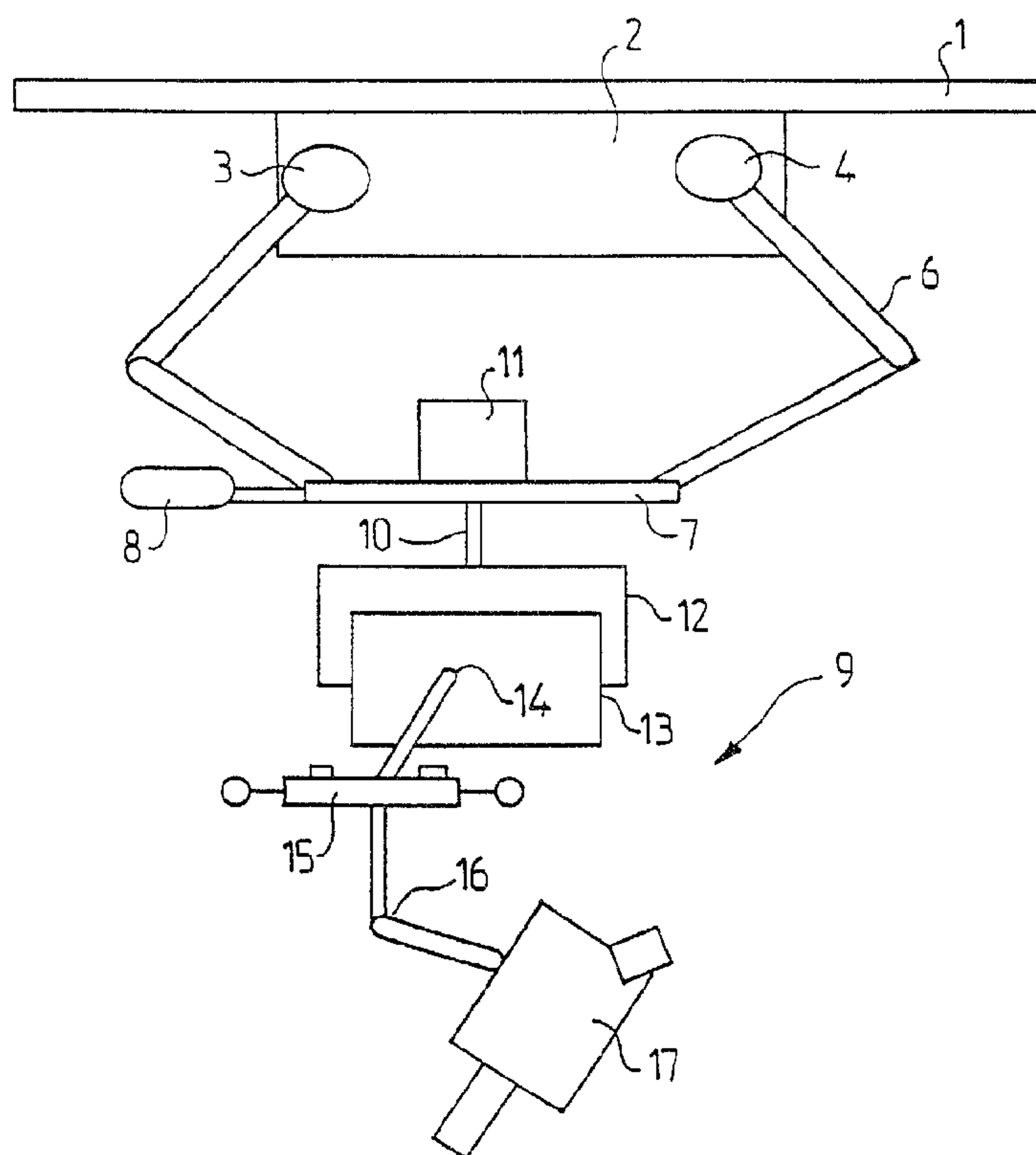




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 1991/07/15
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 1992/02/06
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2002/02/26
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 1993/01/14
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 1991/000583
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 1992/001963
 (30) Priorité/Priority: 1990/07/18 (90/09159) FR

(51) Cl.Int.⁵/Int.Cl.⁵ G02B 7/00, F16M 11/12
 (72) Inventeur/Inventor:
 Druais, Hervé, FR
 (73) Propriétaire/Owner:
 ELEKTA IGS S.A., FR
 (74) Agent: GOWLING LAFLEUR HENDERSON LLP

(54) Titre : DISPOSITIF DE SUPPORT ET DE POSITIONNEMENT D'UN MICROSCOPE
 (54) Title: DEVICE FOR SUPPORTING AND POSITIONING A MICROSCOPE



(57) Abrégé/Abstract:

Dispositif de support (2) et de positionnement d'un microscope, comportant un support apte à être lié à un référentiel fixe, et une platine apte à supporter un microscope (17), un élément mobile intermédiaire (7) étant relié d'une part audit support (2) par une première série d'organes (6) articulés motorisés à structure de type parallèle assurant trois degrés de liberté cartésiens XYZ et à ladite platine par une deuxième série d'organes motorisés (9) à structure rotoïde de type poignet assurant trois degrés de liberté en rotation, le dispositif comportant des moyens de commande générant des signaux de commande exploités par un calculateur pour asservir le déplacement du microscope (17).

