(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 845 889**

(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **02 13169**

(51) Int Cl[7] : **A 61 B 19/00**

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 22.10.02.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 23.04.04 Bulletin 04/17.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

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

(71) **Demandeur(s) :** *CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS Etablissement public à caractère scientifique et technologique* — FR et *SINTERS* — FR.

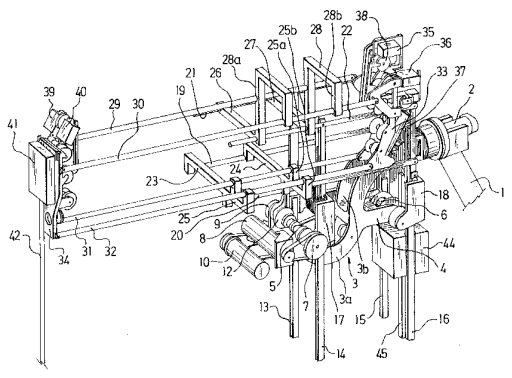
(72) **Inventeur(s) :** GIRAUD ALAIN, ESTEVE DANIEL, VAN MEER FREDERICH et CARON PIERRE.

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

(74) **Mandataire(s) :** BARRE LAFORGUE ET ASSOCIES.

(54) ROBOT CHIRURGICAL D'ORIENTATION ET DE POSITIONNEMENT D'UN INSTRUMENT CHIRURGICAL PORTEUR D'UN OUTIL TERMINAL CHIRURGICAL.

(57) L'invention concerne un robot chirurgical d'orientation et de positionnement d'un instrument chirurgical (42), comprenant un pied-support (1) portant une potence (3) montée rotative par rapport audit pied-support, et un bras porteur articulé sur la potence (3) et constitué d'un système de double parallélogrammes déformables connectés en série: un premier système de parallélogramme déformable doté de montants longitudinaux (13-16) montés coulissants dans des coulisseaux (17, 18) rotatifs par rapport à la potence (3), et un second système de parallélogramme s'étendant en déport longitudinal par rapport au premier système de parallélogramme, et doté de montants longitudinaux (29-32) articulés sur les montants longitudinaux (13-16) dudit premier système de parallélogramme, et sur l'extrémité en déport desquels est articulé un support (34) de l'instrument chirurgical (42).



FR 2 845 889 - A1

ROBOT CHIRURGICAL D'ORIENTATION ET DE POSITIONNEMENT D'UN INSTRUMENT CHIRURGICAL PORTEUR D'UN OUTIL TERMINAL CHIRURGICAL

L'invention concerne un robot chirurgical d'orientation et de positionnement d'un instrument chirurgical porteur d'un outil terminal chirurgical.

La pratique chirurgicale connaît depuis une vingtaine d'années une évolution rapide qui vise à améliorer, d'une part, le confort du patient en réduisant les dimensions des incisions aux strictes nécessités opératoires (outillage, vision et extraction), et d'autre part, le confort du praticien en l'assistant par des procédures de téléopérations robotisées.

Cette pratique à traumatisation minimale, dite « minimale-invasive » a, dans un premier temps, mis en œuvre des modes opératoires manuels : des petites incisions supportent des trocarts au travers desquels sont introduits les porte-outils, outils de vision, outils chirurgicaux, ... Le chirurgien pratique l'intervention en manipulant directement les outils au travers des trocarts et en contrôlant la réalisation des tâches sur écran de visualisation.

Selon cette pratique, les résultats sont déjà excellents pour le patient qui voit diminuer ses souffrances et réduire sa durée de convalescence. Ce succès a ainsi conduit à ce que de nombreuses opérations sont aujourd'hui pratiquées selon cette technique « minimale-invasive ».

Toutefois, lors de ces procédures manuelles, le travail du chirurgien reste difficile et fatigant. Il doit travailler de longues heures, penché sur le patient en manipulant des outils et porte-outils, regard fixé sur un écran dont l'ergonomie reste encore à améliorer. De plus, le chirurgien subit aussi des fatigues physiques et intellectuelles très importantes qui accroissent les risques d'incidents et même d'accidents opératoires.

Pour pallier ces inconvénients et tirer le meilleur parti de l'approche « minimale-invasive », la solution consiste à assister le chirurgien par des

procédures de téléopération robotisée. Dans cette procédure, le chirurgien est placé à distance du patient, équipé d'un poste de vision et de télémanipulation. Il peut aussi télécommander un robot composé de plusieurs bras qui actionne les outils et porte-outils et réalise l'opération.

Chaque bras comporte les constituants suivants :

- un outillage terminal : ciseau, pince, bistouri, ... porté par un instrument chirurgical que l'on peut désolidariser du bras du robot. Les outils sont interchangeables. Le chirurgien a techniquement besoin, en effet, de changer d'outil tout au long de l'opération chirurgicale, ce qui suppose de pouvoir aisément enlever et replacer l'instrument chirurgical et l'outil terminal au travers du trocart,

- un bras robot permettant d'orienter et de positionner l'instrument chirurgical et donc l'outil terminal.

Dans l'acte chirurgical, un point incontournable est de ne pas exercer d'efforts trop importants au niveau de la peau, c'est-à-dire qu'il convient que l'instrument chirurgical s'articule exactement sur un centre de rotation situé au niveau de la peau. Cette exigence fixe donc une spécification incontournable pour le bras robot.

De plus, pour couvrir l'espace de travail souhaité, l'instrument doit, autour du centre de rotation, pouvoir s'incliner de 60° dans toutes les directions et pouvoir pénétrer de 0 à 30 cm sous la peau, tout ceci en conservant une totale maîtrise de l'espace situé au-dessus et à proximité de l'espace de travail. En effet, cette maîtrise de l'espace doit impérativement permettre, notamment :

- le contrôle visuel de l'espace de travail,
- l'utilisation de plusieurs porte-outils coopérant ensemble,
- l'intervention d'outillages manuels,
- l'arrêt d'urgence de l'opération pour des raisons de sécurités médicales,
- la coopération de plusieurs robots travaillant selon des configurations diverses autour du patient.

