

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 22.01.14.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 24.07.15 Bulletin 15/30.

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 :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : ALDEBARAN ROBOTICS Société
anonyme — FR.

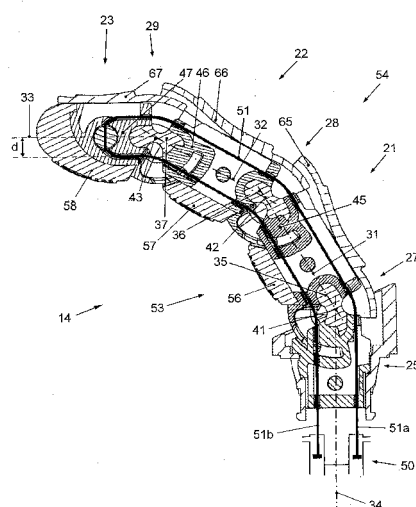
72 Inventeur(s) : LAVILLE JEREMY, CLERC VINCENT
et MAISONNIER BRUNO.

73 Titulaire(s) : ALDEBARAN ROBOTICS Société ano-
nyme.

74 Mandataire(s) : MARKS & CLERK FRANCE Société
en nom collectif.

54 MAIN DESTINEE A EQUIPER UN ROBOT A CARACTERE HUMANOIDE A DOIGTS AMELIORES.

57 L'invention concerne une main destinée à équiper un robot à caractère humanoïde. La main comprend une paume et au moins un doigt (14) articulé à la paume, le doigt (14) comprenant au moins une phalange (21, 22, 23) et une articulation (27, 28, 29) reliant la phalange (21, 22, 23) à la paume, la phalange (21, 22, 23) s'étendant selon une direction principale (31, 32, 33). Selon l'invention, l'articulation (27, 28, 29) comprend une pièce de jonction (35, 36, 37) élastique permettant plusieurs degrés de libertés. La main comprend des moyens de motorisation (50, 51) d'un degré de liberté en rotation parmi les degrés de liberté rendus possibles par la pièce de jonction (35, 36, 37), le degré de liberté en rotation motorisé permettant un mouvement relatif autour d'un axe (41, 42, 43) perpendiculaire à la direction principale (31, 32, 33) de la phalange (21, 22, 23). Les autres degrés de liberté parmi les degrés de liberté rendus possibles par la pièce de jonction (35, 36, 37) ne sont pas motorisés.



Main destinée à équiper un robot à caractère humanoïde à doigts améliorés

L'invention concerne une main destinée à équiper un robot à caractère humanoïde.

La main humaine est une partie du corps humain extrêmement complexe. Elle comprend plusieurs doigts articulés autour de la paume de la main. Par ailleurs chaque doigt possède plusieurs phalanges articulées entre elles. Chaque articulation est motorisée au moyen de muscles. Les différentes articulations de la main permettent notamment la préhension d'objets de forme diverses. De nombreuses tentatives ont été réalisées dans des robots humanoïdes afin de se rapprocher au mieux des fonctionnalités humaines. La reproduction des mouvements de la main dans un robot nécessite un grand nombre d'actionneurs indépendants pour assurer la préhension d'objets divers. Ceci augmente la complexité du robot tant au niveau du nombre de d'actionneurs indépendants à prévoir qu'au niveau du pilotage de ces différents actionneurs que l'on doit commander de façon coordonnée.

L'invention vise à simplifier la réalisation d'une main d'un robot humanoïde tout en conservant son adaptation la préhension d'objet de différentes formes.

A cet effet, l'invention a pour objet une main destinée à équiper un robot humanoïde, la main comprenant une paume et au moins un doigt articulé à la paume, le doigt comprenant au moins une phalange et au moins une articulation reliant la phalange à la paume, la phalange s'étendant selon une direction principale, caractérisée en ce que l'articulation comprend une pièce de jonction élastique permettant plusieurs degrés de libertés, en ce que la main comprend des moyens de motorisation d'un degré de liberté en rotation parmi les degrés de liberté rendus possibles par la pièce de jonction, le degré de liberté en rotation motorisé permettant un mouvement relatif autour d'un axe perpendiculaire à la direction principale de la phalange et en ce que les autres degrés de liberté parmi les degrés de liberté rendus possibles par la pièce de jonction ne sont pas motorisés.

Chaque doigt de la main peut comprendre plusieurs phalanges consécutives, deux phalanges consécutives étant reliées par une articulation comprenant une pièce de jonction élastique semblable à la pièce de jonction reliant la phalange à la paume.

5

Dans l'invention, la présence d'une pièce de jonction élastique dans chaque articulation d'améliorer la compliance du doigt vis-à-vis de la forme des objets qu'il est susceptible de rencontrer. On entend par compliance du doigt, sa capacité à s'ajuster aux contraintes et aux forces qui s'exercent sur lui.

10

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple, description illustrée par le dessin joint dans lequel :

15

la figure 1 représente en perspective une main destinée à équiper un robot humanoïde ;

la figure 2 représente en perspective un doigt équipant la main de la figure 1 ;

20

la figure 3 représente le doigt de la figure 2 en coupe longitudinale ;

la figure 4 représente une vue éclatée du doigt de la figure 2 ;

la figure 5 représente le doigt de la figure 2 en coupe transversale.

les figures 6A et 6B représentent la compliance d'un doigt lorsqu'il rencontre un obstacle.

25

Par souci de clarté, les mêmes éléments porteront les mêmes repères dans les différentes figures.

30

La figure 1 représente une main 10 destinée à équiper un robot humanoïde. La main 10 comprend une paume 11 et cinq doigts 13 à 17. Les doigts sont articulés à la paume 11 de façon à permettre la préhension d'objets entre les doigts 13 à 17. A l'image d'une main humaine, le doigt 13 est un pouce. Un objet saisi par la main est maintenu entre le pouce 13 et les autres doigts 14 à 17. L'invention n'est pas limitée à une main possédant cinq doigts. Il est possible de réduire le nombre de doigts pour simplifier la

3

conception de la main ou même d'augmenter le nombre de doigts pour permettre la préhension d'objets particuliers.