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁵ : G02B 7/00, F16M 11/12	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 92/01963 (43) Date de publication internationale: 2087348 février 1992 (06.02.92)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR91/00583</p> <p>(22) Date de dépôt international: 15 juillet 1991 (15.07.91)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 90/09159 18 juillet 1990 (18.07.90) FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): DM DEVELOPEMENT S.A. [FR/FR]; Z.I. Domène, 19, rue de l'Industrie, F-38420 Domène (FR).</p> <p>(72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement): DRUAIS, Hervé [FR/FR]; 70, avenue du Vercors, F-38170 Seyssinet (FR).</p> <p>(74) Mandataire: BREESE-MAJÉROWICZ; CNIT - World Trade Center 1, B.P. 434, F-92053 Paris-La Défense (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: AT (brevet européen), BE (brevet européen), BF (brevet OAPI), BJ (brevet OAPI), BR, CA, CF (brevet OAPI), CG (brevet OAPI), CH (brevet européen), CI (brevet OAPI), CM (brevet OAPI), DE (brevet européen), DK (brevet européen), ES (brevet européen), FI, FR (brevet européen), GA (brevet OAPI), GB (brevet européen), GN (brevet OAPI), GR (brevet européen), IT (brevet européen), JP, KP, KR, LU (brevet européen), MC, ML (brevet OAPI), MR (brevet OAPI), NL (brevet européen), NO, RO, SE (brevet européen), SN (brevet OAPI), SU, TD (brevet OAPI), TG (brevet OAPI), US.</p> <p>Publiée Avec rapport de recherche internationale.</p>	

