

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/065702 A1

(43) Date de la publication internationale
12 avril 2018 (12.04.2018)

(51) Classification internationale des brevets :
B25J 7/00 (2006.01) *B25J 9/00* (2006.01)
B25J 15/02 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2017/052665

(22) Date de dépôt international :
29 septembre 2017 (29.09.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1659644 06 octobre 2016 (06.10.2016) FR

(71) Déposant : UNIVERSITÉ DE FRANCHE-COMTÉ
[FR/FR] ; 1 rue Claude Goudimel, 25000 Besançon (FR).

(72) Inventeurs : **DAHMOUCHE, Redwan** ; 29E avenue Montrapon, 25000 Besançon (FR). **HAOUAS, Wissem** ; 21 rue Frédéric Chopin, Appartement 197, 25000 Besançon (FR).

(74) Mandataire : **NOVAGRAAF TECHNOLOGIES** ; Bâtiment O2, 2 rue Sarah Bernhardt, CS90017, 92665 Asnières-sur-Seine Cedex (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,

(54) Title: ROBOTIC STRUCTURE WITH SIX DEGREES OF FREEDOM ALLOWING GRIPPING

(54) Titre : STRUCTURE ROBOTIQUE À SIX DEGRÉS DE LIBERTÉ PERMETTANT LA PRÉHENSION

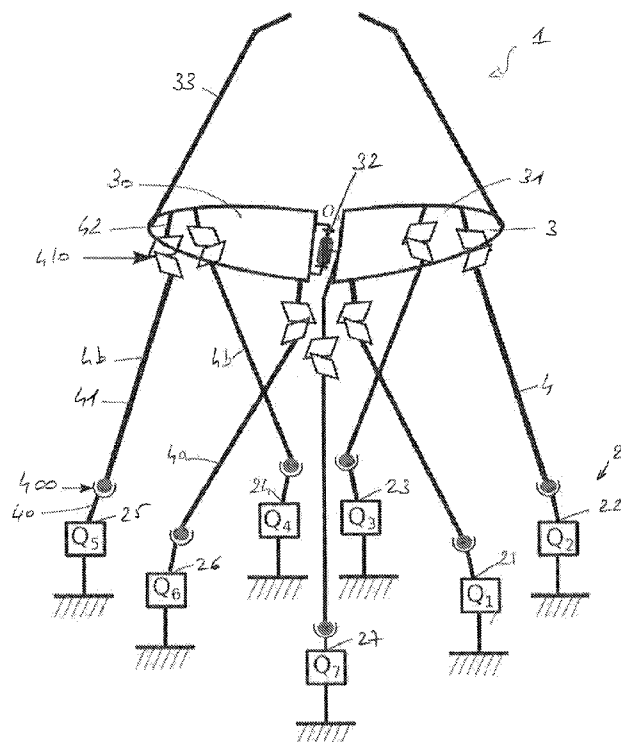


Figure 3

(57) Abstract: The present invention relates to a parallel robotic structure (1) with six degrees of freedom which comprises movable bases (2, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 21', 22', 23', 24', 25', 26', 27', 28') that can be rotated or translated, and a platform (3) coupled with the movable bases by moving means, characterised in that the platform (3) is made up of two rigid elements connected to one another by a single articulation. Said novel solution is an original and innovative parallel robotic structure (1) which makes it possible to perform cutting, gripping and handling operations simultaneously with six degrees of freedom without requiring an additional tool. The gripping functionality is provided by the articulated platform which is an integral part of the mechanical architecture and can be entirely controlled by the offset actuators located in the stationary base.

[Suite sur la page suivante]

SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avec revendications modifiées (art. 19(1))

(57) Abrégé : La présente invention se rapporte à une structure robotique (1) parallèle à six degrés de liberté et qui comprend des bases mobiles (2, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 21', 22', 23', 24', 25', 26', 27', 28') pouvant être actionnées en rotation ou en translation et une plateforme (3) couplée aux bases mobiles par des moyens de mise en mouvement elle est caractérisée en ce que la plateforme (3) est constituée de deux éléments rigides reliés l'un à l'autre par une seule articulation. Cette nouvelle solution est une structure robotique (1) parallèle originale et innovante permettant simultanément de réaliser des opérations de coupe, de préhension et de manipulation à six degrés de liberté sans avoir besoin d'un outil supplémentaire. La fonctionnalité de préhension est assurée grâce à la plateforme articulée qui fait partie de l'architecture mécanique elle-même et peut être entièrement contrôlée par les actionneurs déportés situés dans la base fixe.

STRUCTURE ROBOTIQUE À SIX DEGRÉS DE LIBERTÉ PERMETTANT LA PRÉHENSION

Domaine technique

5 La présente invention se rapporte à une structure robotique parallèle à au moins six degrés de liberté permettant la préhension et la manipulation en particulier pour la micro-nano-manipulation.

D'un point de vue structurel, les robots manipulateurs industriels peuvent être classés en deux catégories : les robots sériels et les robots
10 parallèles. Les robots sériels, dits bras manipulateurs, sont les plus répandus dans l'industrie et sont caractérisés par une chaîne cinématique ouverte (une série d'actionneurs, de liaisons et de bras) qui va de la base du robot jusqu'au poignet. Les robots parallèles sont caractérisés par plusieurs chaînes cinématiques parallèles connectées de la base à la
15 plateforme.

L'avantage des robots parallèles par rapport aux robots sériels est qu'ils ont une plus grande rigidité et la possibilité de fixer les actionneurs sur la base du robot permettant d'alléger les parties en mouvement. La conséquence est que les masses transportables par le robot sont plus
20 importantes et les accélérations plus fortes. Les applications privilégiées sont des applications de prise et déplacer rapides comme décrit dans le brevet WO 87/03 528 ou le déplacement de lourdes charges telles que des cabines de pilotages dans des simulateurs de vols comme décrit dans le brevet US 3 295 224.