La figure 2 représente en perspective un doigt équipant la main
5 10. Il s'agit de l'index 14 comprenant trois phalanges consécutives 21, 22 et 23. Les phalanges sont articulées en série par rapport à la paume 11 de la main 10. Plus précisément, la phalange 21 est articulée sur la paume 11. La phalange 22 est articulée sur la phalange 21. La phalange 23 est articulée sur la phalange 22 et forme l'extrémité libre du doigt 14. Les trois phalanges
10 21, 22 et 23 sont définies à l'image d'un doigt humain. Comme précédemment pour le nombre de doigts, sans sortir du cadre de l'invention, il est possible de définir un doigt possédant un autre nombre de phalanges, en réduisant le nombre pour faciliter la conception de la main ou en augmentant le nombre pour des utilisations particulières de la main.

15 De façon plus générale, une main de l'invention peut être formée d'une pince permettant de saisir un objet. La pince comprend au moins un doigt mobile équipé de plusieurs phalanges articulées permettant plusieurs points de contact avec l'objet saisi. En regard de ce doigt articulé, il est possible de disposer un doigt fixe ou même directement la paume de la
20 main.

On a vu plus haut que la phalange 21 est articulée sur la paume 11. Sur la figure 2, on distingue une pièce d'encastrement 25 destinée à être solidarisée à la paume 11 par exemple au moyen de clips 26. L'articulation du doigt 14 est réalisée entre la phalange 21 et la pièce d'encastrement 25.
25 D'un point de vue fonctionnel, la pièce d'encastrement 25 fait partie intégrante de la paume 11.

La description qui suit décrit l'index 14. Il est bien entendu que l'invention peut être mise en œuvre pour chacun des doigts 14 à 17 et même pour le pouce 13.

30

La figure 3 représente le doigt 14 en coupe longitudinale. L'articulation entre la pièce d'encastrement 25 et la phalange 21 porte le repère 27. L'articulation entre les phalanges 21 et 22 porte le repère 28 et l'articulation entre les phalanges 22 et 23 porte le repère 29.

Dans l'exemple représenté, les autres doigts 13, 15, 16 et 17 sont semblables au doigt 14. Ils comprennent chacun plusieurs phalanges articulées, par exemple trois phalanges pour se rapprocher de l'anatomie humaine.

5 Chacune des phalanges 21, 22 et 23 s'étend selon une direction principale, respectivement 31, 32 et 33. Le doigt 14 comprend des pièces de jonction élastiques permettant d'articuler les phalanges entre elles ainsi que la première phalange 21 à la paume 11. Les pièces de jonction forment les articulations 27, 28 et 29. Plus précisément, une pièce de jonction 35 relie la
10 pièce d'encastrement 25, et donc la paume 11, à la première phalange 21. Une pièce de jonction 36 relie les phalanges 21 et 22. Une pièce de jonction 37 relie les phalanges 22 et 23. La pièce de jonction 35 permet plusieurs degrés de libertés, entre la première phalange 21 et la paume 11. Les pièces de jonctions 36 et 37 permettent plusieurs degrés de libertés entre deux
15 phalanges consécutives que chacune des pièces de jonctions 36 et 37 relie. Les pièces de jonction 35, 36 et 37 sont formées chacune d'un bloc de matériau élastique encastré dans des pièces rigides entre lesquelles elles sont disposées. Une pièce de jonction autorise plusieurs degrés de libertés entre les deux pièces rigides qu'elle relie, principalement les trois rotations
20 mais aussi les trois translations avec des débattements faibles.

Pour chacune des articulations 27, 28 et 29, une des rotations est motorisée et les autres degrés de liberté rendus possibles par la pièce de jonction considérée ne sont pas motorisés. Autrement dit, la main
10 comprend des moyens de motorisation d'un degré de liberté en rotation parmi les degrés de liberté rendus possibles par la pièce de jonction de
25 l'articulation considérée.

La rotation motorisée se fait autour d'un axe perpendiculaire aux directions principales des deux phalanges voisines, c'est-à-dire un axe 42 pour l'articulation 28 et un axe 43 pour l'articulation 29. Pour l'articulation 27,
30 entre la première phalange 21 et la paume 11, la rotation motorisée se fait autour d'un axe 41 perpendiculaire à la direction 31 et perpendiculaire à un axe 34 formant une direction principale de la pièce d'encastrement 25. La direction principale 34 est fixe par rapport à la paume 11.

Les différents degrés de libertés autorisés par une pièce de
35 jonction permettent une certaine souplesse du doigt 14 pour s'adapter à la

forme d'objets divers que la main 10 est susceptible d'attraper ou de heurter. Cette souplesse permet d'améliorer la compliance de la main vis-à-vis de la forme des objets qu'elle est susceptible de rencontrer. Grâce à l'invention, la main améliore sa capacité à s'ajuster aux contraintes et aux forces qui s'exercent sur elle.

Les différentes pièces de jonction élastiques 35, 36 et 37 peuvent être identiques et donc posséder une raideur identique. Alternativement, les différentes pièces de jonction élastiques 35, 36 et 37 possèdent chacune une raideur décroissante en s'éloignant de la paume 11. Cette raideur décroissante permet de moduler l'effort que chaque phalange 21, 22 et 23 exerce sur un objet saisi par la main 10.

La raideur de chaque articulation peut différer selon les degrés de libertés permis par l'articulation concernée. La raideur décroissante peut décroissante peut ne concerner que le degré de liberté motorisé et/ou les autres degrés de liberté non motorisés.

Chaque phalange comprend une armature rigide. Plus précisément, la phalange 21 comprend une armature rigide 45, la phalange 22 comprend une armature rigide 46 et la phalange 23 comprend une armature rigide 47. La pièce de jonction 35 est encastrée dans la pièce d'encastrement 25 et dans l'armature rigide 45. La pièce de jonction 36 est encastrée dans les armatures rigides 45 et 46. La pièce de jonction 37 est encastrée dans les armatures rigides 46 et 47. La souplesse des pièces de jonction 35, 36 et 37 peut être obtenue entre les encastresments de chacune. On peut réaliser les trois pièces de jonction 35, 36 et 37 dans le même matériau, comme par exemple un matériau à base de silicone. La raideur décroissante peut être obtenue en amincissant les pièces de jonctions entre leurs encastresments respectifs. De façon plus générale, la raideur de chaque articulation peut être obtenue par la définition de la forme de la pièce de jonction considérée.

