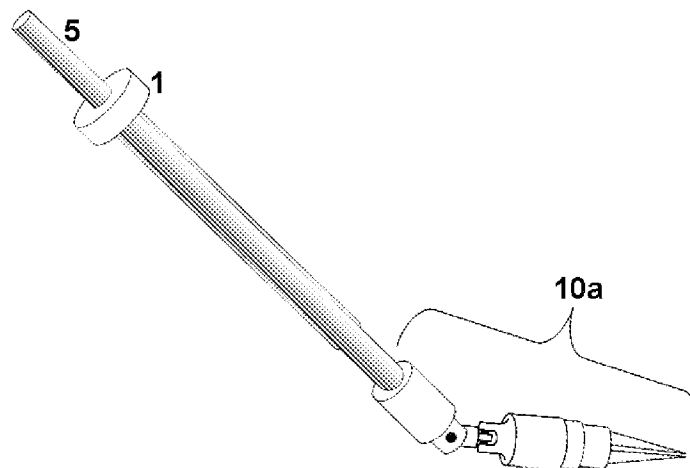
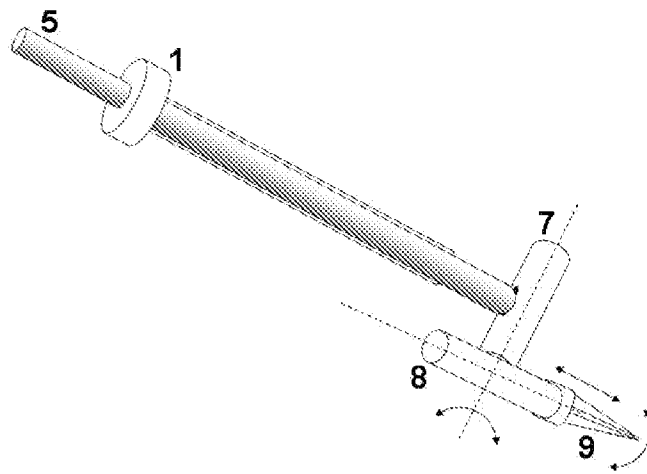
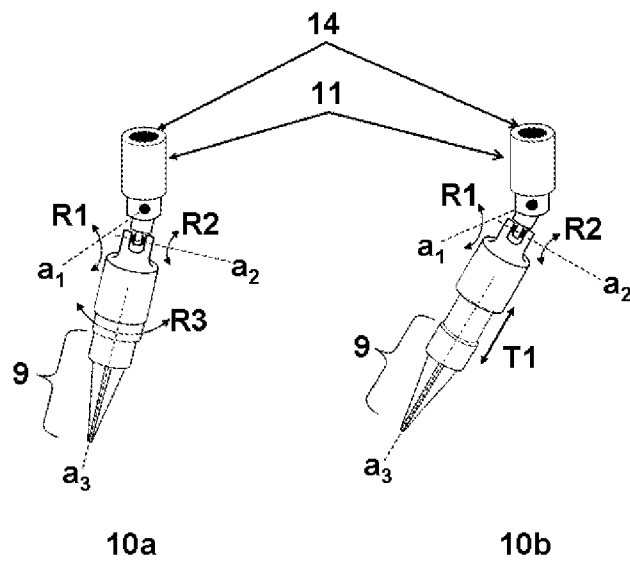