25 Dans la plupart des robots parallèles, la plateforme est constituée d'un corps rigide. Cependant, quelques robots particuliers possèdent une plateforme articulée. Le brevet US 6 516 681 décrit un robot de ce type qui possède quatre degrés de liberté au maximum dont trois en translation et un en rotation. La rotation de l'outil est obtenue grâce à la reconfiguration d'une
30 plateforme constituée de trois éléments articulés par des liaisons pivots. Un robot similaire limité aux mêmes degrés de liberté mais possédant un

parallélogramme en guise de plateforme est décrit dans le brevet EP 1 870 214. Notons que les robots décrits dans les brevets cités précédemment ont connus un grand succès et ont été largement commercialisés.

En fonction de l'application, les opérations réalisées par les robots nécessitent l'utilisation d'outils électriques, hydrauliques ou pneumatiques adéquats (pinces, etc.) fixés sur les poignets des robots sériels ou sur les plateformes des robots parallèles (y compris les robots cités précédemment). Même si cette configuration est adéquate dans un certain nombre d'applications, elle présente des limitations notamment dans les applications qui présentent de fortes contraintes d'encombrement, un besoin en miniaturisation et/ou d'alléger au maximum les masses déplacées.

Dans cette invention, des fonctions telles que la préhension, la manipulation dans les six degrés de liberté de l'espace et la découpe par exemples sont assurées par un mécanisme robotique parallèle sans l'ajout d'outils actionnés supplémentaires, et ce grâce à une plateforme articulée. Ainsi, la structure robotique selon l'invention permet d'une part de s'affranchir des connexions électriques, pneumatiques ou hydrauliques nécessaires à l'actionnement d'éventuels outils et d'autre part de réduire l'encombrement et la masse au niveau de la plateforme du robot ce qui facilite sa miniaturisation. De plus, la structure du robot permet de placer les actionneurs loin de la plateforme, notamment en utilisant des câbles, rendant ainsi la structure encore plus compacte.

Les applications privilégiées sont les applications présentant des contraintes fortes d'encombrement tels que la chirurgie mini-invasive dans le domaine biomédical où le robot doit être inséré dans le corps humain à travers un tube ou un endoscope. Par ailleurs, la capacité de miniaturisation de la structure robotique selon l'invention (la structure pouvant être fabriquée à l'échelle micrométrique) la rend particulièrement adaptée pour la manipulation haute précision et en haute cadence notamment de composants millimétriques (composants horlogers, électroniques, etc.), micrométriques (Systèmes Micro-ElectroMacatroniques, MOEMS, etc.) et

même nanométriques (nanofils, nanotubes, etc.) pouvant ainsi dépasser la précision de manipulation et les cadences de production des systèmes existants. Enfin, le robot, qui est caractérisé par six degrés de liberté en translation et en rotation en plus de la plateforme configurable qui lui confère des degrés de liberté supplémentaires, en fait l'un des robots les plus
5 versatiles et les plus dextres qui existent à ce jour, en particulier pour la manipulation de composants de tailles de très faibles dimensions. L'objet de l'invention est ainsi de proposer une nouvelle structure robotique permettant simultanément la préhension et la manipulation à six degrés de liberté et la
10 découpe par exemples sans utilisation d'un préhenseur ou d'un outil actionné supplémentaire.

La structure robotique parallèle à six degrés de liberté selon l'invention comprend des bases mobiles pouvant être actionnées en rotation ou en translation et une plateforme couplée aux bases mobiles par des moyens de
15 mise en mouvement elle est caractérisée en ce que la plateforme est constituée de deux éléments rigides reliés l'un à l'autre par une seule liaison. Cette nouvelle solution est une structure robotique parallèle originale et innovante permettant simultanément de réaliser des opérations de préhension, de découpe et de manipulation à six degrés de liberté sans avoir
20 besoin d'un outil actionné supplémentaire. La fonctionnalité de préhension est assurée grâce à la plateforme articulée qui fait partie de l'architecture mécanique elle-même et peut être entièrement contrôlée par les actionneurs déportés situés dans la base fixe.

Cette structure permet le positionnement selon les six degrés de liberté dans l'espace d'une plateforme composée de deux éléments rigides
25 mobiles. Ces deux éléments mobiles sont connectés entre eux de façon à pouvoir faire pivoter et/ou translater l'un des éléments mobiles par rapport à l'autre autour ou le long d'un ou plusieurs axes pouvant être exploitées pour la réalisation de tâches diverses (préhension, manipulation, découpe, etc.)
30 grâce à une seule liaison. Les deux éléments mobiles de la plateforme sont connectés à plusieurs, par exemple sept, troisièmes entretoises de façon

rigide. Chaque troisième entretoise est connectée à son autre extrémité à une deuxième entretoise de façon rigide ou au moyen d'une rotule, d'un pivot ou d'une liaison cardan. Chaque deuxième entretoise est connectée à son autre extrémité à une première entretoise de façon rigide ou au moyen
5 d'une rotule, d'un pivot ou d'une liaison cardan. Chaque première entretoise est connectée à une base mobile et peut translater le long ou pivoter autour d'un axe au minimum. La mise en mouvement des premières entretoises peut être réalisée au moyen d'un ou plusieurs actionneurs liés aux bases mobiles de façon rigide ou au travers des liaisons passives et/ou des liaisons
10 flexibles et/ou des câbles. La partie fixe des actionneurs sont liées à l'élément base au moyen d'une liaison rigide ou passive ou flexible. L'ensemble est agencé de façon à ce que les positions et les orientations des éléments mobiles de la plateforme dans l'espace ainsi que la distance et/ou l'angle entre les deux éléments mobiles puissent être commandés par
15 les mouvements des actionneurs pilotés par un ordinateur de gestion. Les degrés de libertés au-delà de 6 sont utilisés afin de réaliser des tâches particulières telles que la préhension, la coupe, etc. Si le nombre de bras est supérieur à sept cela permet d'obtenir plus de degrés de liberté au niveau de la plateforme et/ou des redondances d'actionnement et/ou de mesure
20 supplémentaires. D'autre part, un dispositif redondant en actionnement permet d'augmenter l'espace de travail, de limiter la présence des singularités cinématiques, de contrôler les contraintes internes dans la chaîne cinématique du dispositif, d'augmenter les forces et couples transmises aux éléments mobiles ainsi que leurs vitesses et accélérations.