A l'heure actuelle, quelques premières conceptions sont proposées sur le marché, dérivées de travaux antérieurs réalisés en robotique industrielle : chaque « bras » est constitué d'un robot anthropomorphe classique qui porte les porte-outils et leurs outils. Les premiers essais sont tout à fait encourageants mais ils mettent en évidence des limites et des problèmes non résolus, tels que notamment :

- la disproportion entre les dimensions et la masse des robots proposés (plus de 100 kg) et les dimensions des zones opératoires (quelques décimètres cubes),
- les difficultés de mise en œuvre liées aux dimensions et aux poids qui impliquent des délais de mise en œuvre longs et entraînent des coûts prohibitifs,
- les risques encourus par la manipulation de masses importantes à proximité du patient,
- l'encombrement et l'occupation de l'espace situé au-dessus et à proximité de la zone de travail.

La présente invention vise à pallier ces inconvénients et a pour principal objectif de fournir un robot chirurgical d'une part dont les principaux éléments massiques sont déportés de la zone opératoire et d'autre part conçu pour présenter un encombrement et une occupation minimales au-dessus et à proximité de la zone opératoire.

Un autre objectif de l'invention est de fournir des robots chirurgicaux permettant un placement et une coopération facilitées de plusieurs robots autour d'un espace de travail.

A cet effet, l'invention vise un robot chirurgical d'orientation et de positionnement d'un instrument chirurgical porteur d'un outil chirurgical terminal, adapté pour définir un centre de rotation virtuel (c) dudit instrument chirurgical et pour permettre une inclinaison selon toutes les directions de cet instrument autour de ce

centre de rotation, et une translation de cet instrument selon des axes passant par ledit centre de rotation.

Selon l'invention, ce robot chirurgical comprend :

- un pied-support de fixation au sol dudit robot,
- une potence montée rotative par rapport au pied-support autour d'un axe (X) sécant avec le centre virtuel (c) de rotation de l'instrument,
- des moyens d'entraînement en rotation autour de l'axe (X) de la potence relativement au pied-support,
- un bras porteur de l'instrument chirurgical, constitué d'un système de double parallélogrammes déformables connectés en série, articulé sur la potence de façon à pouvoir pivoter par rapport à cette potence autour d'un axe de rotation adapté, lors de ce pivotement, pour entraîner le pivotement de l'instrument chirurgical autour du centre de rotation virtuel (c) dans une direction complémentaire de celle obtenue par rotation autour de l'axe (X), ledit système de double parallélogramme comportant :
  - un premier système de parallélogramme déformable doté de montants longitudinaux montés coulissants, selon un axe de translation parallèle à l'axe de l'instrument, dans des coulisseaux rotatifs par rapport à la potence,
  - et un second système de parallélogramme s'étendant en déport longitudinal par rapport au premier système de parallélogramme et doté de montants longitudinaux articulés sur les montants longitudinaux dudit premier système de parallélogramme, et sur les extrémités en déport desquels est articulé un support de l'instrument chirurgical,
- des moyens de déplacement en translation des montants longitudinaux du premier système de parallélogramme relativement aux coulisseaux,
- et des moyens d'entraînement en rotation des coulisseaux relativement à la potence.

Selon le principe de l'invention, le bras du robot portant l'instrument chirurgical consiste en un système de double parallélogrammes, c'est-à-

dire en une structure légère constituée de deux systèmes de parallélogrammes connectés en série de façon qu'ils sont portés par une potence déportée et surbaissée pour se situer dans une zone non critique laissant libres la vision et l'accès à la table d'opération.

De plus, tous les mécanismes et motorisations destinés à engendrer les mouvements requis de l'instrument chirurgical, et qui constituent la majeure partie massique du robot, sont également déportés au niveau de cette zone non critique du fait que tous ces mouvements sont commandés et engendrés soit depuis la potence (translation haute/basse et pivotement de l'instrument chirurgical), soit du pied support (rotation de l'instrument chirurgical).

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, les premier et second systèmes de parallélogrammes sont axés dans des plans décalés et parallèles, les montants longitudinaux desdits systèmes de parallélogrammes étant reliés par des traverses.

Cette disposition conduit à déporter la potence non seulement en profondeur mais également latéralement et conduit donc à optimiser la maîtrise de l'occupation de l'espace autour de la zone opératoire. De plus, cette disposition autorise également la réalisation de robots symétriques (déports latéraux respectivement vers la gauche ou la droite) qui favorisent le positionnement de ces robots autour de la table d'opération.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, les moyens d'entraînement en rotation de la potence sont axés dans un plan décalé latéralement par rapport au plan dans lequel est axé le second système de parallélogramme.

Ce décalage de l'axe de motorisation de la potence par rapport à l'axe d'actionnement général du système de double parallélogrammes autorise de placer en parallèle cette motorisation et ce système, et donc de compacter le robot en réduisant son amplitude longitudinale. De plus, ce décalage facilite la coopération de

proximité entre deux bras de robots en autorisant de placer leurs outillages terminaux à quelques centimètres l'un de l'autre.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, la distance entre chacune des articulations du support de l'instrument sur un des montants longitudinaux du second système de parallélogramme, et le plan formé par les articulations dudit montant longitudinal sur le premier système de parallélogramme, est non nulle.

Ce décalage entre les articulations du support de l'instrument sur le second système de parallélogramme, par rapport aux articulations de ce second système de parallélogramme sur le premier système de parallélogramme, conduit à permettre d'optimiser la position surbaissée de la potence par rapport à la table d'opération.

Par ailleurs, et de façon avantageuse, les moyens d'entraînement en translation des montants longitudinaux du premier système de parallélogramme comprennent un ensemble pignon/crémaillère associé à chacun desdits montants longitudinaux.

De plus, avantageusement selon l'invention, les moyens d'entraînement en rotation de chaque coulisseau comprennent une poulie libre en rotation autour d'un arbre et solidaire en rotation dudit coulisseau, et des moyens d'entraînement en rotation de ladite poulie.