La motorisation selon un seul degré de liberté peut se faire de façon autonome pour chacune des articulations entre les phalanges et entre la paume 11 et la première phalange 21. Avantageusement les moyens de motorisation comprennent un actionneur commun 50 pour toutes les articulations 27, 28 et 29 du doigt 14. L'actionneur commun 50 permet de

simplifier la conception et le pilotage de la main. Associé à la raideur décroissante des pièces de jonction 35, 36 et 37, l'actionneur commun 50 permet d'améliorer la préhension d'objets saisis par la main 10 en permettant de mieux refermer l'extrémité du doigt sur l'objet. Plus précisément, pour une même commande l'actionneur commun 50, du fait de la raideur décroissante des pièces de jonction 35, 36 et 37, on obtiendra un déplacement angulaire croissant de chacune des articulations 27, 28 et 29 en s'éloignant de la paume 11. La raideur décroissante associée à un actionneur commun permet aussi d'obtenir une cinématique de fermeture et d'ouverture progressive de toutes les articulations d'un doigt. Cette cinématique est proche de celle d'un doigt humain, lequel est mu par des muscles indépendants. Un doigt conforme à l'invention et mu par un actionneur unique est beaucoup plus facile à piloter qu'un doigt robotisé possédant autant d'actionneur que de phalange.

A titre d'exemple de réalisation mettant en œuvre un actionneur commun 50, les moyens de motorisation comprennent un câble 51 guidé dans chaque armature rigide 45, 46 et 47 ainsi que dans la pièce d'encastrement 25. Le câble 51 transite de la pièce d'encastrement 25 à la première phalange 21 ainsi que d'une phalange à la suivante à distance de l'axe du degré de liberté en rotation motorisé. Le câble 51 est actionné par l'actionneur commun 51. On a représenté sur la figure 3 une distance d espaçant l'axe 43 du guidage du câble 51 dans l'armature rigide 47 de la phalange 21. Cette distance d permet d'obtenir un couple moteur de l'articulation 29 lorsque le câble 51 est mis sous tension par l'actionneur commun 50.

Le câble 51 peut être encastré dans l'armature rigide 47 de la dernière phalange 23 et cheminer jusqu'à la paume 11 uniquement le long d'une face interne 53 du doigt 14, c'est-à-dire la face destinée à être en contact avec les objets à saisir. L'actionneur commun 50, disposé dans la paume 11 est alors un actionneur simple effet pouvant tirer sur le câble 51 pour refermer le doigt 14. Lorsque le câble 51 est relâché, la raideur des pièces de jonction 35, 36 et 37 permet de rouvrir le doigt 14. Alternativement, l'actionneur commun 50 peut être un actionneur double effet. Lorsqu'un câble 51 est mis en œuvre, associé à un actionneur 50 double effet, le câble 51 chemine le long de la face interne 53 et long d'une face externe 54 du

doigt 14, opposé à la face interne 53. Le cheminement du câble 51 peut se faire à même distance d des axes 41, 42 et 43 pour les deux faces 53 et 54 du doigt 14. L'actionneur 50 double effet peut alors tirer sur le câble 51 du côté de la face interne 53 pour refermer le doigt 14 ou du côté de la face
 5 externe 54 pour ouvrir le doigt 14.

L'effort que l'actionneur 50 exerce sur le câble 51 est proportionnel à la déformation élastique des différentes pièces de jonction 35, 36 et 37. L'effort maximum que l'actionneur pourra exercer sera obtenu
 10 soit pour un doigt complètement ouvert soit pour un doigt complètement fermé, c'est-à-dire à une des positions angulaires maximales des articulations 27, 28 et 29. Lorsque le doigt se referme sur un objet à saisir, il faut également tenir compte de l'effort que l'on souhaite exercer sur l'objet saisi pour le retenir dans la main 10.

15 Afin de limiter l'effort maximum que l'actionneur doit exercer, il est possible de définir une position neutre du doigt pour laquelle aucun effort n'est exercé sur le câble 51. Cette position neutre est fonction de la forme au repos de chacune des pièces de jonction 35, 36 et 37. Par exemple, chacune des pièces de jonction élastique 35, 36 et 37 possède une position neutre
 20 définie de façon à ce que les moyens de motorisation permettent un débattement angulaire de l'articulation 27, 28 ou 29 comprenant la pièce de jonction élastique 35, 36 ou 37 considérée de part et d'autre de la position neutre.

La position neutre peut être définie à mi course du doigt 14 entre
 25 ses deux positions extrêmes, complètement relié vers la paume 11 de la main 10 et en extension maximum lorsque les directions 31 à 34 sont alignées. Il est également possible de déplacer cette position neutre pour favoriser un des mouvements motorisés du doigt 14, vers son extension ou vers son repliement. Par exemple, afin de permettre un effort suffisant du
 30 doigt sur un objet saisi, on peut définir la position neutre plus proche de la position extrême replié que de la position en extension maximum.

Avantageusement, chaque phalange 21, 22 et 23 comprend une pièce souple, respectivement 56, 57 et 58 disposée sur la face interne 53 du doigt 14. Ces pièces souples, par exemple réalisée dans un matériau à base
 35 de silicone permettent, en se déformant au contact d'un objet saisi par la

main 10, d'augmenter la surface de contact entre chacune des phalanges 21 22 et 23 et l'objet saisi. Le matériau choisi pour réaliser les pièces souples 56, 57 et 58 peut avoir des propriétés de surface permettant d'améliorer l'adhérence avec les objets saisis. Un matériau à base de silicone est bien
 5 adapté pour remplir cette fonction. De façon plus générale, les pièces souples, 56, 57 et 58 permettent d'améliorer la préhension d'un objet au moyen du doigt 14.

La figure 4 représente en perspective et en vue éclatée le doigt
 10 14. Dans l'exemple représenté, Pour chacune des phalanges 21, 22 et 23, l'armature rigide est formée deux parties, respectivement 45a et 45b pour l'armature rigide 45, 46a et 46b pour l'armature rigide 46 et 47a et 47b pour l'armature rigide 47. Pour chaque armature, les deux parties permettent de faciliter le montage du doigt 14 afin de guider le câble 51 entre les deux
 15 parties. Pour chacune des phalanges 21, 22 et 23, les deux parties s'étendent principalement de part et d'autre de la direction principale de la phalange concernée.