25 Avantageusement, la liaison est une liaison pivot.

Avantageusement, les bases mobiles sont disposées de façon symétrique. Un robot symétrique permet d'homogénéiser les dimensions des pièces, simplifier la conception, la modélisation, la fabrication et la commande du dispositif.

30 Selon une disposition particulière, les moyens de mise en mouvement des entretoises liées par des articulations passives d'une part à la

plateforme articulée et d'autre part à une base mobile sont des actionneurs linéaires. Les parties fixes des actionneurs sont, par exemple, rigidement liées à un élément de base ce qui permet d'alléger les parties mobiles du dispositif. Cela se répercute sur les éléments mobiles par un gain en vitesse, en accélération et en effort applicable (permet notamment de transporter des charges importantes). Les liaisons passives peuvent être remplacées par des liaisons flexibles ce qui permet de fabriquer le dispositif à une échelle miniaturisée (millimétrique, micrométrique). En effet, cela permet d'éliminer les jeux qui peuvent exister dans les liaisons classiques (pivot, rotule, cardant, etc.) et qui sont source de dégradation des performances (répétabilité, précision, etc.).

Avantageusement, les articulations passives sont des rotules, des pivots ou des liaisons cardan. Les translations et les rotations des éléments mobiles peuvent être obtenues uniquement à partir de translations des actionneurs ce qui permet un gain de compacité et de précision. Les actionneurs peuvent être déportés loin des éléments mobiles (au moyen de câbles ou barres par exemple) afin d'obtenir des systèmes très compacts utiles dans les applications à fort contrainte d'encombrement (médical, nucléaire, aérospatial, etc.)

Avantageusement, la structure comprend des capteurs de force disposés sur les bases mobiles. Ceci permet d'auto-étalonner le robot sur lequel la structure est montée, de simplifier le calcul des positions et orientations des éléments mobiles et d'améliorer la précision de leurs mouvements. Les efforts sont transmis des actionneurs vers les éléments mobiles permettant de mesurer et/ou contrôler les forces et des couples appliqués par les éléments mobiles sur leur environnement.

Avantageusement, la structure comprend des capteurs de position disposés sur les actionneurs.

Avantageusement la structure est de taille sub-millimétrique. La structure peut ainsi être utilisée pour la micro-nano-manipulation et le micro-nano-assemblage ainsi que la manipulation dans des espaces confinés

(endoscopes, chirurgies mini-invasives). La structure peut être fabriquée aux échelles macrométrique (supérieures aux tailles des robots classiques), miniaturisée (endoscopie par exemple) ou micrométrique (micro-nanomanipulation par exemple). La structure millimétrique peut être
5 composée d'éléments micrométriques, elle pourrait aussi être de taille centimétrique ou même plus grande et réaliser des tâches de micro-nano manipulation. On peut par exemple l'appliquer pour :

- l'assemblage des nano-capteurs, des fibres optiques, semi-conducteurs,
- 10 - le test, le contrôle et la caractérisation des micro-nano-objets,
- l'assemblage précis des systèmes optiques comme les interféromètres,
- la manipulation des cellules biologiques,
- l'assemblage dans les industries horlogères,
- 15 - la chirurgie mini-invasive (endoscope instrumenté d'une pince à 6 degrés de liberté).

Avantageusement, la structure est actionnée par des actionneurs en translation (moteurs linéaires, vérins électriques ou hydraulique, etc.), en rotation (moteurs électriques, etc.) ou des actionneurs moins courants
20 (piézo-électriques, électrostatiques, thermiques, etc.) pouvant éventuellement avoir plusieurs degrés de liberté (tables XY, piézotubes, etc.).

Comparativement aux structures robotiques existantes, l'invention possède les caractéristiques suivantes :

- 25 - La fonctionnalité de préhension et ou de coupe est intégrée dans la structure et l'actionnement effectué à partir des actionneurs placés sur l'élément de base.
- Les masses et les inerties de la structure à l'échelle micrométrique sont très faibles permettant d'avoir des temps de
30 cycles beaucoup plus faibles que les systèmes actuels.

- La précision peut descendre en dessous du micromètre (limite des structures parallèles actuelles) et même passer à l'échelle nanométrique.
- Le coût de fabrication du système est bien plus faible que les systèmes existants.
- Il est possible de réaliser des micro-nano-manipulations et assemblages à six degrés de liberté et des opérations à l'intérieur d'espaces confinés (corps humain, microscope électronique à balayage, ...).
- Les articulations passives peuvent être remplacées par des liaisons flexibles garantissant une grande répétabilité de la structure et/ou une biocompatibilité.
- Avec l'intégration des capteurs de force sur les bases mobiles les forces appliquées sur l'organe terminal peuvent être mesurées sans utilisation de connections (fils, tuyau, etc.) sur la plateforme.
- Avec l'intégration de capteurs de positions sur les différents actionneurs un auto-étalonnage du robot peut être réalisé.
- L'absence de connectiques électriques sur les parties opérationnelles de la structure permet la manipulation dans des milieux contraints où l'usage de composés électroniques est limité/interdit (liquides, corps humain, etc.).
- En résumé, le système peut être plus précis, plus rapide et moins coûteux que les solutions existantes.

La solution nécessite de très faibles quantités de matière et peut être produite en masse avec une forte valeur ajoutée. Le système est fabriqué par des procédés standards et ne nécessite l'utilisation d'aucune substance dangereuse.

D'autres avantages pourront encore apparaître à l'homme du métier à la lecture des exemples ci-dessous, illustrés par les figures annexées, donnés à titre d'exemple :

Brève description des figures

- La figure 1 est un graphe d'agencement d'une première structure,
- La figure 2 représente un graphe d'agencement d'une deuxième structure,
- 5 - La figure 3 est un exemple de la première structure robotique de la figure 1,
- La figure 4 est un exemple de la deuxième structure robotique de la figure 2,
- La figure 5 est un autre exemple de structure avec quatre entretoises par bras,
- 10 - La figure 6 est un autre exemple de structure avec une entretoise avec plusieurs branches,
- La figure 7 est une variante de la figure 2 où les actionneurs sont disposés entre deux liaisons.