En outre, chaque ensemble pignon/crémaillère comporte avantageusement un pignon solidaire d'un arbre monté libre en rotation par rapport à la potence et sur lequel est montée libre en rotation la poulie d'entraînement du coulisseau correspondant, les moyens d'entraînement en translation des montants longitudinaux du premier système de parallélogramme comportant, en outre, des moyens d'entraînement en rotation de chaque arbre.

Selon cette disposition avantageuse, un même ensemble d'entraînement permet de commander la translation haut/bas du bras du robot et l'actionnement longitudinal du système de double parallélogramme.

Par ailleurs, de façon avantageuse, le premier système de parallélogramme comprend quatre montants longitudinaux associés deux à deux à un arbre de rotation commun portant les moyens d'entraînement en translation de chacune des dites paires de montants longitudinaux.

Le robot selon l'invention comporte par ailleurs avantageusement un système de contre-poids monté coulissant le long d'un montant parallèle aux montants longitudinaux du premier système de parallélogramme, et relié par un système de renvoi à au moins un arbre rotatif associé à un desdits montants longitudinaux.

Selon l'invention, ce robot chirurgical peut également être avantageusement doté d'actionneurs d'entraînement en rotation de l'instrument chirurgical et d'actionnement de l'outil terminal, montés sur le second système de parallélogramme et reliés à un boîtier de commande et de connexion portant ledit instrument chirurgical par un ensemble de poulies et de câbles.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description détaillée qui suit en référence aux dessins annexés qui en représentent, à titre d'exemple non limitatif, un mode de réalisation préférentiel. Sur ces dessins :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un robot chirurgical conforme à l'invention,

- la figure 2 est une coupe transversale par un plan vertical A de ce robot chirurgical,

- la figure 3 est une vue de dessus de ce robot chirurgical,

- la figure 4 est une vue de dessus schématique représentant ce robot chirurgical de façon unifilaire.

- et les figures 5 et 6 sont des vues longitudinales représentant de façon unifilaire deux positions différentes de ce robot chirurgical.

Le robot chirurgical selon l'invention représenté aux figures 1 à 3 est conçu pour permettre d'orienter et de positionner un instrument chirurgical

porteur d'un outil chirurgical, lors d'une procédure de téléopération robotisée, et de façon plus spécifique adapté pour définir un centre de rotation virtuel (C) de l'instrument, et pour permettre d'incliner ledit instrument selon toutes les directions autour du centre de rotation (C) et de translater ledit instrument selon des axes passant par ledit centre de rotation.

Ce robot chirurgical comprend en premier lieu un pied-support 1 de fixation dudit robot sur le sol, sur lequel est monté un moteur rotatif 2 dont l'axe de rotation est sécant avec le centre de rotation virtuel (C) et, tel que représenté aux figures 4 à 6 incliné de quelques degrés par rapport à la verticale et à l'horizontale.

Ce robot chirurgical comprend, en outre, une potence 3 portée par le moteur rotatif 2 mais disposée de façon que ladite potence s'étende verticalement (dans toute la suite de la description, à des fins de clarté de cette description, le robot chirurgical sera décrit tel que représenté à la figure 1, c'est-à-dire avec son bras porteur s'étendant dans un plan vertical, les termes vertical, horizontal,... se référant à cette position).

Cette potence 3 est composée de deux branches parallèles verticales 3a, 3b présentant chacune la forme générale d'un S et reliées par des traverses horizontales. De plus chacune de ces branches 3a, 3b est prolongée vers l'arrière par un bras horizontal 4 disposé sensiblement à mi-longueur de chacune desdites branches.

Cette potence 3 porte deux arbres rotatifs 5, 6 s'étendant horizontalement respectivement entre les extrémités inférieures des branches 3a, 3b et entre les extrémités des bras 4.

Sur le premier de ces arbres 5, porté par les branches 3a, 3b, est montée en premier lieu, au niveau d'une des extrémités dudit arbre, une poulie 7 libre en rotation 7 apte à être entraînée en rotation, par l'intermédiaire d'une courroie, par un moteur 8 s'étendant parallèlement à l'arbre 5 sur un bâti disposé dans le prolongement avant de la potence 3 et solidaire de cette dernière.

Sur chacun des arbres 5 et 6, est également montée une poulie telle que 9 d'entraînement en rotation dudit arbre, disposée au niveau de l'extrémité opposée à celle portant la poulie 7. Ces deux poulies 9 sont entraînées ensemble en rotation, par l'intermédiaire d'une courroie commune, par un moteur 10 s'étendant parallèlement aux arbres 5 et 6 et porté par le bâti précité.

Sur chacun des arbres 5, 6, en position intermédiaire de ces derniers, est enfin monté un pignon 12 solidaire en rotation dudit arbre.

Le robot chirurgical comprend également un bras porteur constitué d'un système de double parallélogrammes connectés en série, articulé sur la potence 3 de façon à pouvoir pivoter autour de l'axe des arbres 5, 6.

Le premier système de parallélogramme de ce bras porteur comprend quatre montants longitudinaux 13-16 sur chacun desquels est fixée longitudinalement une crémaillère.

Ces montants longitudinaux sont portés et montés coulissants deux à deux dans deux berceaux 17, 18 articulés sur la potence 3, de façon que deux desdits montants 13, 14 soient disposés avec leur crémaillère engrainant avec un des pignons 12 du premier arbre 5, et que les deux autres montants 15, 16 soient disposés avec leur crémaillère engrainant avec les pignons 12 du second arbre 6.

Ce premier système de parallélogramme comporte également quatre barres horizontales 19-22 articulées sur les montants longitudinaux 13-16 respectivement au niveau de l'extrémité supérieure de ces derniers, et sensiblement aux trois quarts de leur longueur en partant de leur extrémité inférieure, lesdites barres présentant une longueur adaptée pour s'étendre partiellement dans le prolongement avant des montants 13-16.