(54) Title: DEVICE FOR SUPPORTING AND POSITIONING A MICROSCOPE

(54) Titre: DISPOSITIF DE SUPPORT ET DE POSITIONNEMENT D'UN MICROSCOPE

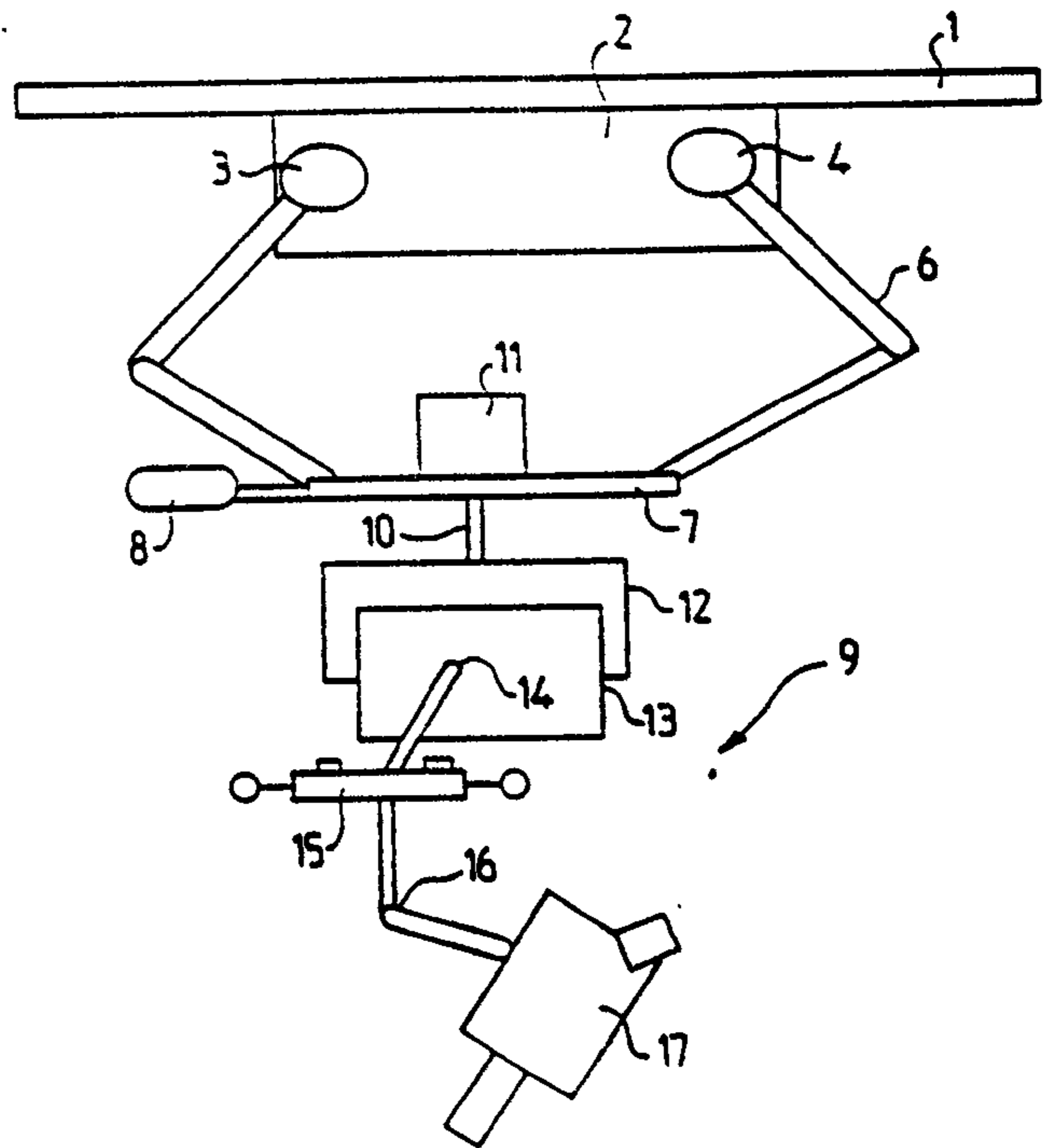
(57) Abstract

Microscope positioning and support device (2) comprising a support appropriate to be linked to a fixed reference frame, and a plate appropriate to support a microscope (17), an intermediary movable element (7) being connected on the one hand to said support (2) by means of a first series of hinged powered members (6) with a structure of the parallel type providing for three cartesian freedom degrees XYZ and, on the other hand, to said plate by means of a second series of powered members (9) with rotoid structure of the wrist type providing for three rotational freedom degrees, the device including control means which generate control signals used by a computer to servo-control the displacement of the microscope (17).

X

(57) Abrégé

Dispositif de support (2) et de positionnement d'un microscope, comportant un support apte à être lié à un référentiel fixe, et une platine apte à supporter un microscope (17), un élément mobile intermédiaire (7) étant relié d'une part audit support (2) par une première série d'organes (6) articulés motorisés à structure de type parallèle assurant trois degrés de liberté cartésiens XYZ et à ladite platine par une deuxième série d'organes motorisés (9) à structure rotatoire de type poignet assurant trois degrés de liberté en rotation, le dispositif comportant des moyens de commande générant des signaux de commande exploités par un ordinateur pour asservir le déplacement du microscope (17).



DISPOSITIF DE SUPPORT ET DE POSITIONNEMENT
D'UN MICROSCOPE

La présente invention concerne un dispositif de support et de positionnement d'un microscope. Un tel
5 dispositif trouve son application dans le domaine de la micro-chirurgie, ainsi que dans de nombreux autres domaines nécessitant un travail de grande précision sous assistance microscopique. On connaît dans l'état de l'art des dispositifs motorisés de réglage de microscopes chirurgicaux
10 dans lesquels l'appareil suspendu verticalement à un support ou sur un pied peut être déplacé sous 6 ou 7 degrés de liberté. Toutefois, lorsque la partie de l'objet observée n'est pas plane, ou lorsque la surface considérée est observée sous une certaine incidence, le déplacement
15 entraîne une perte de la mise au point car les trajectoires générées ne se font pas dans l'axe optique. Il est alors nécessaire de revoir constamment la mise au point de l'objectif du microscope. Il en résulte un inconfort d'utilisation évident et fortement préjudiciable lors
20 d'interventions micro-chirurgicales.

On a également proposé dans l'art antérieur des dispositifs dans lesquels le microscope est supporté de manière à pouvoir pivoter autour d'un premier axe perpendiculaire à l'axe optique, et selon un deuxième axe
.25 sensiblement vertical. Lorsque le grossissement du microscope est très faible, ce mode de réalisation est acceptable. Mais dans tous les cas une rotation se traduit pour l'observateur par un déplacement du point visé dans le champ optique. L'utilisateur est donc contraint de revoir
30 continuellement le centrage du champ de visée. En outre, la mise au point n'est maintenue que pour certains types de déplacement.

Les possibilités de micro-manipulations ayant considérablement progressé tant dans le domaine de la
35 chirurgie que dans d'autres domaines comme la mécanique de précision, il est apparu que les supports de microscope de type connu présentent des insuffisances handicapant

l'opérateur. Celui-ci est contraint de consacrer une partie de son attention et de ses efforts au réglage du positionnement et de la mise au point du microscope.

5 Afin de remédier à ces inconvénients, la présente invention a pour objet la réalisation d'un support de microscope d'une grande stabilité et d'une conception ergonomique facilitant le positionnement du microscope par l'opérateur. De plus, le dispositif selon un mode de réalisation préféré permet de commander les déplacements du
10 microscope selon des trajectoires asservies et contrôlées dans le référentiel comprenant l'axe de visée. La présente invention concerne plus particulièrement un dispositif de support et de positionnement d'un microscope, comportant un support apte à être lié à un référentiel fixe, et une
15 platine apte à supporter un microscope, un élément mobile intermédiaire étant relié d'une part audit support par une première série d'organes articulés motorisés à structure parallèle assurant les trois degrés de liberté cartésiens et à ladite platine par une deuxième série d'organes motorisés
20 à structure rotoïde de type poignet assurant 3 degrés de liberté en rotation. Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif comporte en outre des moyens de commande générant des signaux de commande exploités par un
calculateur pour assurer le déplacement du microscope dans
25 le référentiel comprenant l'axe de visée du dit microscope, dans le plan perpendiculaire à l'axe de visée et/ou sur une sphère centrée sur le point focal-image de l'objectif du microscope et d'un rayon correspondant sensiblement à la distance focale du dit objectif.