15 Les figures 1 et 2 présentent les graphes d'agencement de deux différentes structures robotiques. Ces graphes mettent en évidence la topologie de la structure des robots et les diverses branches et boucles cinématiques. Les conventions utilisées pour ces graphes sont :

- A : Liaison passive de type Universelle (cardan) ou sphérique
20 (rotule).
- R : Liaison passive de type Rotoïde (pivot)
- Qi : Actionneur à 1 degré de liberté.

25 Ces exemples de structures font partie de la famille des manipulateurs à six degrés de liberté et plus dont certaines variantes sont redondantes en actionnement.

L'exemple illustré à la figure 3 montre une structure robotique 1 avec sept bases mobiles 2, une plateforme articulée 3 en deux parties 30 et 31 reliées par une liaison passive 32. Chacune des deux parties 30 et 31 est prolongée par un préhenseur 33 ; ce préhenseur peut être remplacé par des
30 ciseaux, des pinces ou autres. Trois bases mobiles 21, 22, 23 sont reliées à la partie 31 de la plateforme articulée 3 par un bras 4 et, de la même façon,

trois bases 24, 25, 26 sont reliées à la partie 32 de la plateforme articulée 3 par un bras 4.

Chacun des bras 4 est constitué de trois entretoises 40, 41 et 42, la première entretoise 40 est reliée à la deuxième entretoise 41 par une liaison passive 400, la deuxième entretoise 41 est reliée à la troisième entretoise 42 par une liaison passive 410. La liaison passive 400 pourra être de type sphérique et la liaison 410 de type universelle.

Des actionneurs Qi sont disposés sur les entretoises 40.

Les mouvements des parties 30 et 31 de la plateforme articulée 3 ainsi que le mouvement relatif entre les deux parties de la plateforme sont commandés par les mouvements des différents bras 4. L'ouverture et/ou la fermeture des préhenseurs 33 est obtenue par le déplacement des bras ainsi que leur position et leur orientation

L'exemple illustré à la figure 4 montre une structure robotique 1 sensiblement identique à la précédente sauf qu'elle comprend huit bases mobiles 2 au lieu de sept ce qui en fait un robot redondant en actionnement.

Ici quatre bases 21', 22', 23', 24' sont reliées à la partie 31 de la plateforme articulée 3 par un bras 4 et, de la même façon, quatre bases 25', 26', 27', 28' sont reliées à la partie 32 de la plateforme articulée 3 par un bras 4.

Chacun des bras 4 est constitué de trois entretoises 40, 41 et 42, la première entretoise 40 est reliée à la deuxième entretoise 41 par une liaison passive 400, la deuxième entretoise 41 est reliée à la troisième entretoise 42 par une liaison passive 410. La liaison passive 400 pourra être de type sphérique et la liaison 410 de type universelle.

Des actionneurs Qi sont disposés sur les entretoises 40.

Les mouvements de parties 30 et 31 de la plateforme articulée 3 ainsi que le mouvement relatif entre les deux parties de la plateforme sont commandés par les mouvements des différents bras 4. Dans l'exemple illustré à la figure 5, chaque bras 4 est constitué de quatre entretoises 40, 41, 42, 43 reliées par trois articulations 400, 410, 430. Les actionneurs sont

commandés par une commande 6. Cette structure permet d'utiliser des liaisons plus simples à réaliser donc moins chères tout en étant plus précise et offrant une plus grande plage de déplacement.

5 La figure 6 montre une structure où les bras 4 comprennent une entretoise 44 avec plusieurs branches 440, 441, 442. Ici l'entretoise 44 a trois branches mais elle pourrait en avoir deux ou plus. Cette structure est plus simple car elle nécessite moins d'actionneurs, ici deux actionneurs à trois degrés de liberté au minimum Q1, Q2 et un actionneur à au moins un degré de liberté Q7.

10 Dans la variante de la figure 7, les actionneurs Qi sont disposés entre les deux liaisons passives 400 et 410.

REVENDICATIONS

1. Structure (1) robotique parallèle à six degrés de liberté
5 comprenant des bases mobiles (2, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 21', 22', 23',
24', 25', 26', 27', 28') pouvant être actionnées en rotation ou en translation
et une plateforme couplée aux bases mobiles par des moyens de mise en
mouvement caractérisée en ce que la plateforme (3) est constitué de deux
éléments rigides reliés l'un à l'autre par une seule liaison.
- 10 2. Structure (1) selon la revendication 1, caractérisée en ce que
la liaison est une liaison pivot (32).
3. Structure (1) selon une des revendications précédentes,
15 caractérisée en ce que les bases mobiles (2, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 21',
22', 23', 24', 25', 26', 27', 28') sont disposées de façon symétrique
4. Structure (1) selon une des revendications précédentes,
caractérisée en ce que les moyens de mise en mouvement des entretoises
20 (40, 41, 42) liées par des articulations passives (400, 410) d'une part à la
plateforme articulée (3) et d'autre part à une base mobile (2, 21, 22, 23, 24,
25, 26, 27, 21', 22', 23', 24', 25', 26', 27', 28') sont des actionneurs linéaires.
5. Structure (1) selon la revendication précédente, caractérisée
25 en ce que les articulations passives (400, 410) sont des rotules ou des joints
de cardan.
6. Structure (1) selon une des revendications précédentes,
caractérisée en ce qu'elle comprend des capteurs de force disposés sur les
30 bases mobiles.

7. Structure (1) selon une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle est de taille sub-millimétrique.

5 8. Structure (1) selon une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle est actionnée par des actionneurs Qi piézoélectriques.

9. Structure (1) selon une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend des capteurs de position disposés sur
10 les actionneurs

REVENDICATIONS MODIFIÉES

reçues par le Bureau international le 05.Fev.2018 (05.02.2018)

1. Structure (1) robotique parallèle à six degrés de liberté
5 comprenant des bases mobiles (2, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 21', 22', 23',
24', 25', 26', 27', 28') pouvant être actionnées en rotation ou en translation
et une plateforme couplée aux bases mobiles par un bras (4) constitué
d'entretoise (40, 41, 42) et par des moyens de mise en mouvement des
entretoises (40, 41, 42) caractérisée en ce que la plateforme (3) est constitué
10 de deux éléments rigides reliés l'un à l'autre par une seule liaison.