FIG. 2

2 / 5



3 / 5

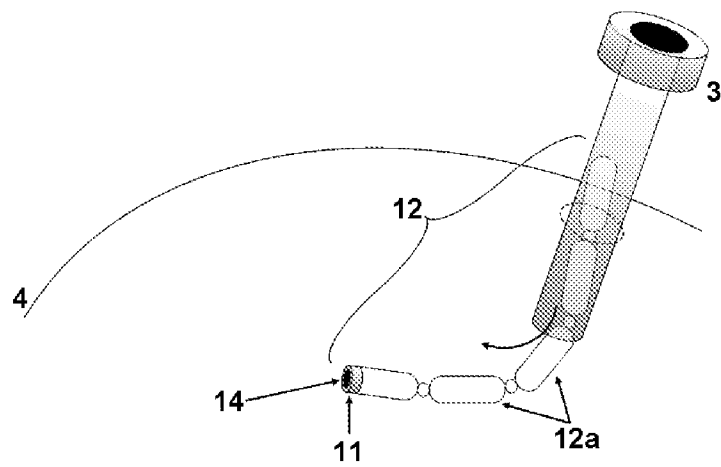


FIG. 6

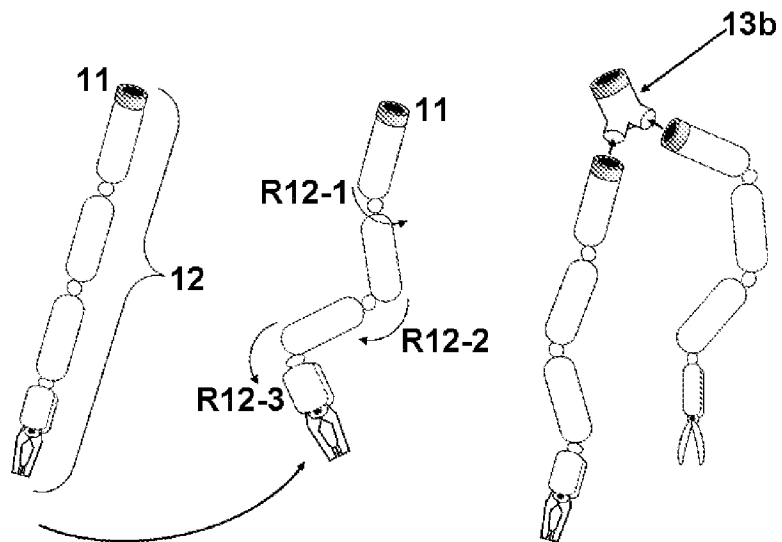


FIG. 7

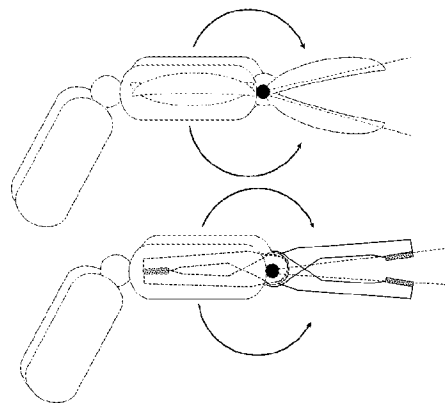


FIG. 8

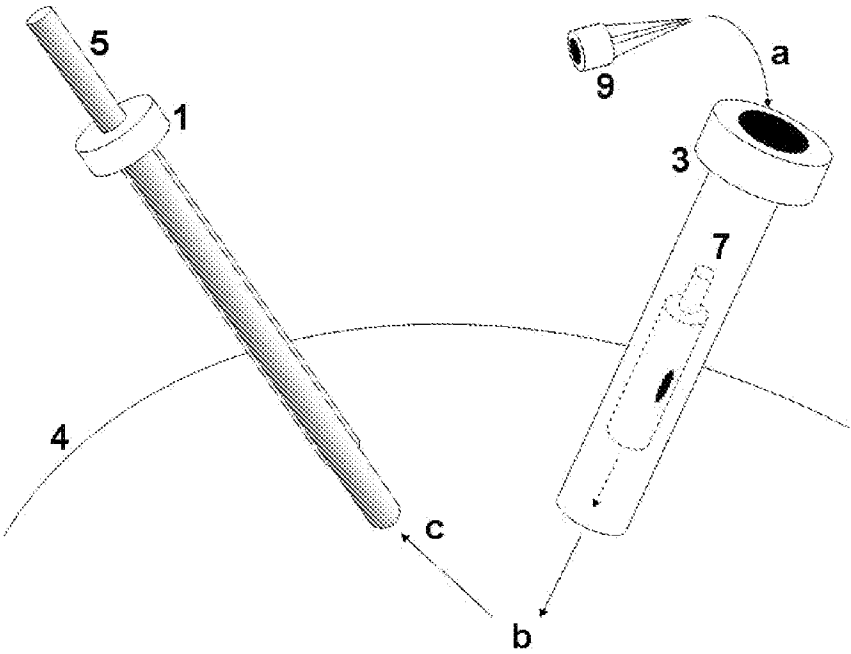


FIG. 9

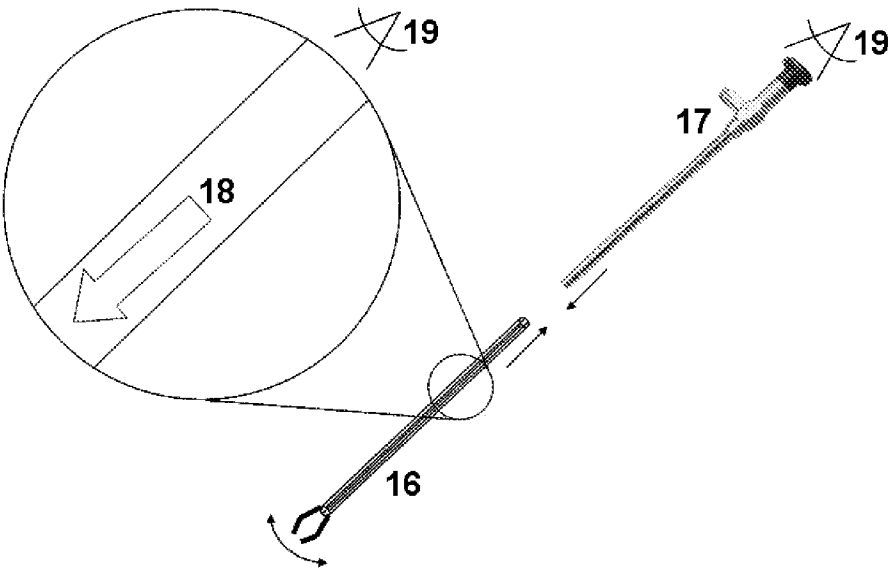


FIG. 10

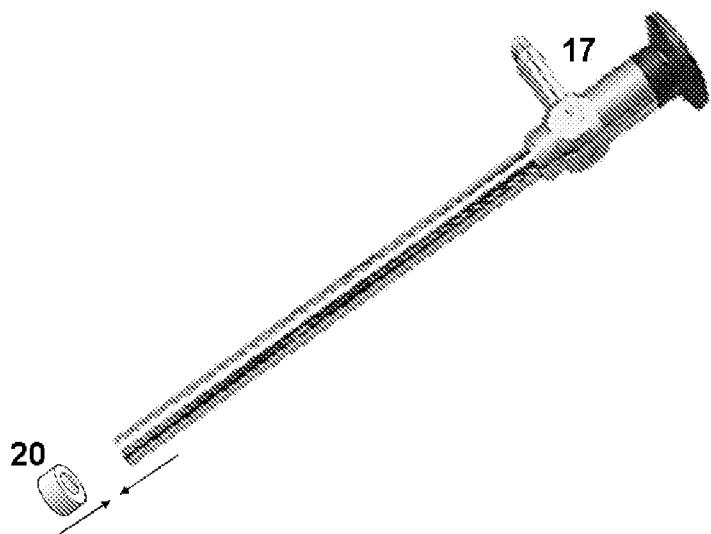


FIG. 11

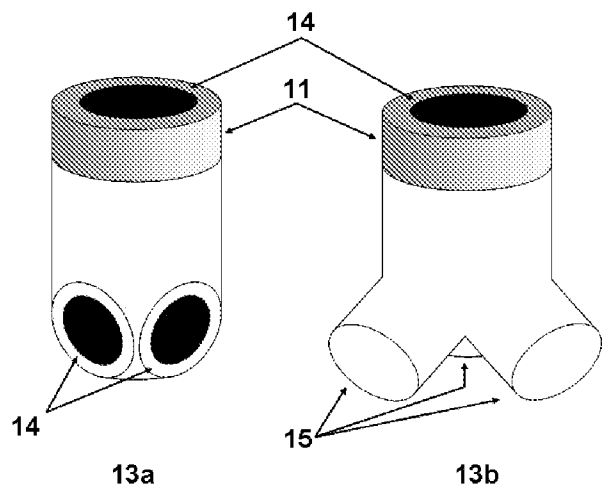


FIG. 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/059771

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. A61B17/28 A61B17/00 A61B19/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2004/133189 A1 (SAKURAI TOMOHISA [JP]) 8 July 2004 (2004-07-08) paragraph [0026] - paragraph [0031]; figure 1 paragraph [0059] paragraph [0078] - paragraph [0081]; figure 6 paragraph [0084] - paragraph [0087]; figure 7 paragraph [0093] - paragraph [0096]; figure 8 figure 11	1,3,5-7, 9 2,4,8,10
A	US 5 352 219 A (REDDY PRATAP K [US]) 4 October 1994 (1994-10-04) the whole document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 octobre 2009

Date of mailing of the international search report

05/11/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Filali, Salima

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/059771

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>TOSHIO TAKAYAMA ET AL: "Detachable-Fingered Hands for Manipulation of Large Internal Organs in Laparoscopic Surgery" ROBOTICS AND AUTOMATION, 2007 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PI, 1 April 2007 (2007-04-01), pages 244-249, XP031090816 ISBN: 978-1-4244-0601-2 page 245, column 1, paragraph 2; figures 1,2 page 244, column 1, paragraph 3 - column 2, paragraph 1</p>	1-10
A	<p>US 6 074 408 A (FREEMAN KENNETH V [US]) 13 June 2000 (2000-06-13) column 5, line 7 - column 6, line 13; figures 1-2F</p>	1-10
A	<p>US 5 752 972 A (HOOGEBOOM THOMAS-J [US]) 19 May 1998 (1998-05-19) column 5, line 26 - line 35; figures 11-13</p>	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/059771