30 L'opérateur est ainsi déchargé de toute intervention en ce qui concerne le contrôle de la mise au point ou de la trajectoire du microscope.

Selon un mode de réalisation préféré, la série d'organes articulés motorisés à structure parallèle assurant
35 3 degrés de liberté cartésiens est constituée par trois bras mobiles en rotation autour d'axes solidaires du dit support, lesdits axes étant coplanaires. L'autre extrémité

de chacun desdits bras est reliée à l'élément mobile par au moins une barre de liaison. Trois actionneurs solidaires du support commandent les mouvements desdits bras mobiles. L'autre série d'organes articulés motorisés présente
 5 avantageusement trois degrés de liberté en rotation selon trois axes perpendiculaires. Ce qui fait 6 degrés de liberté soit 3 degrés de liberté en translation et 3 degrés de liberté en rotation.

Ce mode de réalisation permet la commande des
 10 trois degrés de liberté de base en parallèle à partir d'actionneurs supportés par la partie fixe du dispositif. Il en résulte une diminution de l'inertie et des contraintes s'exerçant sur les parties mobiles. Par ailleurs, de telles structures parallèles présentent une grande rigidité. Cette
 15 situation est bien entendu très avantageuse car elle permet d'améliorer la stabilité et la précision du dispositif.

Selon un mode de réalisation préféré, le dispositif comporte une poignée de commande droite et une poignée de commande gauche solidaires de ladite platine,
 20 comportant chacune trois capteurs de déplacement, un quatrième capteur de déplacement mesurant le déplacement des deux poignées par rapport à la platine. Les signaux générés par les capteurs sont traités pour générer des signaux M_{di} , M_{gi} et M_y représentant respectivement les déplacements de
 25 la poignée droite, de la poignée gauche et le déplacement rectiligne des deux poignées, avec i variant entre 1 et 3 désignant les trois directions des repères de référence des mesures. Les signaux sont convertis en informations de vitesse de translation V et de vitesse de rotation W selon
 30 les relations (en notant D la distance entre les poignées)

$$V_{px} = (M_{d1} + M_{g1}) / 2 \quad W_{px} = (M_{g2} - M_{d2}) / 2 / D$$

$$V_{py} = M_y \quad W_{py} = (M_{d3} + M_{g3}) / 2$$

$$V_{pz} = (M_{d2} + M_{g2}) / 2 \quad W_{pz} = (M_{d1} - M_{g1}) / 2 / D$$

Ces vitesses sont exprimées dans un repère parallèle au repère des poignées, le centre de ce repère étant situé sur l'axe de visée. Ces informations de vitesse sont exploitées pour commander les mouvements du microscope.

5 Le dispositif ainsi réalisé présente une grande ergonomie et une facilité d'utilisation optimale. En particulier, les mouvements requis pour commander les poignées correspondent sensiblement aux mouvements qu'aurait l'opérateur pour déplacer un microscope non-asservi. En
10 particulier, les poignées de commande étant disposées sur la platine porte-microscope, l'opérateur ressent physiquement l'effet de ces actions sur les poignées de commande. Il est ainsi intégré dans la chaîne.

15 Avantageusement, chacune des poignées de commande comporte des capteurs potentiométriques, l'un desdits capteurs mesurant la rotation de la poignée autour de l'axe passant par les deux poignées. Les signaux électriques provenant de ces capteurs sont convertis en signaux numériques par un convertisseur analogique-digital.

20 Avantageusement, les moyens de commande comportent un détecteur générant un signal de désactivation du frein lorsque l'opérateur agit sur lesdits moyens de commande. Le microscope est ainsi automatiquement stabilisé dès que l'opérateur cesse d'agir sur les commandes, il passe
25 par une phase où les 6 axes sont asservis en position puis freinés.

30 Avantageusement, les signaux de vitesse de translation et de rotation sont filtrés pour limiter les variations à une valeur-seuil. Les déplacements intempestifs, pouvant dans certains cas présenter des dangers, sont ainsi évités. De tels mouvements pourraient se produire en cas d'action mal contrôlée de l'opérateur sur les moyens de commande, en cas d'ordre de commandes incompatibles avec les limites de résistance mécanique du
35 dispositif, ou encore en cas de heurt accidentel des poignées de commande par une personne ou un objet.

Selon un mode de réalisation particulier, le dispositif selon la présente invention comporte un mode de déplacements lent rectiligne du microscope dans lequel le microscope se déplace dans un repère lié aux poignées en mode cartésien, en fonction des actions exercées sur l'une au moins des poignées de commande. Il s'agit d'un système à pantin intégré. L'opérateur peut ainsi contrôler des déplacements de très faible amplitude avec une seule main, pendant qu'une main au moins est libre pour le travail de précision en cours. De même, avec une pédale de commande il peut générer un déplacement dans le repère lié à l'axe de visée, les deux mains étant libres.