Le second parallélogramme de ce robot comporte quant à lui, en premier lieu, quatre barres longitudinales horizontales 29-32 disposées selon les sommets d'un trapèze inversé (petite base inférieure) décalé latéralement par rapport au premier parallélogramme, lesdites barres étant reliées aux barres horizontales 19-22 par quatre traverses :

- deux traverses 23, 24 reliant les deux barres inférieures 31, 32 de ce second parallélogramme aux deux barres horizontales inférieures 19, 20, composées d'un profilé formant au niveau d'une de ses extrémités un U 25 sur chacune des ailes 25a, 25b duquel est portée une barre 31, 32. Ces deux traverses 23, 24 sont en outre disposées, l'une 23 au niveau de l'extrémité des barres 19, 20 et l'autre 24 sensiblement à l'aplomb du premier arbre rotatif 5,

- deux traverses 25, 26 reliant les deux barres supérieures 29, 30 du second parallélogramme aux deux barres horizontales supérieures 21, 22, composées d'un profilé horizontal reliant les deux barres 21, 22, prolongé par une potence 28 en forme de L inversé, dotée de deux ailes verticales 28a, 28b sur chacune desquelles est portée une barre 29, 30. De plus, ces traverses 25, 26 s'étendent sensiblement en retrait vers l'arrière par rapport aux deux premières traverses 23, 24.

Le second parallélogramme comprend, en outre, une armature 33 de liaison de l'extrémité arrière des barres 29-32 sur laquelle lesdites barres sont articulées.

De même, il comprend une plaque 34 de liaison de l'extrémité avant des barres 29-32, sur laquelle lesdites barres sont articulées.

L'armature arrière 33 porte, en outre, des actionneurs tels que 35, 36 d'actionnement de l'outil chirurgical terminal, adaptés pour être reliés à un boîtier 41 de commande et de connexion monté sur la plaque de liaison avant 34, par un système classique de poulies telles que 38 et de câbles s'étendant dans le chemin de câbles que forme le trapèze délimité par les quatre barres 29-32.

Cette armature 33 porte également un moteur 37 d'entraînement en rotation de l'outil terminal autour de l'axe de l'instrument chirurgical.

La plaque de liaison avant 34 porte également deux autres actionneurs 39, 40 d'actionnement de l'outil terminal.

Cette plaque de liaison 34 comporte enfin des moyens classiques de montage amovible et de connexion du boîtier 41 de commande et de connexion sous lequel s'étend l'instrument chirurgical 42.

Le robot chirurgical selon l'invention comporte, enfin, un système de contre-poids, comprenant un poids 44 monté coulissant le long d'un montant 45 disposé entre les deux montants longitudinaux arrières 15, 16 du premier parallélogramme sensiblement en retrait par rapport à ces derniers, et relié par un système de renvoi de type connu en soi à un des arbres rotatifs 5, 6.

Un tel robot chirurgical dont les barres 29-32 du second parallélogramme s'étendent en déport longitudinal par rapport au premier parallélogramme, permet de laisser libres l'accès et la vision à une table d'opération, grâce au regroupement au niveau d'une potence 3 déportée et surbaissée de toutes les commandes d'actionnement du bras du robot.

REVENDICATIONS

1/ - Robot chirurgical d'orientation et de positionnement d'un instrument chirurgical (42) porteur d'un outil chirurgical terminal, adapté pour définir un centre de rotation virtuel (c) dudit instrument chirurgical et pour permettre une inclinaison selon toutes les directions de cet instrument autour de ce centre de rotation, et une translation de cet instrument (42) selon des axes passant par ledit centre de rotation, ledit robot chirurgical étant caractérisé en ce qu'il comprend :

- un pied-support (1) de fixation au sol dudit robot,
- une potence (3) montée rotative par rapport au pied-support (1) autour d'un axe (X) sécant avec le centre virtuel de rotation (c) de l'instrument (42),
- des moyens (2) d'entraînement en rotation autour de l'axe (X) de la potence (3) relativement au pied-support (1),
- un bras porteur de l'instrument chirurgical (42), constitué d'un système de double parallélogrammes déformables connectés en série, articulé sur la potence (3) de façon à pouvoir pivoter par rapport à cette potence autour d'un axe de rotation adapté, lors de ce pivotement, pour entraîner le pivotement de l'instrument chirurgical (42) autour du centre de rotation virtuel (c) dans une direction complémentaire de celle obtenue par rotation autour de l'axe (X), ledit système de double parallélogramme comportant :
  - un premier système de parallélogramme déformable doté de montants longitudinaux (13-16) montés coulissants, selon un axe de translation parallèle à l'axe de l'instrument (42), dans des coulisseaux (17, 18) rotatifs par rapport à la potence (3),
  - et un second système de parallélogramme s'étendant en déport longitudinal par rapport au premier système de parallélogramme (13-16) et doté de montants longitudinaux (29-32) articulés sur les montants longitudinaux (13-16) dudit premier système de parallélogramme, et sur les extrémités en déport desquels est articulé un support (34) de l'instrument chirurgical (42),

- des moyens de déplacement en translation (9, 10, 12) des montants longitudinaux (13-16) du premier système de parallélogramme relativement aux coulisseaux (17, 18),

- et des moyens d'entraînement en rotation (7, 8) des coulisseaux (17, 18) relativement à la potence (3).

2/ - Robot chirurgical selon la revendication 1, caractérisé en ce que les premier (13-16) et second (29-32) systèmes de parallélogrammes sont axés dans des plans décalés et parallèles, les montants longitudinaux desdits systèmes de parallélogrammes étant reliés par des traverses (23, 24, 26, 27).

3/ - Robot chirurgical selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les moyens d'entraînement en rotation (2) de la potence (3) sont axés dans un plan décalé latéralement par rapport au plan dans lequel est axé le second système de parallélogramme (29-32).

4/ - Robot chirurgical selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la distance entre chacune des articulations (a1-b1) du support (34) de l'instrument (42) sur un des montants longitudinaux (29-32) du second système de parallélogramme, et le plan formé par les articulations (a2, a3-b2, b3) dudit montant longitudinal sur le premier système de parallélogramme (13-16), est non nulle.