2. Structure (1) selon la revendication 1, caractérisée en ce que
la liaison est une liaison pivot (32).

15 3. Structure (1) selon une des revendications précédentes,
caractérisée en ce que les bases mobiles (2, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 21',
22', 23', 24', 25', 26', 27', 28') sont disposées de façon symétrique

4. Structure (1) selon une des revendications précédentes,
20 caractérisée en ce que les moyens de mise en mouvement des entretoises
(40, 41, 42) liées par des articulations passives (400, 410) d'une part à la
plateforme articulée (3) et d'autre part à une base mobile (2, 21, 22, 23, 24,
25, 26, 27, 21', 22', 23', 24', 25', 26', 27', 28') sont des actionneurs linéaires.

25 5. Structure (1) selon la revendication précédente, caractérisée
en ce que les articulations passives (400, 410) sont des rotules ou des joints
de cardan.

6. Structure (1) selon une des revendications précédentes,
30 caractérisée en ce qu'elle comprend des capteurs de force disposés sur les
bases mobiles.

7. Structure (1) selon une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle est de taille sub-millimétrique.

5 8. Structure (1) selon une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle est actionnée par des actionneurs Qi piézoélectriques.

10 9. Structure (1) selon une des revendications précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend des capteurs de position disposés sur les actionneurs