Sur la figure 4, le câble 51 est représenté rectiligne avant son montage guidé entre les deux parties de chaque phalange. Le câble 51
 20 comprend des embouts formant des excroissances fixées sur le câble 51 permettant chacune d'immobiliser un point du câble 51. Dans l'exemple représenté, le câble 51 peut être formé à partir d'un toron de fils d'acier sur lequel trois embouts 61, 62 et 63 sont moulés ou sertis. Les embouts 61 et 63 sont fixées chacun à une des extrémités du câble 51. Les embouts 61 et
 25 63 permettent à l'actionneur 50, lorsqu'il est double effet de tirer sur chacune des extrémités du câble 51. L'embout 62 permet d'immobiliser le câble 51 dans l'armature rigide 47 de la dernière phalange 23 et l'embout 62 peut être fixé sensiblement au milieu du câble 51 ou de façon décalée par rapport au milieu en fonction de l'amplitude souhaitée des mouvements du doigt 14.
 30 Plus précisément, l'embout 62 est avantageusement positionné à l'extrémité de la dernière phalange 23. La figure 3 représente le doigt 14 en position médiane entre une position étendue où les directions 31 à 34 sont alignées et une position repliée vers la paume 11. Dans la position médiane, la longueur d'une partie 51a du câble 51 permettant l'extension du doigt 14 est
 35 plus importante que la longueur d'une partie 51b du câble 51 permettant le

repliement du doigt 14. Les parties 51a et 51b du câble 51 sont situées de part et d'autre de l'embout 62.

Alternativement, il est possible de mettre en place deux câbles distincts agissant chacun vers une des positions extrêmes du doigt 14. Les deux câbles distincts correspondent à chacune des parties 51a et 51b.

Avantageusement, chaque phalange 21, 22 et 23 comprend une coque, respectivement 65, 66 et 67 recouvrant la face externe 54 du doigt 14.

Avantageusement, pour chacune des phalanges 21, 22 et 23, la coque et la pièce souple comprennent des formes complémentaires réalisées de façon à réaliser un encastrement de l'armature, de la pièce souple et de la coque. Il est possible de réaliser chaque encastrement par déformation de la pièce souple correspondante. On évite ainsi tout recours à un accessoire de fixation tel qu'une vis.

La figure 5 représente le doigt 14 en coupe transversale au niveau de la phalange 21. Les autres phalanges 22 et 23 présentent des coupes semblables.

Avantageusement, pour faciliter sa fabrication et son assemblage, pour chacune des phalanges 21, 22 et 23, la pièce souple est formée de deux parties entourant l'armature rigide. Plus précisément, la pièce souple 56 est formée de deux parties 56a et 56b. La pièce souple 57 est formée de deux parties 57a et 57b et la pièce souple 58 est formée de deux parties 58a et 58b. Les deux parties de chaque pièce souple entourent l'armature rigide. Pour chacune des phalanges 21, 22 et 23, les deux parties des pièces souples s'étendent principalement de part et d'autre de la direction principale de la phalange concernée. Cette disposition est bien visible sur la figure 5.

Avantageusement, les différentes pièces souples et les différentes pièces de jonction peuvent être réalisées en les regroupant par moitié longitudinalement. Les pièces de jonctions élastiques 35, 36 et 37 peuvent être définies de façon à ce que les directions principales 31, 32 et 33 des différentes phalanges, ainsi que la direction principale 34 de la pièce d'encastrement 25, demeurent dans un plan appelé plan longitudinal du doigt 14 lorsqu'aucune contrainte n'est exercée sur les pièces de jonction 35, 36 et 37 selon leurs degrés de liberté non motorisés. Il s'agit du plan de coupe de

la figure 3. Le regroupement par moitié se fait de part et d'autre du plan longitudinal.

Plus précisément, les pièces de jonction 35, 36 et 37 peuvent, comme pour les pièces souples 56, 57 et 58, être réalisées en deux parties.

- 5 La pièce de jonction 35 est formée de deux parties 35a et 35b. La pièce de jonction 36 est formée de deux parties 36a et 36b. La pièce de jonction 37 est formée de deux parties 37a et 37b. On peut réaliser en une seule pièce moulée, par exemple en silicone, les parties 35a, 56a, 36a, 57a, 37a et 58a. De même, on peut regrouper en une seule pièce les parties 35b, 56b, 36b, 10 57b, 37b et 58b. Le fait de regrouper les différentes pièces permet de simplifier la fabrication du doigt en regroupant plusieurs fonctions dans une même pièce mécanique, à savoir l'amélioration de la préhension d'un objet au moyen du doigt 14 et la souplesse de chaque articulation du doigt 14.

- 15 Les figures 6A et 6B représentent la compliance d'un doigt lorsqu'il rencontre un obstacle. Sur la figure 6A, la main 10 est représentée avec son index étendu. Un objet 60 est situé à distance de la main 10, sans la toucher. La motorisation du doigt 14 permet au doigt 14 de se replier dans un mouvement sensiblement perpendiculaire au plan des figures 6A et 6B. 20 Sur la figure 6B, l'index 14 entre en contact avec l'objet 60. Le mouvement relatif de la main 10 et de l'objet 60 se fait dans le plan des figures 6A et 6B. Dans l'exemple choisi, la motorisation du doigt 14 ne permet pas à la main d'éviter le contact avec l'objet 60. Les différentes pièces de jonction élastiques 35, 36 et 37 se déforment et permettent au doigt 14 d'accepter la 25 contrainte extérieure due à la présence de l'objet 60 sans subir de dommage ou sans nécessiter un pilotage complexe du robot équipé de la main.