Selon une autre variante, le dispositif comporte un mode de déplacement lent sphérique du microscope dans lequel le microscope se déplace sur une sphère centrée sur le point visé, en fonction des actions exercées sur l'une au moins des poignées de commande. Ce déplacement sphérique peut être commandé soit à partir des poignées de commande, soit à partir d'une pédale complémentaire. Le paramètre correspondant à la distance focale définissant le rayon de la sphère de déplacement est enregistré dans le calculateur lors de la configuration du système dans le fichier paramètre.

La présente invention sera décrite plus en détail dans ce qui suit, faisant référence aux dessins où :

- la figure 1 représente une vue schématique du dispositif,

- la figure 2 représente une vue schématique des moyens de commande,

- la figure 3 représente une vue détaillée de la première série d'organes articulés.

La figure 1 représente une vue simplifiée d'un exemple de réalisation du dispositif selon l'invention.

Il est fixé au plafond, par exemple d'un bloc opératoire de micro-chirurgie, par l'intermédiaire d'un rail de prépositionnement (1). Ce rail de prépositionnement permet de positionner l'ensemble du dispositif au-dessus du

champ opératoire. Ce rail de prépositionnement (1) guide un support (2) comportant trois moteurs (3,4,5) commandant les mouvements d'une première série (6) d'organes articulés. Cette première série d'organes articulés est constituée par un système à trois axes "delta parallèle" qui sera décrite de façon plus détaillée en figure 2. Elle est reliée à un élément mobile intermédiaire (7). Cet élément intermédiaire (7) se déplace parallèlement au support (2), et donc dans la plupart des cas dans un plan horizontal. Il est muni d'une poignée de prépositionnement (8) permettant de déplacer l'ensemble du dispositif le long du rail de guidage (1). L'élément mobile intermédiaire (7) supporte la deuxième série d'organes articulés (9), comportant trois axes de pivotement orthogonaux. Le premier de ces axes est un axe vertical (10) commandé par un moteur (11) disposé sur l'élément mobile intermédiaire (7). Cet axe vertical (10) est solidaire d'un cadre (12) présentant un axe de rotation perpendiculaire (13). Cet axe est relié à une pièce intermédiaire supportant deux moteurs commandant les mouvements selon les deux axes (13,14) perpendiculaires entre eux et à l'axe vertical (10). Les moyens de commande (15) sont solidaires de l'axe (14) d'ordre 6 perpendiculaire aux axes d'ordre 4 (13) et d'ordre 5 (10) mentionnés dans ce qui précède. Le microscope (17) est solidaire de cet axe (14) par le biais d'un axe de rotation supplémentaire d'ordre 7. Cet ordre de prépositionnement (16) permet d'ajuster la direction de la visée selon le type d'opération envisagée.

La figure 2 représente une vue détaillée de la réalisation de la première série d'organes articulés (6).

Le support (2) comporte trois moteurs (3,4,5) comportant chacun une partie fixe solidaire du support, et dont les axes respectivement (20,21,22) sont coplanaires. Des bras de commande (23,24,25) sont solidaires desdits axes respectivement (20,21,22). Ces bras sont montés de façon rigides sur lesdits axes, leurs axes longitudinaux étant perpendiculaires à l'axe correspondant. L'autre extrémité

(26 à 28) de chacun des bras (23 à 25) est solidaire de deux bras de liaison respectivement (29,30), (31,32) et (33,34) par deux doubles articulations formées de 2 axes rotoïdes perpendiculaires entre eux. Chacune des paires de bras de liaisons est reliée d'autre part par des doubles articulations formées de 2 axes rotoïdes perpendiculaires entre eux à l'élément mobile intermédiaire (7). La disposition à 120° des bras articulés a été exposée à titre d'exemple préférentiel car cette géométrie offre une bonne rigidité. Il ne s'agit toutefois pas d'un mode de réalisation limitatif, et de nombreuses autres formes de réalisation sont envisageables.

La figure 3 représente un vue détaillée d'un mode de réalisation des moyens de commande, mettant en oeuvre une poignée gauche (40) et une poignée droite (41). Comme indiqué précédemment, les moyens de commande sont solidaires de l'axe (14) d'ordre 6, afin de transmettre à l'opérateur des impressions ergonomiques.

Les poignées sont du type "manche à balai" et agissent de façon différentielle. Elles comportent chacune un manche (42, 43) monté sur une rotule autorisant des débattements angulaires dans deux plans perpendiculaires. Ces débattements sont symbolisés sur la figure 3 par des flèches. Les manches peuvent également être manoeuvrés en rotation autour de leurs axes longitudinaux. En outre les deux poignées peuvent être déplacées simultanément en translation selon l'axe longitudinal.