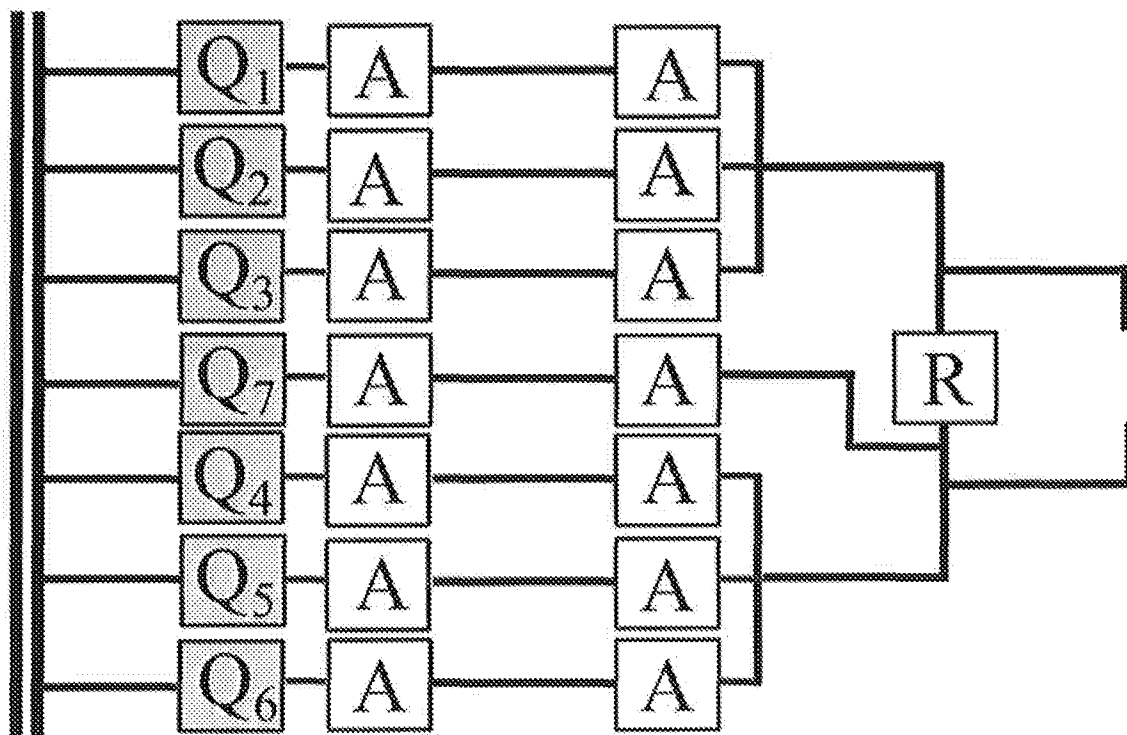


Figure1

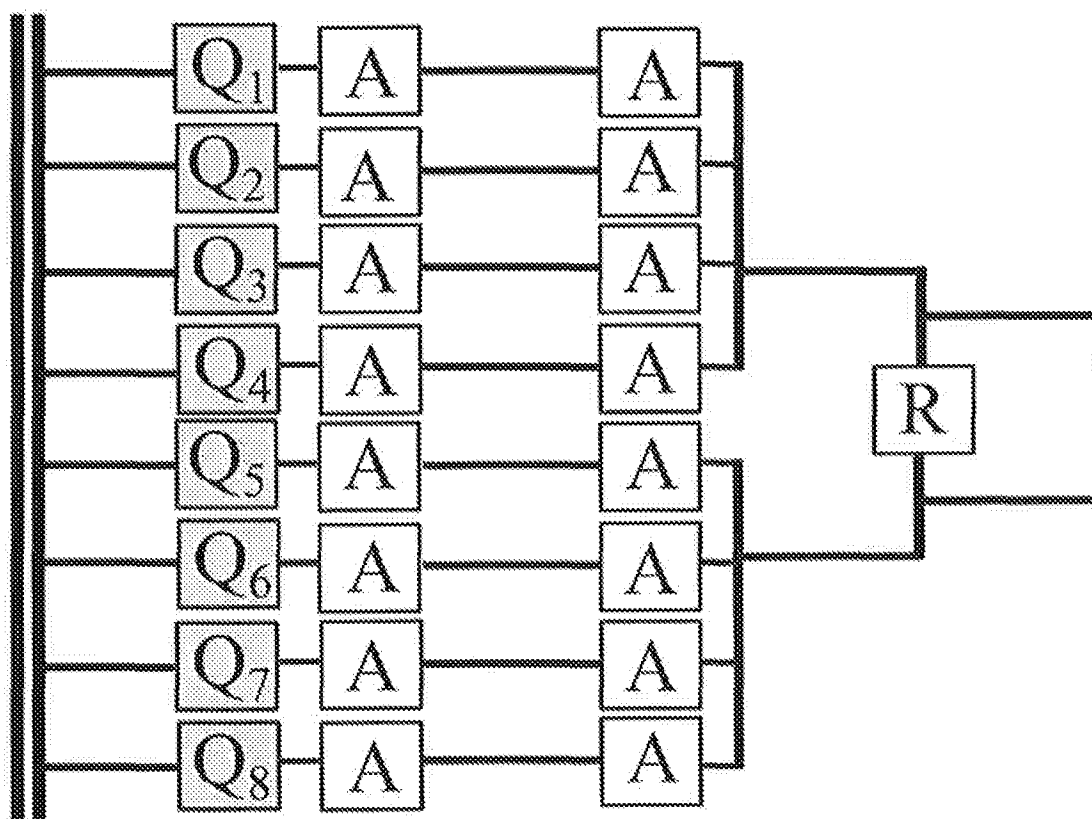


Figure 2

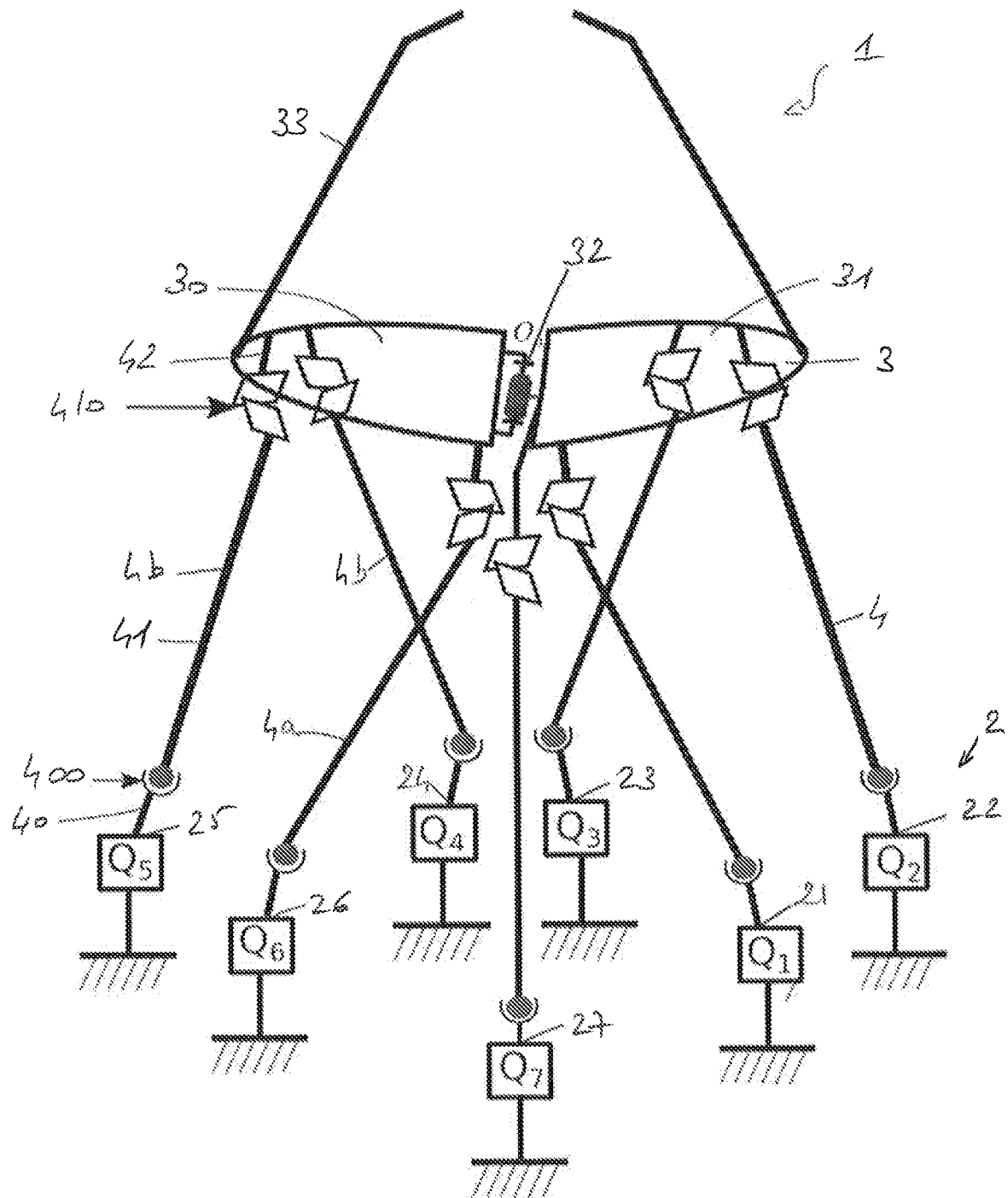


Figure 3

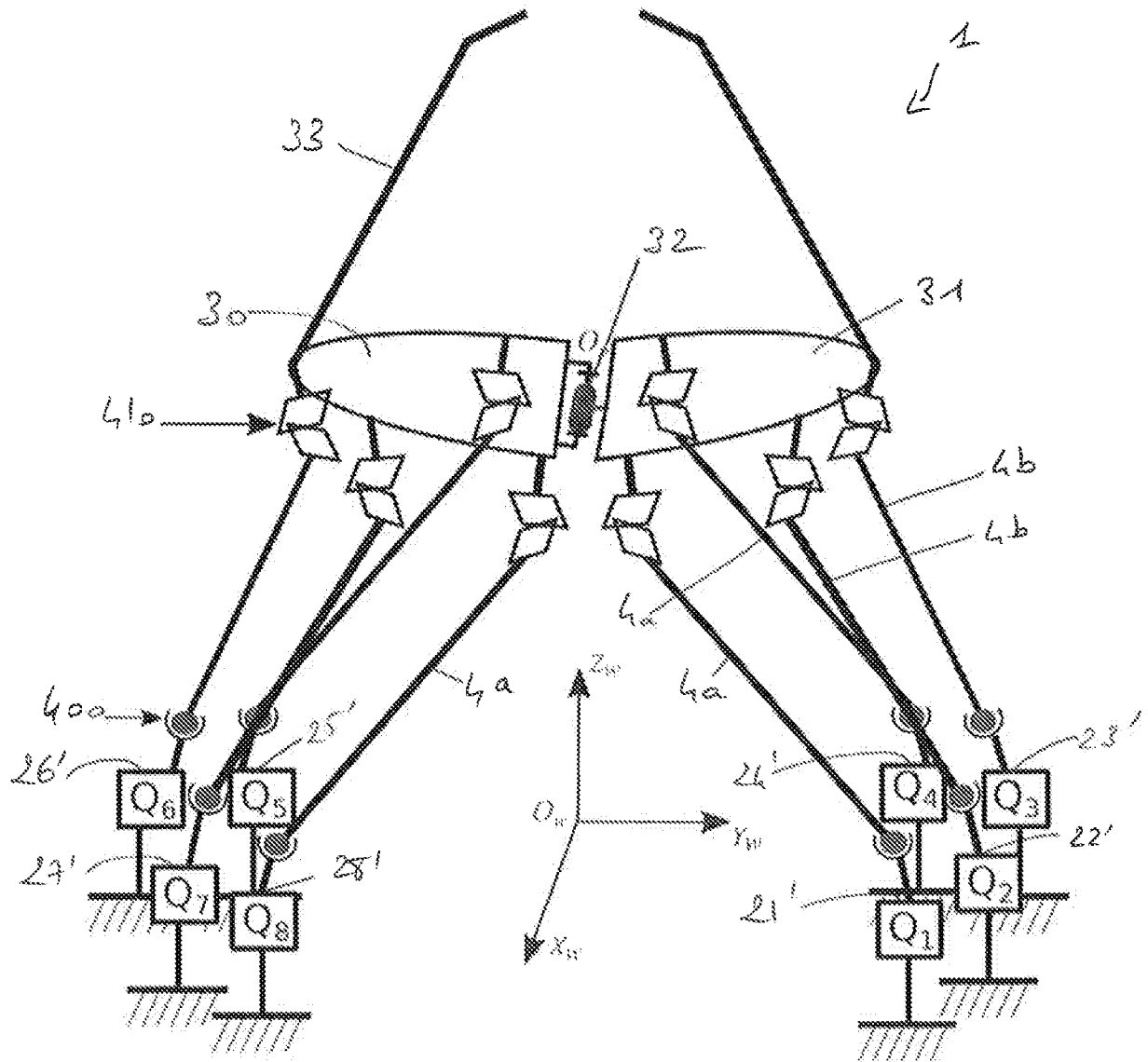


Figure 4

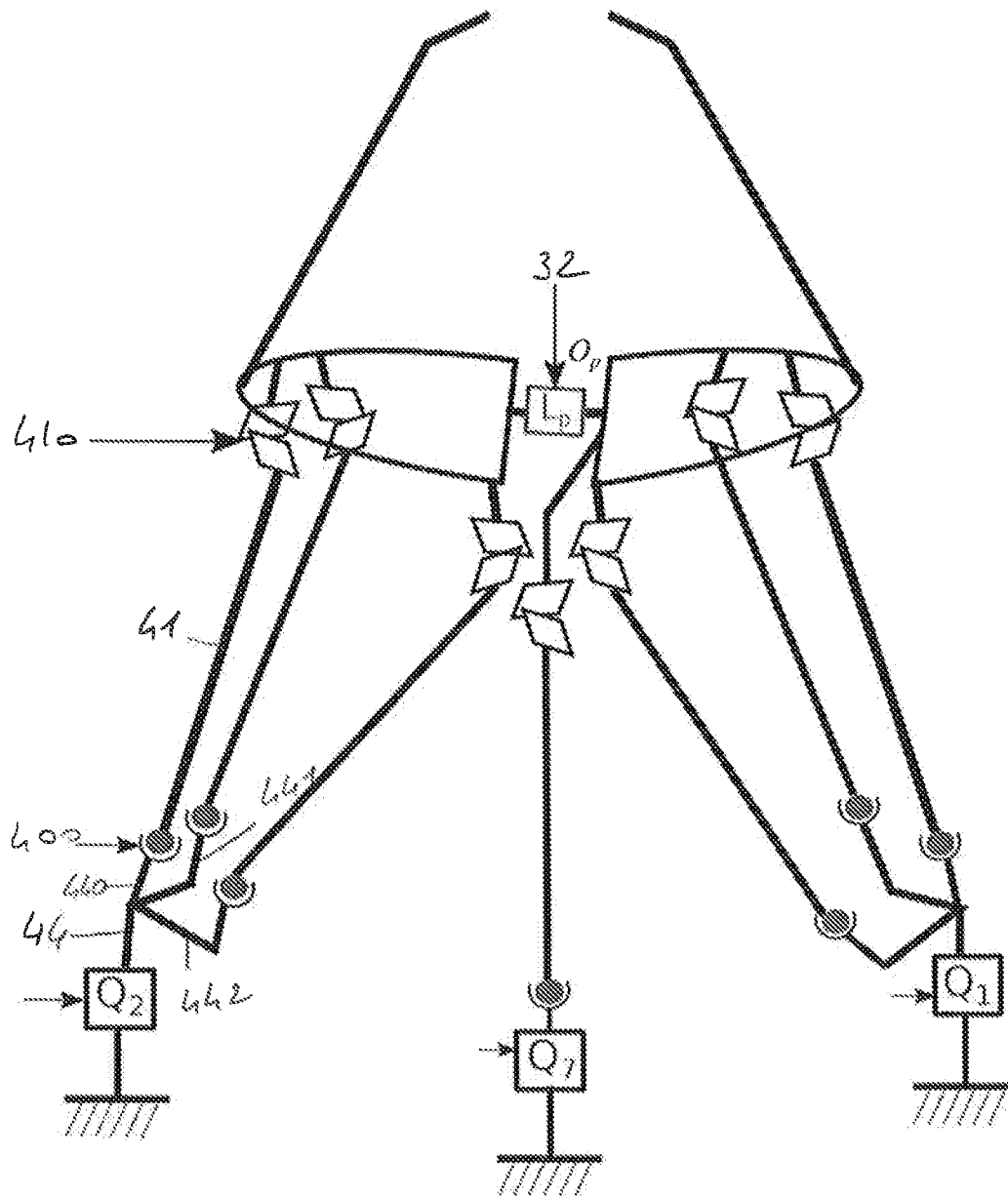


Figure 6

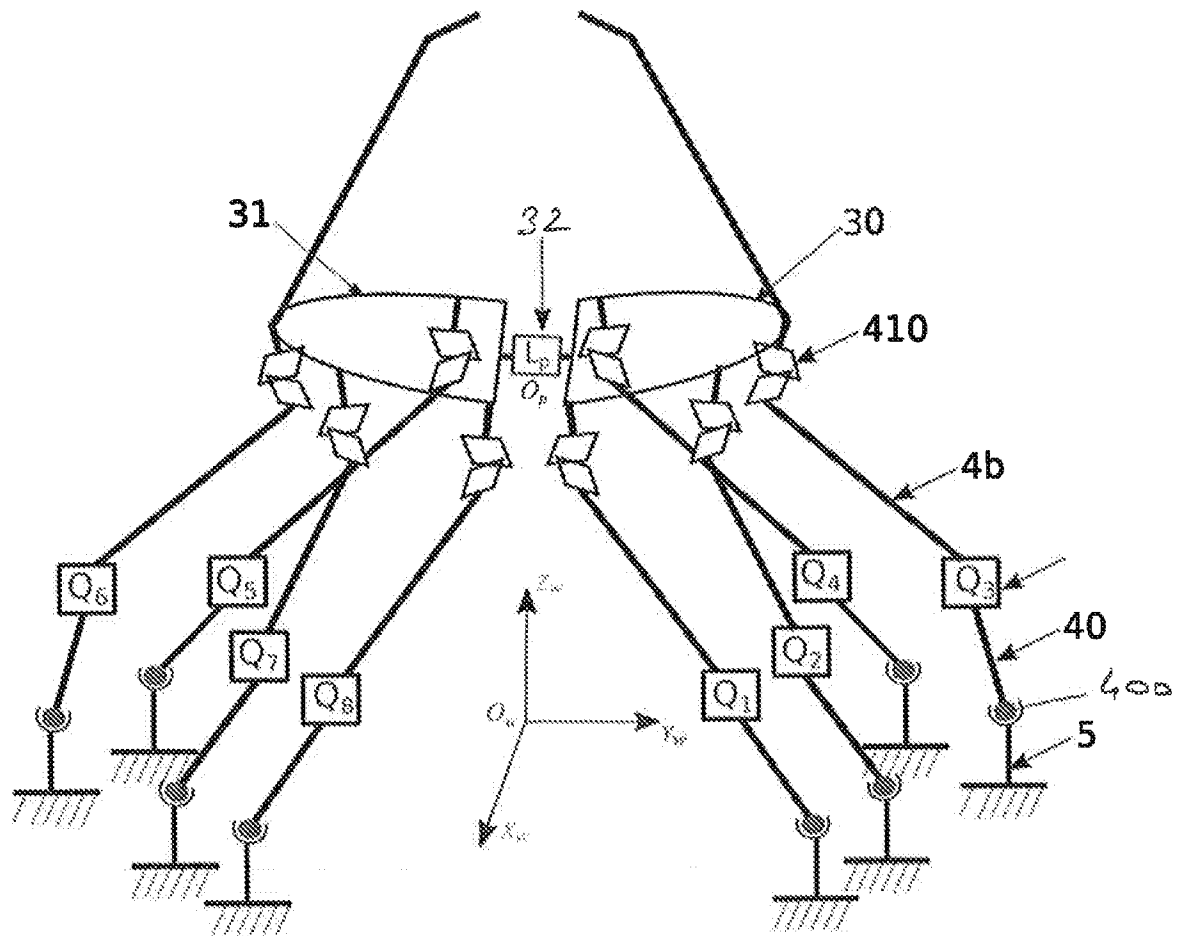


Figure 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/052665

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B25J7/00 B25J15/02 B25J9/00 ADD.		
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) B25J		
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 practicable, search terms used) EP0-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 513 657 A1 (ABB AB [SE]) 16 March 2005 (2005-03-16) paragraphs [0019], [0020], [0038] - [0043] figure 1	1-9
X	----- JP 2004 291166 A (TOYODA MACHINE WORKS LTD; FRANCOIS PIERO) 21 October 2004 (2004-10-21) abstract; figures 4,5	1
A	----- JP H06 170761 A (AGENCY IND SCIENCE TECHN) 21 June 1994 (1994-06-21) abstract; figures 1,2 -----	1,7,8