REVENDEICATIONS

1. Main destinée à équiper un robot humanoïde, la main (10) comprenant une paume (11) et au moins un doigt (13, 14, 15, 16, 17) articulé à la paume, le doigt (13, 14, 15, 16, 17) comprenant au moins une phalange (21, 22, 23) et une articulation (27, 28, 29) reliant la phalange (21, 22, 23) à la paume (11), la phalange (21, 22, 23) s'étendant selon une direction principale (31, 32, 33), caractérisée en ce que l'articulation (27, 28, 29) comprend une pièce de jonction (35, 36, 37) élastique permettant plusieurs degrés de libertés, en ce que la main (10) comprend des moyens de motorisation (50, 51) d'un degré de liberté en rotation parmi les degrés de liberté rendus possibles par la pièce de jonction (35, 36, 37), le degré de liberté en rotation motorisé permettant un mouvement relatif autour d'un axe (41, 42, 43) perpendiculaire à la direction principale (31, 32, 33) de la phalange (21, 22, 23) et en ce que les autres degrés de liberté parmi les degrés de liberté rendus possibles par la pièce de jonction (35, 36, 37) ne sont pas motorisés.

2. Main selon la revendication 1, caractérisée en ce que le doigt (13, 14, 15, 16, 17) comprend plusieurs phalanges (21, 22, 23) consécutives, deux phalanges (21, 22, 23) consécutives étant reliées par une articulation (28, 29) en ce que la ou les articulations (28, 29) reliant deux phalanges (21, 22, 23) consécutives comprennent chacune une pièce de jonction (36, 37) élastique permettant plusieurs degrés de libertés entre les deux phalanges (21, 22, 23) consécutives, en ce que la main (10) comprend des moyens de motorisation (50, 51) d'un degré de liberté en rotation parmi les degrés de liberté rendus possibles par la pièce de jonction (36, 37) reliant les phalanges (21, 22, 23) consécutives, le degré de liberté en rotation motorisé permettant un mouvement relatif des deux phalanges (21, 22, 23) consécutives autour d'un axe (42, 43) perpendiculaire aux directions principales (31, 32, 33) des deux phalanges (21, 22, 23) consécutives et en ce que les autres degrés de liberté parmi les degrés de liberté rendus possibles par la pièce de jonction (36, 37) reliant les phalanges (21, 22, 23) consécutives ne sont pas motorisés.

3. Main selon la revendication 2, caractérisée en ce que les différentes pièces de jonction élastiques (35, 36, 37) possèdent chacune une raideur décroissante en s'éloignant de la paume (11).

5 4. Main selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, caractérisée en ce que les moyens de motorisation comprennent un actionneur commun (50) à toutes les articulations (27, 28, 29) du au moins un doigt (13, 14, 15, 16, 17).

10 5. Main selon la revendication 4, caractérisée en ce que chaque phalange (21, 22, 23) comprend une armature rigide (45, 46, 47), en ce que les moyens de motorisation comprennent un câble (51) guidé dans chaque armature rigide (45, 46, 47), le câble (51) transitant d'une phalange (21, 22, 23) à la suivante à distance de l'axe (41, 42, 43) du degré de liberté en
15 rotation motorisé et en ce que le câble (51) est actionné par l'actionneur commun (50).

 6. Main selon la revendication 5, caractérisée en ce que l'armature rigide (45, 46, 47) est formée en deux parties (45a, 45b, 46a, 46b, 47a, 47b)
20 entre lesquelles le câble (51) est guidé.

 7. Main selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisée en ce que l'actionneur commun (50) est un actionneur double effet.

25

 8. Main selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que chaque pièce de jonction élastique (35, 36, 37) possède une position neutre définie de façon à ce que les moyens de motorisation permettent un débattement angulaire de l'articulation (27, 28, 29)
30 comprenant la pièce de jonction élastique (35, 36, 37) considérée de part et d'autre de la position neutre.

 9. Main selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la phalange (21, 22, 23) comprend une armature rigide (45, 46,

13

47) et une pièce souple (56, 57, 58) disposée sur une face interne (53) du doigt (14).

10. Main selon la revendication 9, caractérisée en ce que la
5 phalange (21, 22, 23) comprend une coque (65, 66, 67) disposée sur une face externe (54) du doigt (13, 14, 15, 16, 17) et en ce que la coque (65, 66, 67) et la pièce souple (56, 57, 58) comprennent des formes complémentaires réalisées de façon à réaliser un encastrement de l'armature rigide (45, 46, 47), de la pièce souple (56, 57, 58) et de la coque (65, 66, 67).

10

11. Main selon l'une quelconque des revendications 9 ou 10, caractérisée en ce que la pièce souple (56, 57, 58) est formée de deux parties (56a, 56b, 57a, 57b, 58a, 58b) entourant l'armature rigide (45, 46, 47).

15

12. Main selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisée en ce que les pièces souples (56, 57, 58) et la ou les pièces de jonction (35, 36, 37) sont réalisées en les regroupant par moitié longitudinalement (35a, 56a, 36a, 57a, 37a, 58a ; 35b, 56b, 36b, 57b, 37b,
20 58b).