Les déplacements des manches (42,43) sont transmis à des potentiomètres qui délivrent des signaux analogiques. Les valeurs potentiométriques sont converties en signaux numériques par un convertisseur analogique-digital 12 bits et traitées numériquement pour obtenir les vitesses de translation et de rotation. Bien entendu, on peut envisager d'utiliser d'autres types de moyens de commande, mettant en oeuvre différents capteurs connus dans l'état de l'art. Les vitesses sont déterminées par les relations suivantes:

$$V_{px} = (M_{d1} + M_{g1}) / 2 \quad W_{px} = (M_{g2} - M_{d2}) / 2 / D$$

$$V_{py} = M_y \quad W_{py} = (M_{d3} + M_{g3}) / 2$$

5

$$V_{pz} = (M_{d2} + M_{g2}) / 2 \quad W_{pz} = (M_{d1} - M_{g1}) / 2 / D$$

avec

10	<p>M_{d1}: déplacement du manche droit 43 selon l'axe Ox_d</p> <p>M_{d2}: déplacement du manche droit 43 selon l'axe Oz_d</p> <p>M_{d3}: rotation du manche droit 43 autour de l'axe Oy_d</p> <p>M_y: déplacement en translation des moyens de commande selon l'axe longitudinal Y.</p>	<p>M_{g1}: déplacement du manche gauche selon l'axe Ox_g</p> <p>M_{g2}: déplacement du manche gauche selon l'axe Oz_g</p> <p>M_{g3}: rotation du manche gauche autour de l'axe Oy_g</p>
15		
20		

Les données numériques sont traitées de façon à écrêter les valeurs supérieures à un seuil réglable et les variations supérieures à un autre seuil réglable, afin d'éviter les déplacements trop brusques dépassant les capacités de résistance mécanique du dispositif, du microscope, ou de l'utilisateur.

25

Le traitement du signal se fait de façon non linéaire sur la norme de vitesse afin de permettre de contrôler aussi bien un déplacement précis à vitesse très lente qu'un déplacement à des vitesses élevées.

30

Les actionneurs des organes articulés sont commandés par un calculateur réalisant les opérations suivantes:

35

- acquisition des signaux analogiques de commande générés par les poignées de contrôle,
- conversion analogique-digital de ces signaux,

- filtrage des signaux numériques pour éliminer les données intempestives et délivrer des signaux numériques correspondant aux vitesses de translation et de rotation désirées,

5 - acquisition des signaux correspondant à la position du système à un instant T et transfert par le modèle géométrique direct pour obtenir les positions dans l'espace cartésien,

10 - transfert par le modèle cinématique inverse à partir des positions cartésiennes courantes et des vitesses cartésiennes de translation et de rotation désirées pour obtenir les consignes de mouvement du système de l'instant T ,

15 - filtrage pour éliminer les données intempestives,

- gestion des lois de mouvements et des asservissements,

- conversion digitale-analogique des consignes de mouvement,

20 - gestion des commandes ergonomiques du système.

Ces signaux contrôlent les mouvements des actionneurs des organes articulés.

25 Le calculateur a par ailleurs d'autres fonctions telles que la gestion des sécurités, et le calcul de la position et du déplacement du microscope dans le référentiel fixe, ou dans un référentiel déterminé par l'opérateur.

30 Ce calculateur est selon l'exemple décrit constitué par un micro-ordinateur de type connu relié à des circuits électroniques d'acquisition de signaux et à une carte spécialisée de commande d'axes (CAID) produit de DMD, à un panneau de contrôle et à un étage de puissance délivrant les signaux de consigne.

35 Le calculateur gère trois modes de commandes. Le premier mode "axes freinés" est le mode par défaut en l'absence d'action sur les organes de commande.

Le second mode "déplacement rapide" permet à l'opérateur de commander les déplacements du microscope à

des vitesses proportionnelles aux déplacements appliqués sur les poignées et sur le capteur de déplacement rectiligne selon l'axe longitudinal. Il est commandé par les poignées agissant de façon différentielle pour les commandes de rotation et de translation. La vitesse maximale autorisée est réglable par un potentiomètre disposé sur le panneau de contrôle. Ce paramètre est laissé en partie à l'appréciation de l'opérateur. Ce mode de commande n'est possible que tant que l'opérateur agit physiquement sur les poignées de contrôle, faute de quoi le dispositif revient automatiquement en mode "axes freinés". La détection de l'action de l'opérateur s'effectue par des capteurs intégrés dans les poignées de contrôle.

Le troisième mode "déplacement lent" est un mode permettant de déplacer le robot suivant les directions XYZ d'un référentiel cartésien lié à l'axe de visée du microscope. Il est commandé soit par la poignée droite, soit par la poignée gauche, soit par une pédale accessoire.

Le calculateur exploite les signaux provenant des poignées de contrôle ou de la pédale pour délivrer des signaux de consigne correspondant à des trajectoires planes perpendiculaires à l'axe de visée ou des trajectoires sphériques autour du point de visée, selon une sphère dont le rayon correspond à la distance de mise au point et des translations suivant l'axe de visée, en fonction des actions sur les poignées de contrôle ou sur la pédale. Les deux modes rectilignes et sphériques sont complémentaires.