5/ - Robot chirurgical selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens d'entraînement en translation des montants longitudinaux (13-16) du premier système de parallélogramme comprennent un ensemble pignon/crémaillère (12) associé à chacun desdits montants longitudinaux.

6/ - Robot chirurgical selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens d'entraînement en rotation de chaque coulisseau (17, 18) comprennent une poulie (7) libre en rotation autour d'un arbre (5) et solidaire en rotation dudit coulisseau, et des moyens d'entraînement en rotation (8) de ladite poulie.

7/ - Robot chirurgical selon les revendications 5 et 6, caractérisé en ce que chaque ensemble pignon/crémaillère comporte un pignon (12)

solidaire d'un arbre (5, 6) monté libre en rotation par rapport à la potence (3) et sur lequel est montée libre en rotation la poulie (7) d'entraînement du coulisseau (17, 18) correspondant, les moyens d'entraînement en translation des montants longitudinaux (13-16) du premier système de parallélogramme comportant, en outre, des moyens d'entraînement en rotation (9, 10) de chaque arbre (5, 6).

8/ - Robot chirurgical selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comporte un système de contre-poids (44) monté coulissant le long d'un montant (45) parallèle aux montants longitudinaux (13-16) du premier système de parallélogramme, et relié par un système de renvoi à au moins un arbre rotatif (5, 6) associé à un desdits montants longitudinaux.

9/ - Robot chirurgical selon la revendication 7, caractérisé en ce que le premier système de parallélogramme comprend quatre montants longitudinaux (13-16) associés deux à deux à un arbre de rotation (5, 6) commun portant les moyens d'entraînement en translation (9, 10, 12) de chacune des dites paires de montants longitudinaux.

10/ - Robot chirurgical selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend des actionneurs (35, 36, 39, 40) d'entraînement en rotation de l'instrument chirurgical (42) et d'actionnement de l'outil terminal, montés sur le second système de parallélogramme (29-32) et reliés à un boîtier (41) de commande et de connexion portant ledit instrument chirurgical, par un ensemble de poulies et de câbles (38).

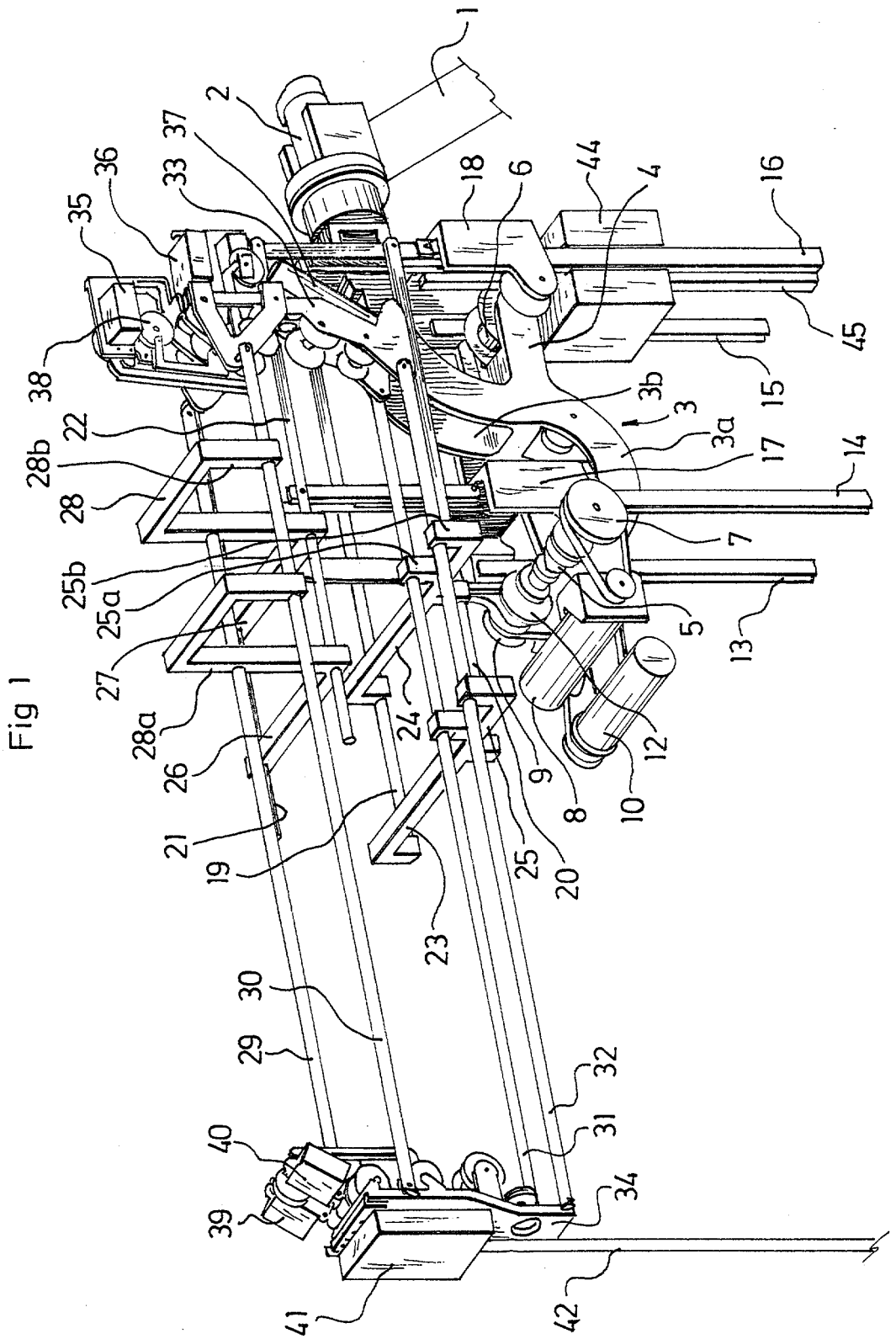
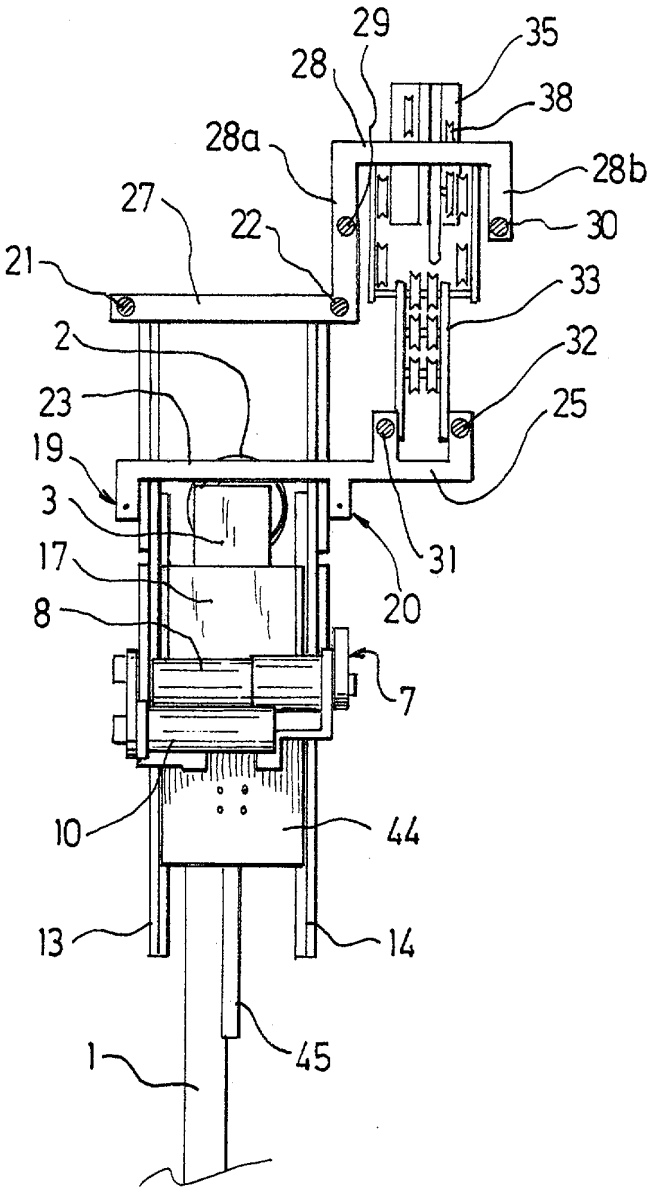