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004133189 A1	08-07-2004	JP 2004208922 A	29-07-2004
US 5352219 A	04-10-1994	NONE	
US 6074408 A	13-06-2000	NONE	
US 5752972 A	19-05-1998	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2009/059771

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV. A61B17/28 A61B17/00 A61B19/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

A61B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X A	US 2004/133189 A1 (SAKURAI TOMOHISA [JP]) 8 juillet 2004 (2004-07-08) alinéa [0026] - alinéa [0031]; figure 1 alinéa [0059] alinéa [0078] - alinéa [0081]; figure 6 alinéa [0084] - alinéa [0087]; figure 7 alinéa [0093] - alinéa [0096]; figure 8 figure 11	1, 3, 5-7, 9 2, 4, 8, 10
A	US 5 352 219 A (REDDY PRATAP K [US]) 4 octobre 1994 (1994-10-04) le document en entier	1-10
	----- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *Z* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

29 octobre 2009

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

05/11/2009

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Filali, Salima

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>TOSHIO TAKAYAMA ET AL: "Detachable-Fingered Hands for Manipulation of Large Internal Organs in Laparoscopic Surgery" ROBOTICS AND AUTOMATION, 2007 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON, IEEE, PI, 1 avril 2007 (2007-04-01), pages 244-249, XP031090816 ISBN: 978-1-4244-0601-2 page 245, colonne 1, alinéa 2; figures 1,2 page 244, colonne 1, alinéa 3 - colonne 2, alinéa 1</p> <p>-----</p>	1-10
A	<p>US 6 074 408 A (FREEMAN KENNETH V [US]) 13 juin 2000 (2000-06-13) colonne 5, ligne 7 - colonne 6, ligne 13; figures 1-2F</p> <p>-----</p>	1-10
A	<p>US 5 752 972 A (HOOGEBOOM THOMAS J [US]) 19 mai 1998 (1998-05-19) colonne 5, ligne 26 - ligne 35; figures 11-13</p> <p>-----</p>	1-5

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2009/059771

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2004133189 A1	08-07-2004	JP 2004208922 A	29-07-2004
US 5352219 A	04-10-1994	AUCUN	
US 6074408 A	13-06-2000	AUCUN	
US 5752972 A	19-05-1998	AUCUN	

专利名称(译)	模块化手术工具		
公开(公告)号	EP2306911A1	公开(公告)日	2011-04-13
申请号	EP2009781211	申请日	2009-07-28
[标]申请(专利权)人(译)	约瑟夫·傅立叶大学		
申请(专利权)人(译)	UNIVERSITE约瑟夫·傅里叶 - 格勒诺布尔		
当前申请(专利权)人(译)	UNIVERSITE约瑟夫·傅里叶 - 格勒诺布尔		
[标]发明人	CINQUIN PHILIPPE AVILA VILCHIS JUAN CARLOS ZEMITI NABIL VILCHIS GONZALEZ ADRIANA HERLINDA		
发明人	CINQUIN, PHILIPPE AVILA VILCHIS, JUAN, CARLOS ZEMITI, NABIL VILCHIS GONZALEZ, ADRIANA, HERLINDA		
IPC分类号	A61B17/28 A61B17/00 A61B19/00		
CPC分类号	A61B17/29 A61B17/00234 A61B34/30 A61B2017/00265 A61B2017/00477 A61B2017/00544 A61B2017/2931 Y10T29/49826		
优先权	2008055188 2008-07-29 FR		
其他公开文献	EP2306911B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

微创外科手术装置技术领域本发明涉及一种微创外科手术装置，其包括用于形成模块化外科手术工具的装置，所述装置包括承载轴（5）和多个功能模块（7,8,9,10,12），其中所述每个功能模块具有用于与承载轴（5）和/或另一功能模块刚性连接的装置（14,15），并且具有适于通过套管针插入患者体内的尺寸，其中所述装置的特征在于：- 每个功能模块（7,8,9,10,12）具有至少一个旋转或平移自由度和/或功能性端部件，例如镊子，钩子或手术刀，- 托架轴（5）和/或功能模块（7,8,9,10,12）包括用于根据其各自的自由度和/或其相应功能致动所述功能模块的装置，并且所述装置包括机电装置。能够控制驱动器的接口组装的功能模块形成工具。