La présente invention a été décrite dans ce qui précède à titre d'exemple non limitatif. Il est bien évident que l'homme du métier sera à même de réaliser de nombreuses variantes sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1 - Dispositif de support et de positionnement d'un microscope, comportant un support (2) apte à être lié à un référentiel fixe, et une platine apte à supporter un microscope (17), un élément mobile intermédiaire (7) étant relié d'une part audit support (2) par une première série d'organes (6) articulés motorisés dont l'architecture de type parallèle assure trois degrés de libertés cartésiens, et à ladite platine par une deuxième série d'organes motorisés (9), le dispositif comportant des moyens de commande générant des signaux de commande exploités par un calculateur pour asservir le déplacement du microscope.

2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première série d'organes (6) articulés motorisés est constituée par trois bras mobiles (23, 24, 25) en rotation autour d'axes (20, 21, 22) solidaires dudit support (2), lesdits axes (20, 21, 22) étant coplanaires, l'autre extrémité de chacun desdits bras (23, 24, 25) étant reliée à l'élément mobile (7) par au moins une barre de liaison, trois actionneurs solidaires (3, 4, 5) du support (2) commandant les mouvements desdits bras mobiles.

3 - Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens de commande sont constitués d'une poignée droite (41) et d'une poignée gauche (40) solidaires par l'intermédiaire de 4 capteurs de déplacement de l'organe (14), de ladite platine, comportant chacune trois capteurs de déplacement, un quatrième capteur de déplacement mesurant le déplacement des deux poignées (40, 41) par rapport à la platine, les signaux générés par les capteurs étant traités pour générer des signaux M_{di} , M_{gi} et M_y représentant respectivement les déplacements de la poignée droite (41), de la poignée gauche (40) et le déplacement rectiligne des deux poignées (40, 41), avec i variant entre 1 et 3 désignant les trois directions des

repères de référence des mesures, lesdits signaux étant convertis en informations de vitesse de translation V et de vitesse de rotation W selon les relations

$$5 \quad V_{px} = (M_{d1} + M_{g1}) / 2 \quad W_{px} = (M_{g2} - M_{d2}) / 2 / D$$

$$V_{py} = M_y \quad W_{py} = (M_{d3} + M_{g3}) / 2$$

$$10 \quad V_{pz} = (M_{d2} + M_{g2}) / 2 \quad W_{pz} = (M_{d1} - M_{g1}) / 2 / D$$

ces vitesses étant exprimées dans un repère parallèle au repère des poignées, le centre de ce repère étant situé sur l'axe de visée, ces informations de vitesse étant exploitées pour commander les mouvements du microscope.

15
4 - Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que chacune des poignées de commande (40, 41) comporte des capteurs potentiométriques, l'un desdits capteurs mesurant la rotation de la poignée autour de l'axe passant par les deux poignées (40, 41).

20
5 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les moyens de commande comportent un détecteur générant un signal de désactivation de la position freinée lorsque l'opérateur agit sur lesdits moyens de commande.

25
30 6 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que les signaux de vitesse de translation et de rotation sont filtrés pour limiter les variations à une valeur-seuil.

35 7 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte un mode de déplacement lent rectiligne du microscope dans lequel le microscope se déplace dans un référentiel lié aux

repères des poignées, en fonction des actions exercées sur l'une des poignées de commande ou sur une pédale.

5 8 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte un mode de déplacement lent sphérique du microscope dans lequel le microscope se déplace sur une sphère centrée sur le point visé, en fonction des actions exercées sur l'une au moins des poignées de commande ou sur une pédale de commande.

10 9 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte une commande d'arrêt d'urgence assurant le repliement rapide des moyens articulés.