1
2
37
33
36
35
38
22
28b
28
25b
25a
27
28a
26
21
19
24
23
30
29
40
39
41
42
31
32
34
18
6
44
4
16
45
15
3b
3
3a
17
14
7
5
13
12
9
8
10
25
20

Fig 1

Fig 2


29
35
28
38
28a
28b
27
22
30
21
33
2
32
23
25
19
3
31
17
20
8
7
10
44
13
14
1
45

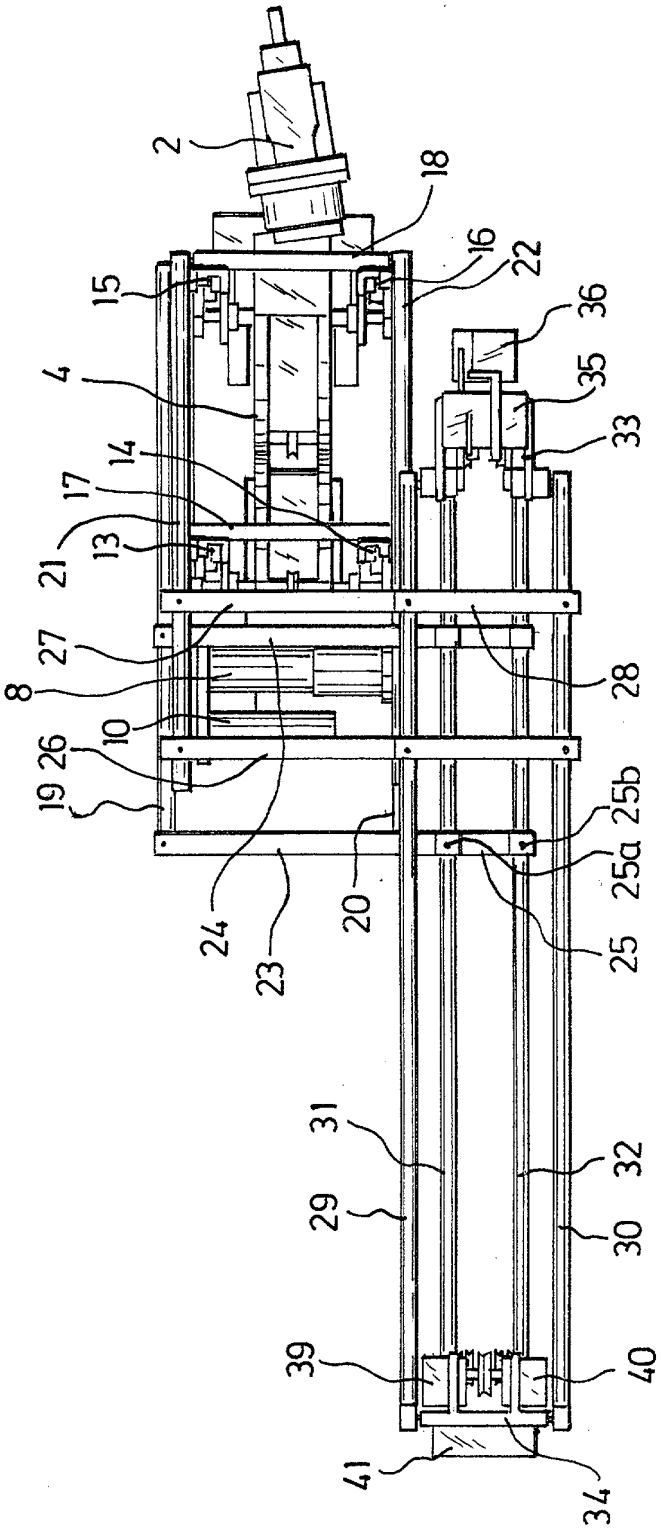

2
18
16
22
15
36
4
35
14
33
17
21
13
27
28
8
10
26
19
25b
25a
24
20
25
23
31
32
29
30
39
40
41
34