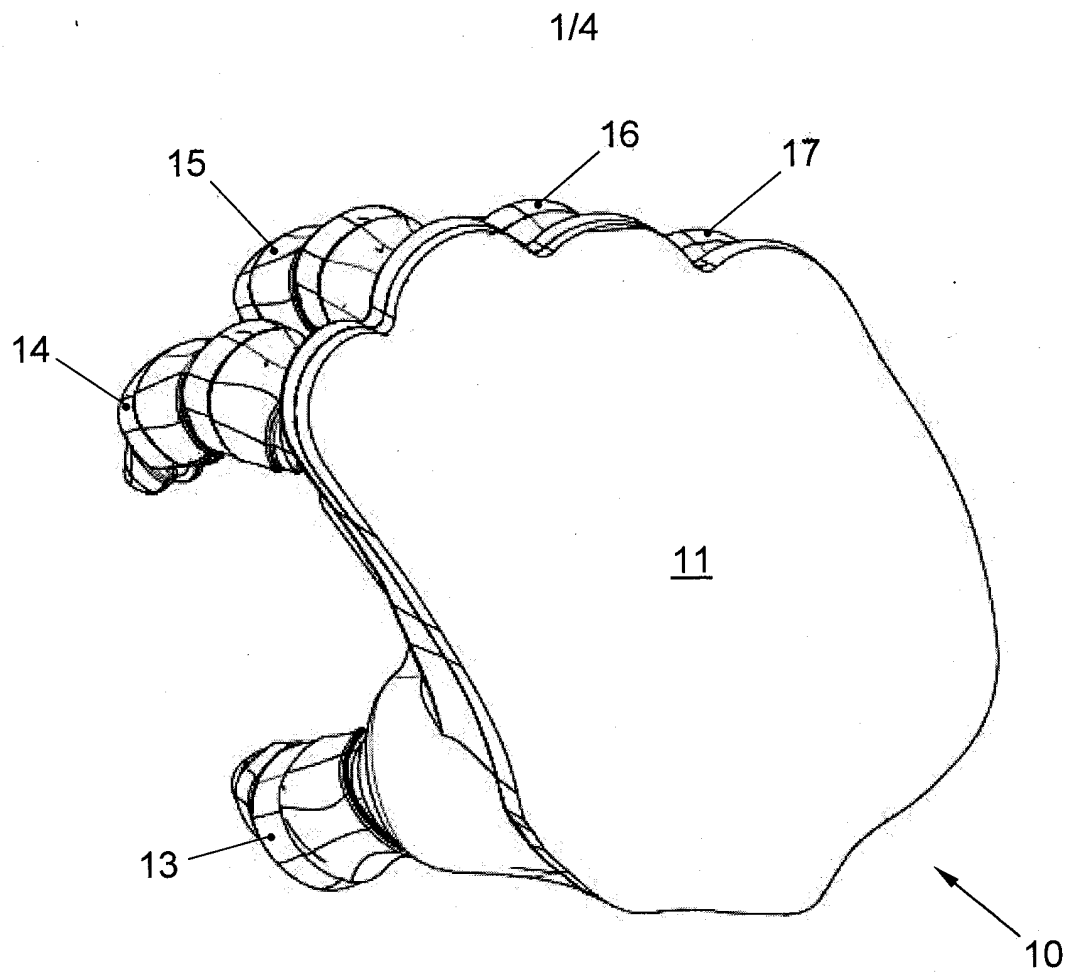


FIG. 1

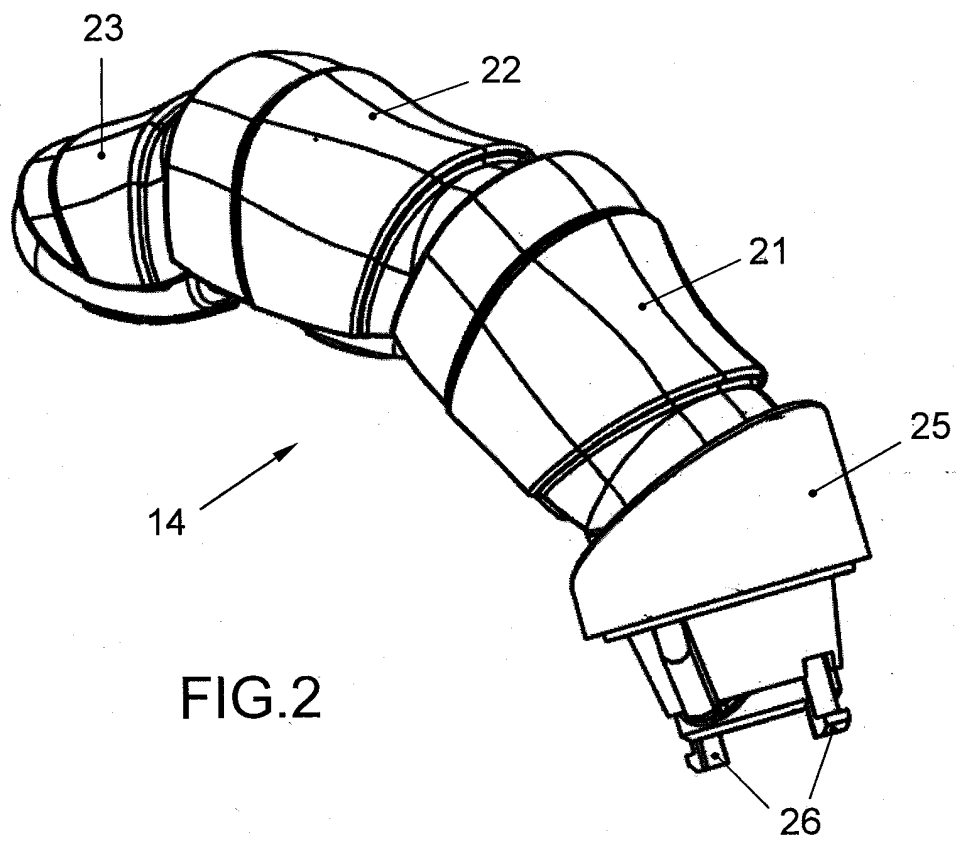


FIG. 2

2/4

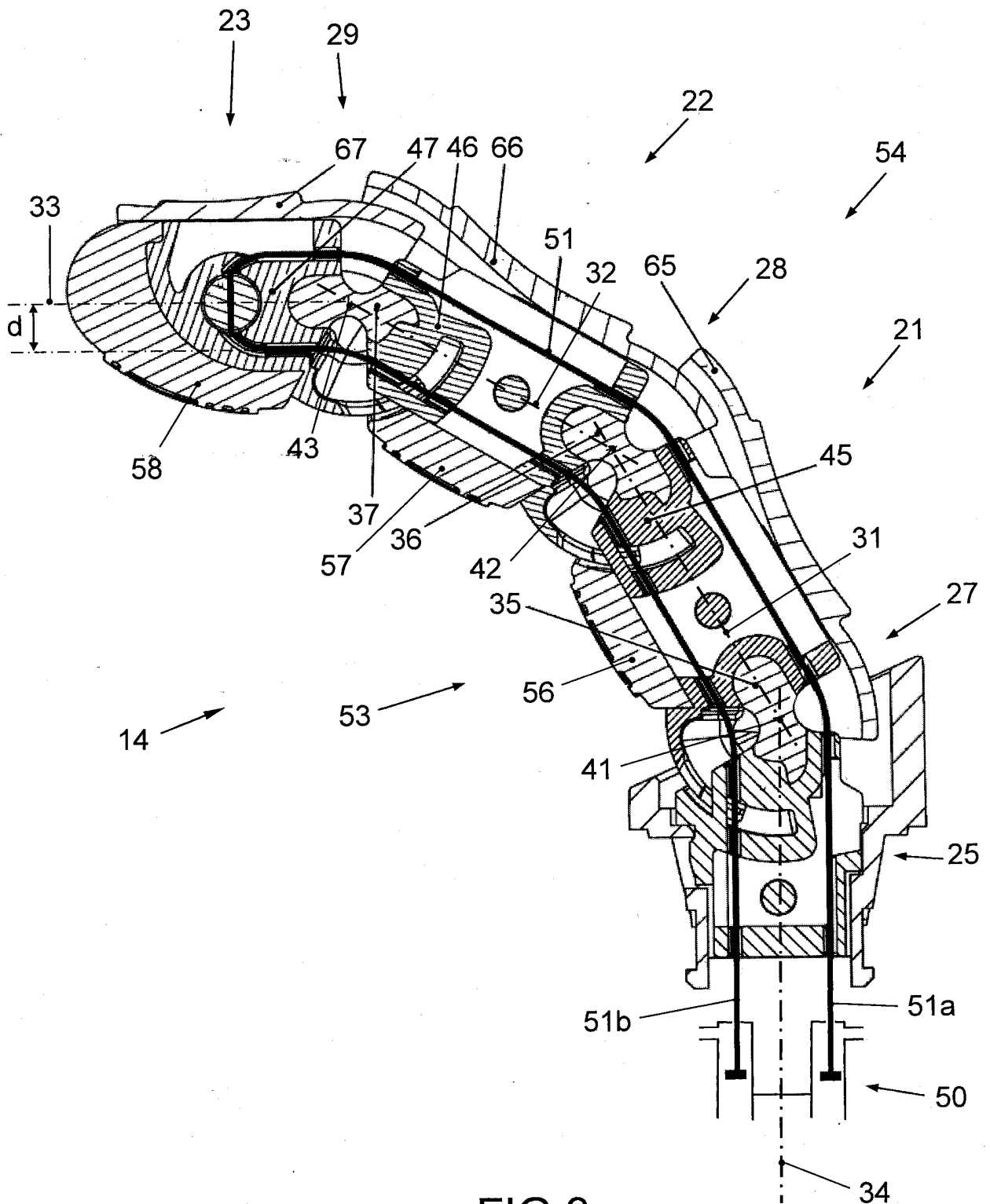


FIG.3

3/4

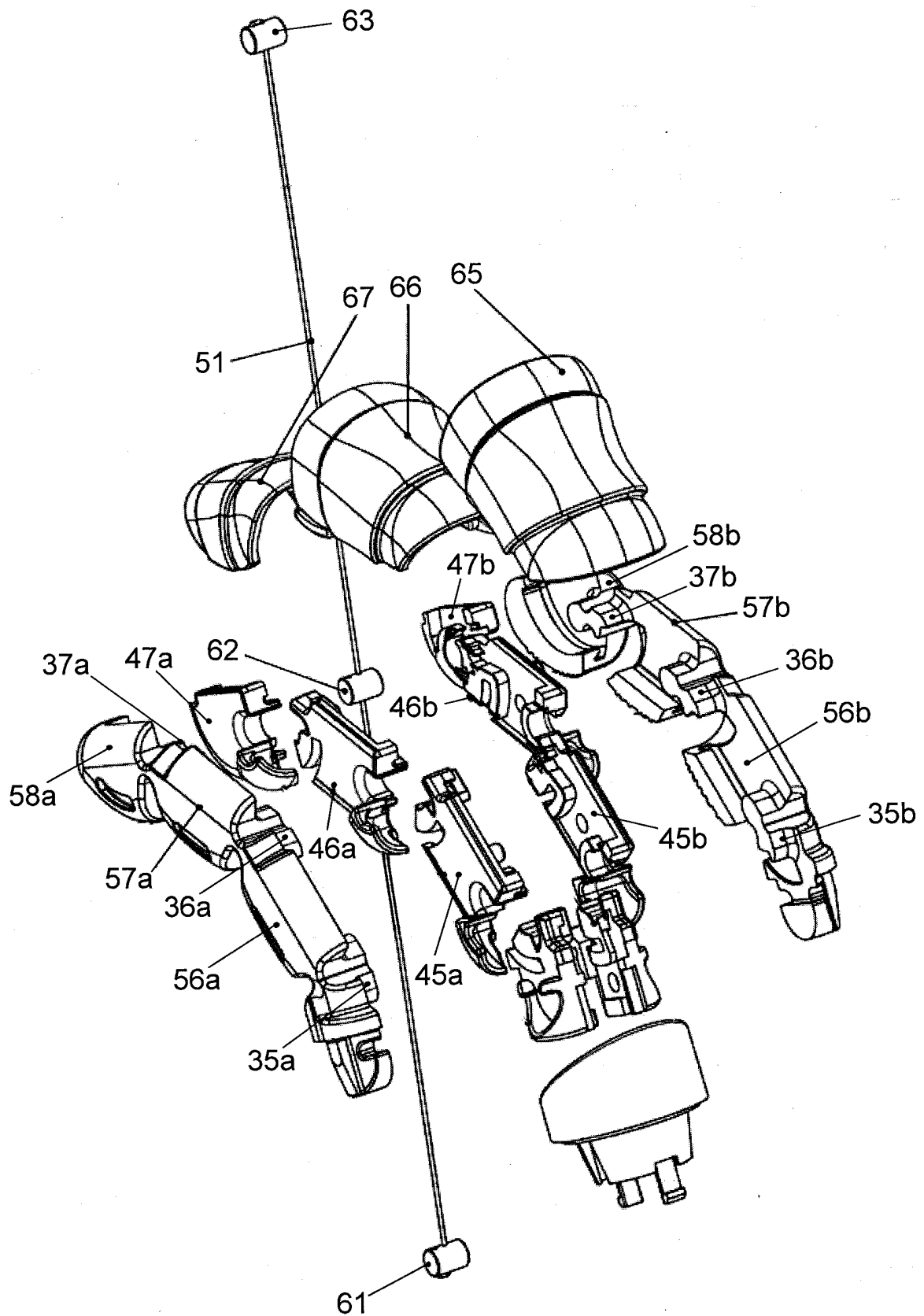


FIG.4

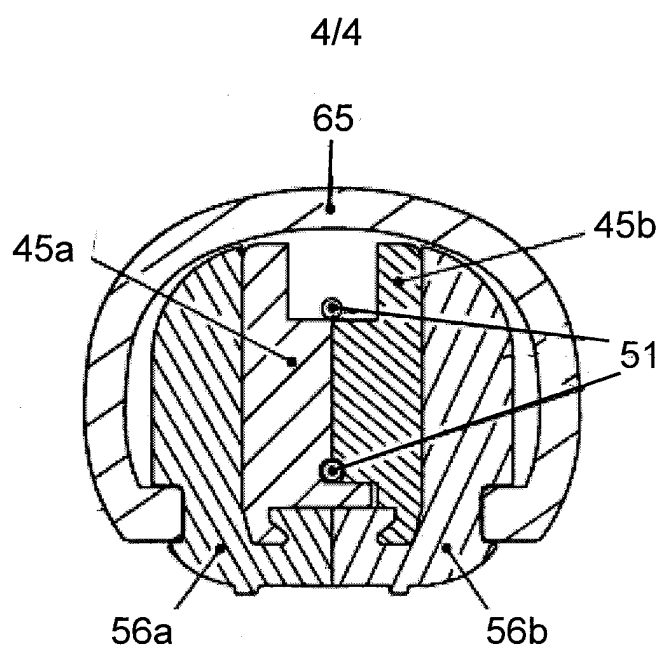


FIG. 5

60

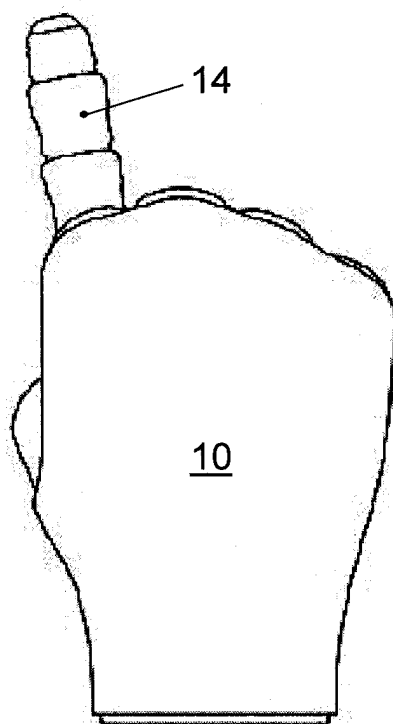


FIG. 6A

60

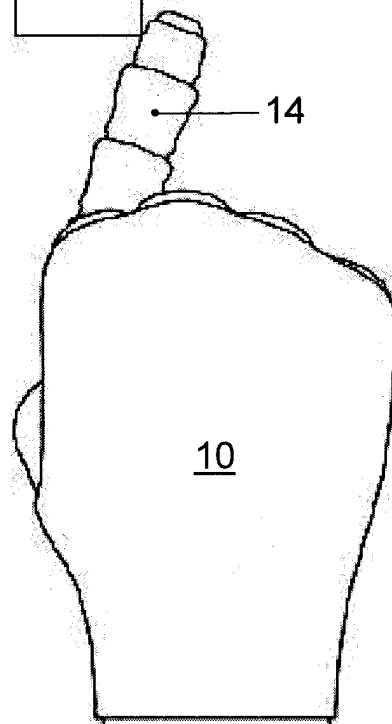


FIG. 6B



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 792728
FR 1450532

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		
X	WO 2008/058061 A2 (HARVARD COLLEGE [US]; DOLLAR AARON [US]; HOWE ROBERT [US]) 15 mai 2008 (2008-05-15)	1-5,7,9	B25J15/10 B25J15/12 B25J15/02
Y	* le document en entier *	6	
Y	JP 2011 050529 A (HONDA MOTOR CO LTD) 17 mars 2011 (2011-03-17) * abrégé; figure 7 *	6	
X	KR 2011 0005146 A (IUCF HYU [KR]) 17 janvier 2011 (2011-01-17) * alinéa [0048]; revendications 1-12; figures 1-5 *	1,2,4,5, 7	