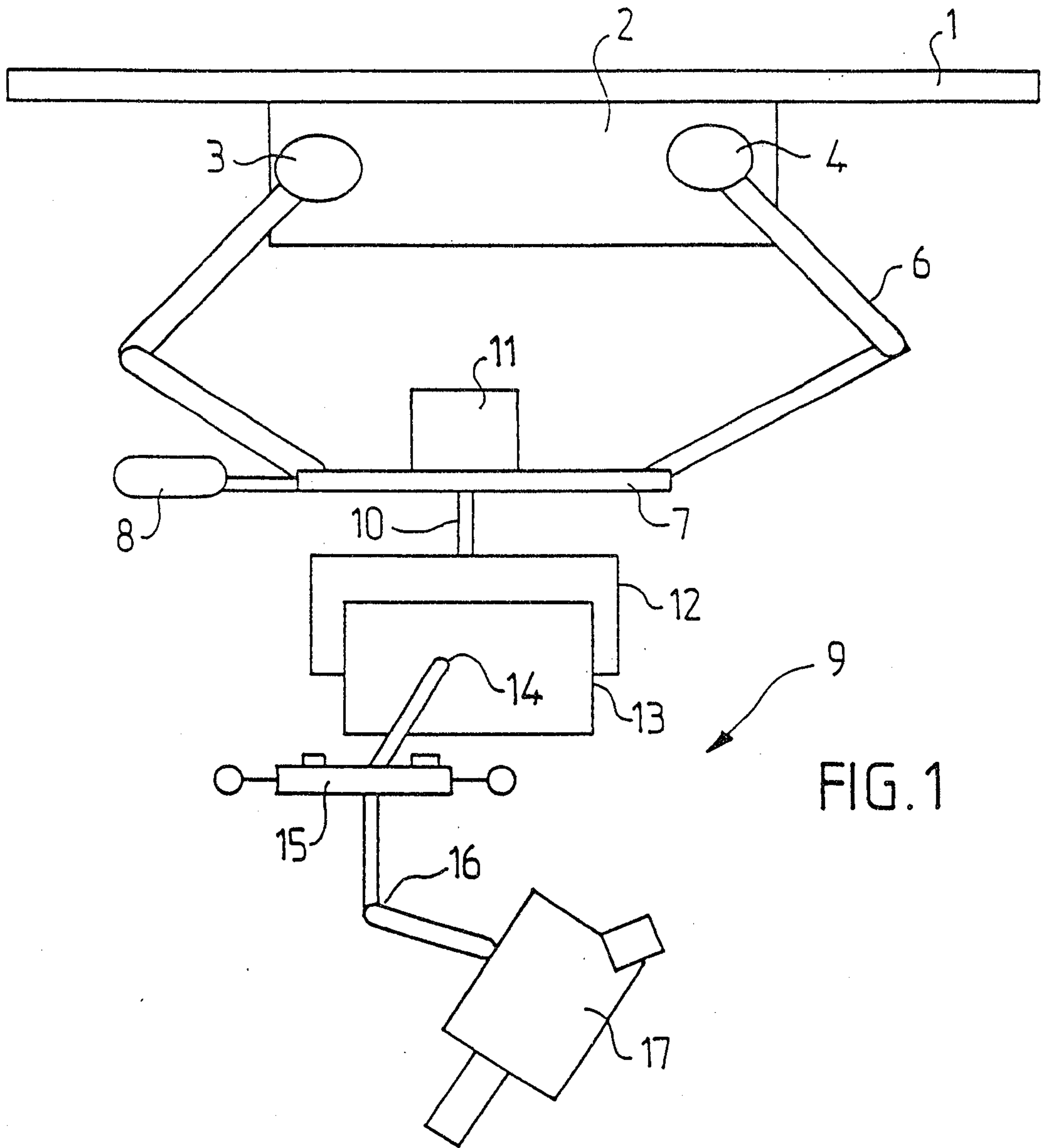


FIG. 1

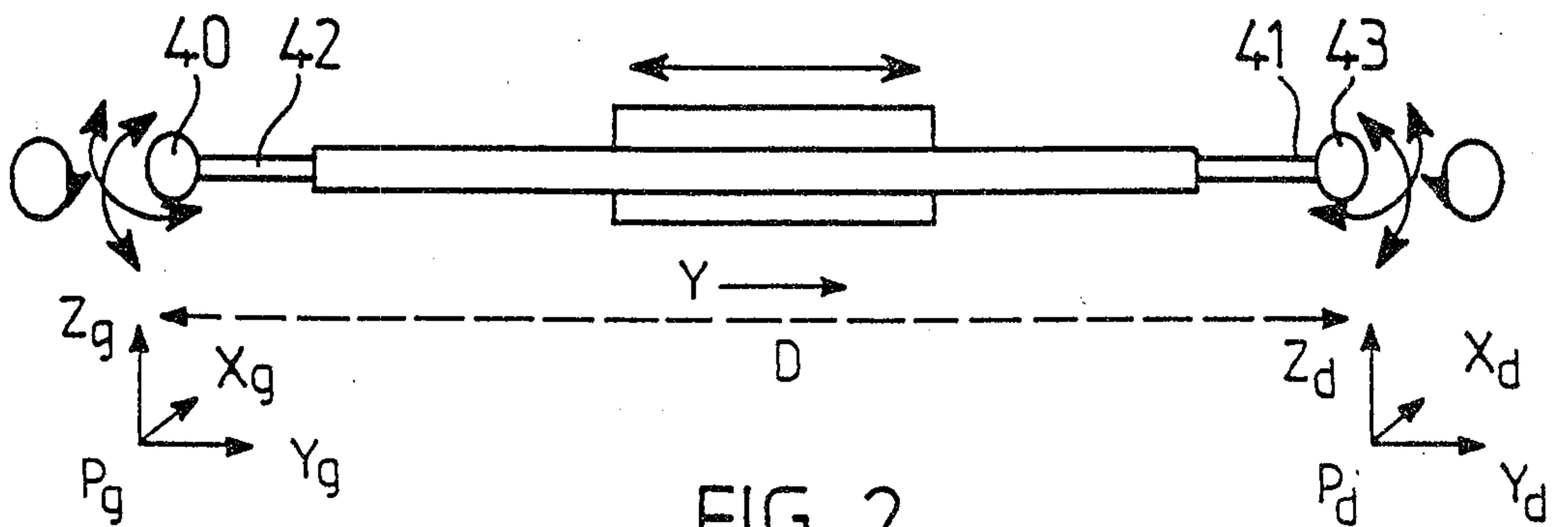


FIG. 2