Fig 3

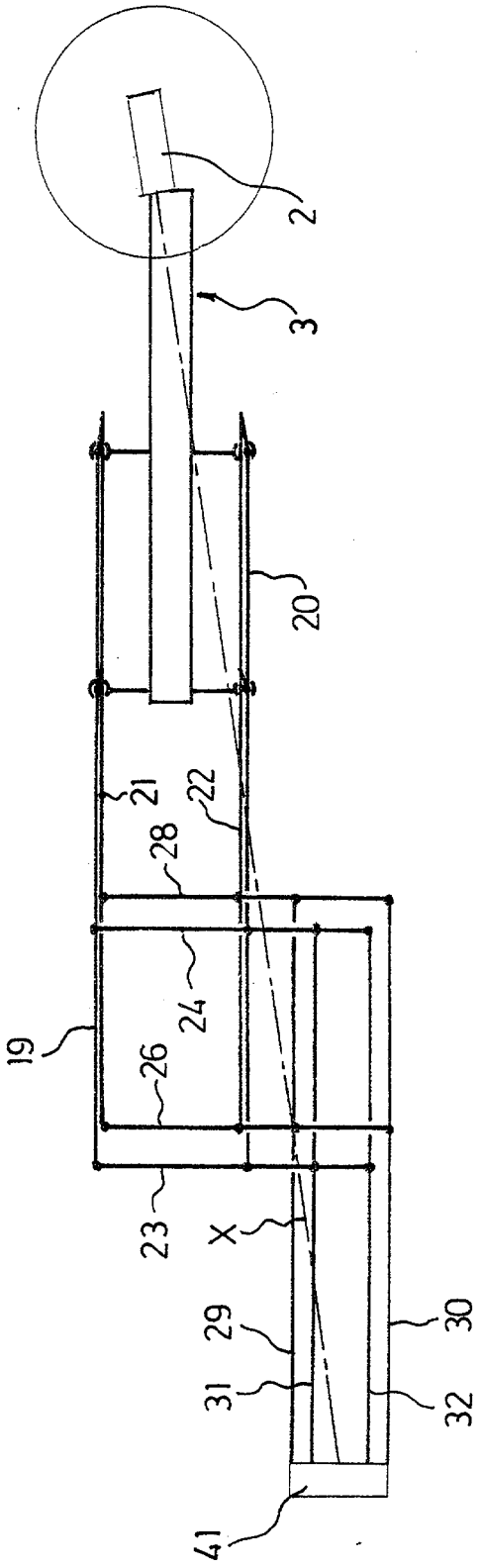


Fig 4

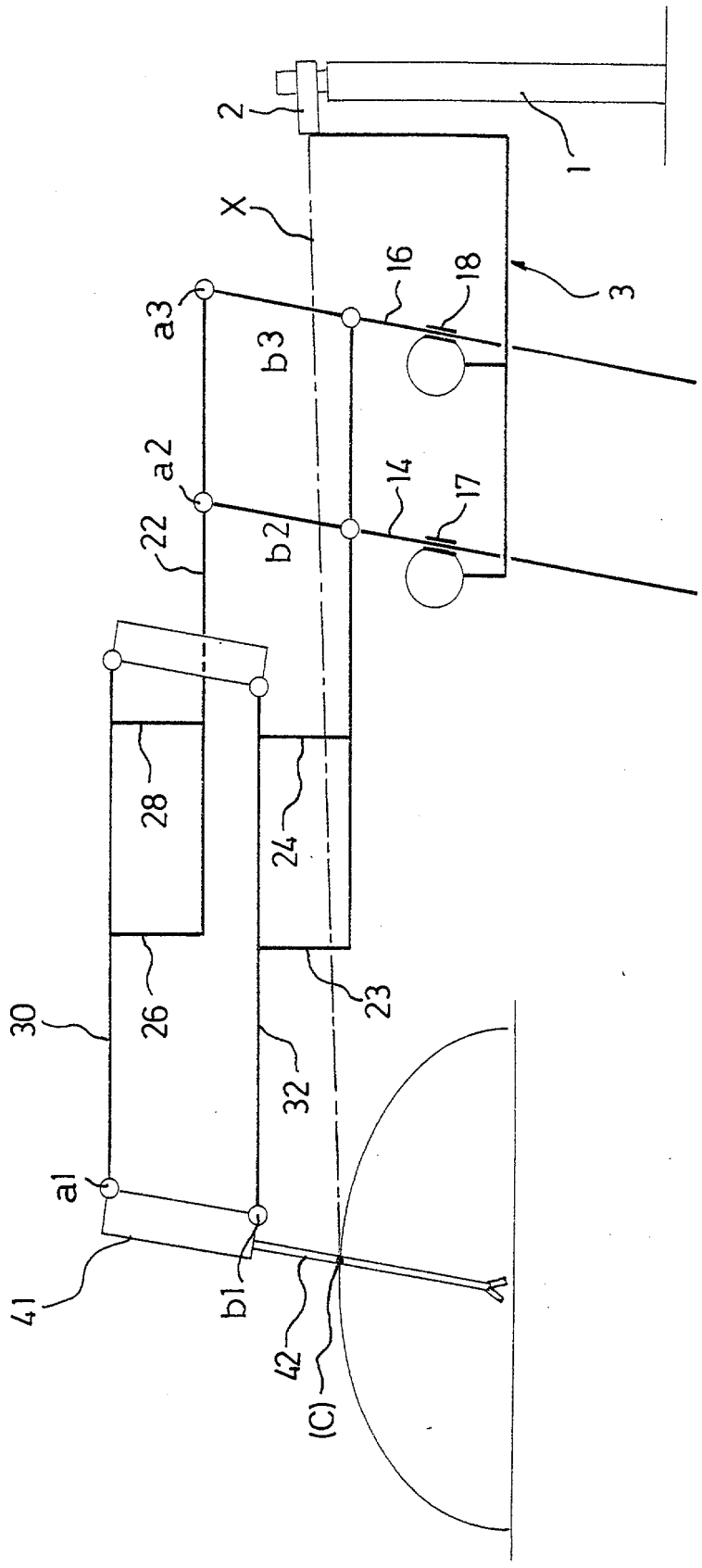


Fig 5

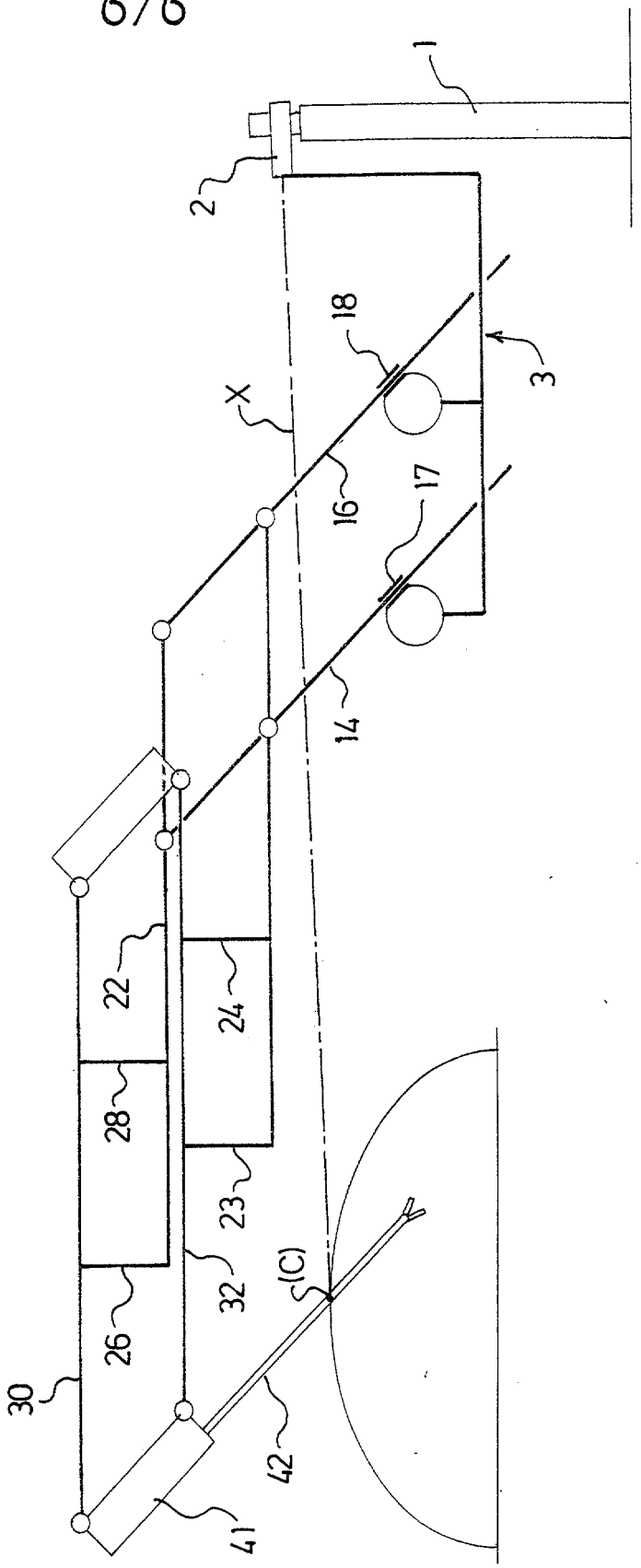


Fig 6

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

2845889

INPI
INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement national

FA 624172
FR 0213169

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 6 406 472 B1 (JENSEN JOEL F) 18 juin 2002 (2002-06-18) * colonne 5, ligne 8 - ligne 25 * * colonne 7, ligne 9 - ligne 29; figures 1,4 *	1	A61B19/00
A	EP 0 700 665 A (OLYMPUS OPTICAL CO) 13 mars 1996 (1996-03-13) * colonne 6, ligne 10 - ligne 21; figure 1 *	1	
A	US 2002/121577 A1 (METELSKI ANDRZEJ) 5 septembre 2002 (2002-09-05) * alinéa '0047!; figure 1 *	1	
A	EP 0 595 291 A (IBM) 4 mai 1994 (1994-05-04) * colonne 9, ligne 3 - ligne 36; figures 1,5 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) A61B B25J G02B

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
8 juillet 2003	Mayer-Martenson, E

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons
.....
& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0213169 FA 624172

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 08-07-2003
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6406472 B1	18-06-2002	US 6106511 A	22-08-2000
		US 5817084 A	06-10-1998
		US 2002169440 A1	14-11-2002
		DE 69417229 D1	22-04-1999
		DE 69417229 T2	08-07-1999
		EP 0699053 A1	06-03-1996
		JP 10014926 A	20-01-1998
		JP 2665052 B2	22-10-1997
		JP 8509886 T	22-10-1996
		WO 9426167 A1	24-11-1994
		US 5931832 A	03-08-1999
		US 5800423 A	01-09-1998
EP 0700665 A	13-03-1996	JP 8266555 A	15-10-1996
		DE 69514739 D1	02-03-2000
		DE 69514739 T2	07-09-2000
		EP 0700665 A1	13-03-1996
		JP 8131457 A	28-05-1996
		US 5825536 A	20-10-1998
US 2002121577 A1	05-09-2002	DE 20019105 U1	23-05-2001
		EP 1207334 A1	22-05-2002
		JP 2002207174 A	26-07-2002
EP 0595291 A	04-05-1994	US 5397323 A	14-03-1995
		AT 152026 T	15-05-1997
		DE 69310085 D1	28-05-1997
		DE 69310085 T2	16-10-1997
		EP 0595291 A1	04-05-1994
		ES 2102577 T3	01-08-1997
		JP 2642047 B2	20-08-1997
		JP 6261911 A	20-09-1994

EPO FORM P0465