X	WO 2012/042054 A2 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE [FR]; ROTINAT-LIBERSA CHRISTINE [FR]; SO) 5 avril 2012 (2012-04-05) * abrégé; figures 17,31 *	1,2	
E	WO 2014/074840 A1 (IROBOT CORP [US]) 15 mai 2014 (2014-05-15) * abrégé; figures 1-14 *	1,2,4,5, 7,9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
A	DE 10 2006 009559 B3 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 31 mai 2007 (2007-05-31) * abrégé; figures 1,2,3 *	1,2,4,5, 7	B25J A61F
A	US 4 466 649 A (OZAWA SHOJI [JP]) 21 août 1984 (1984-08-21) * abrégé; figures 5,7 *	1,2,4,5	
A	FR 2 065 112 A5 (STEEPER HUGH LTD) 23 juillet 1971 (1971-07-23) * abrégé; figures 1-3 *	1,2,4,5	
E	WO 2014/045433 A1 (YAMAMOTO KEIJIROU [JP]) 27 mars 2014 (2014-03-27) * abrégé; figures 1,2,5 *	1,2,5	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
25 juillet 2014		Champion, Jérôme	
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			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1450532 FA 792728**

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 **25-07-2014**

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
WO 2008058061 A2	15-05-2008	US 2009302626 A1 WO 2008058061 A2	10-12-2009 15-05-2008
JP 2011050529 A	17-03-2011	JP 5341681 B2 JP 2011050529 A	13-11-2013 17-03-2011
KR 20110005146 A	17-01-2011	AUCUN	
WO 2012042054 A2	05-04-2012	EP 2621687 A2 FR 2965501 A1 US 2013298759 A1 WO 2012042054 A2	07-08-2013 06-04-2012 14-11-2013 05-04-2012
WO 2014074840 A1	15-05-2014	AUCUN	
DE 102006009559 B3	31-05-2007	AUCUN	
US 4466649 A	21-08-1984	GB 2102686 A JP S5920946 Y2 JP S57193391 U US 4466649 A	09-02-1983 18-06-1984 08-12-1982 21-08-1984
FR 2065112 A5	23-07-1971	FR 2065112 A5 NL 7014761 A	23-07-1971 14-04-1971
WO 2014045433 A1	27-03-2014	AUCUN	