☐ 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 application or patent 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 15 January 2018		Date of mailing of the international search report 26/01/2018
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 Grenier, Alain

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2017/052665

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1513657	A1	16-03-2005	AT 484364 T 15-10-2010
		AU 2003243083 A1	31-12-2003
		EP 1513657 A1	16-03-2005
		WO 03106115 A1	24-12-2003

JP 2004291166	A	21-10-2004	JP 3931296 B2 13-06-2007
		JP 2004291166 A	21-10-2004

JP H06170761	A	21-06-1994	JP H06104308 B2 21-12-1994
		JP H06170761 A	21-06-1994

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/052665

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. B25J7/00 B25J15/02 B25J9/00 ADD.		
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) B25J		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 1 513 657 A1 (ABB AB [SE]) 16 mars 2005 (2005-03-16) alinéas [0019], [0020], [0038] - [0043] figure 1 -----	1-9
X	JP 2004 291166 A (TOYODA MACHINE WORKS LTD; FRANCOIS PIERO) 21 octobre 2004 (2004-10-21) abrégé; figures 4,5 -----	1
A	JP H06 170761 A (AGENCY IND SCIENCE TECHN) 21 juin 1994 (1994-06-21) abrégé; figures 1,2 -----	1,7,8
☐ 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 "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 15 janvier 2018		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 26/01/2018
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 Grenier, Alain

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/052665

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1513657 A1	16-03-2005	AT 484364 T AU 2003243083 A1 EP 1513657 A1 WO 03106115 A1	15-10-2010 31-12-2003 16-03-2005 24-12-2003
JP 2004291166 A	21-10-2004	JP 3931296 B2 JP 2004291166 A	13-06-2007 21-10-2004
JP H06170761 A	21-06-1994	JP H06104308 B2 JP H06170761 A	21-12-1994 21-06-1994