

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 110 389

21 N° d'enregistrement national : 20 05404

51 Int Cl⁸ : A 61 H 1/02 (2019.12), A 61 H 3/00

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 21.05.20.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 26.11.21 Bulletin 21/47.

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) : *ROBOTIQUES 3 DIMENSIONS
Société Anonyme — FR.*

72 Inventeur(s) : GRYGOROWICZ Serge.

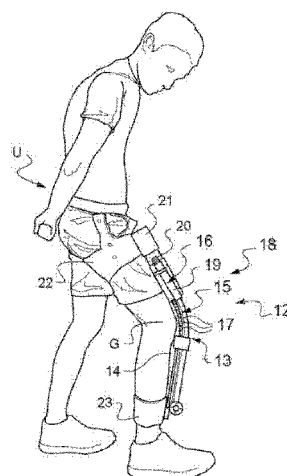
73 Titulaire(s) : *ROBOTIQUES 3 DIMENSIONS Société
Anonyme.*

74 Mandataire(s) : Cabinet BENECH.

54 STRUCTURE DÉFORMABLE D'AIDE AU MOUVEMENT D'ARTICULATION ET PROCÉDÉ CORRESPONDANT.

57 Il s'agit d'une structure, d'un dispositif ou exosquelette et d'un procédé d'utilisation par un utilisateur d'un exosquelette comprenant au moins une structure (1) déformable d'aide au mouvement d'articulation d'un élément du corps de l'utilisateur. La structure comprend une chaîne longiligne (2) d'éléments (3) identiques ou sensiblement identiques fixés rigidement d'un côté (4) sur un support flexible (5) et reliés entre eux de l'autre côté de façon glissante par un câble (6), ledit câble étant fixé à une de ses extrémités à un élément distal (8) de la chaîne et agencé pour être fixé à son autre extrémité (9) à des moyens de tractions sur le câble, ladite structure comprenant de plus des moyens de fixation du support flexible de part et d'autre de l'articulation dudit élément.

Figure pour l'abrégé : Fig. 2



FR 3 110 389 - A1



Description

Titre de l'invention : STRUCTURE DÉFORMABLE D'AIDE AU MOUVEMENT D'ARTICULATION ET PROCÉDÉ CORRESPONDANT

- [0001] La présente invention concerne les structures déformables et plus particulièrement celles utilisables dans le domaine des exosquelettes, permettant d'aider au mouvement d'articulation d'un élément du corps d'un utilisateur en autorisant le soulagement des contraintes subies par cet élément (son genou, son cou, sa colonne vertébrale, ...), par exemple lors de déplacement de charges par l'utilisateur.
- [0002] Il s'agit de systèmes mécatroniques dont les mouvements sont pilotés par ceux de l'utilisateur et qui permettent de limiter les efforts exercés sur lesdites articulations, comme par exemple celles des vertèbres notamment les vertèbres lombaires de l'utilisateur.
- [0003] Ils peuvent être utilisés seuls ou en combinaison avec des structures exosquelettes complémentaires plus complètes permettant de manipuler des pièces pesantes ou encore pour assister le geste d'un opérateur lors d'une tâche pénible et répétitive, nécessitant une flexion au moins partielle et répétée du dos et/ou des genoux et/ou de ses chevilles etc.
- [0004] Elle concerne également un exosquelette mettant en œuvre une ou plusieurs structures déformables de ce type.
- [0005] Elle concerne aussi un procédé d'utilisation de tels exosquelettes.
- [0006] On connaît des dispositifs actionneurs à déformation basés sur des polymères déformables. On exerce une pression qui va déformer un côté du dispositif plutôt que l'autre, provoquant une courbure de l'actionneur sous l'effet de la pression.
- [0007] Cette solution présente des inconvénients. En effet si elle permet d'être moteur dans le sens de la position fléchie (courbe) vers la position droite (plat), elle ne permet pas l'assistance dans l'autre sens. Or, il est souvent nécessaire de pouvoir également être moteur dans l'autre sens.
- [0008] Pour le genou par exemple le poids pour s'asseoir est aussi une contrainte à gérer. Si on veut assister le mouvement en soulageant l'utilisateur lorsqu'il s'assied il faudra donc freiner le mouvement de l'articulation et être moteur dans le sens du plat vers le courbe.
- [0009] Pour la cheville, dans le cadre de la marche ou de la course, il convient de donner une impulsion contre la gravité qui va être, ici encore, du courbe vers le plat, mais aussi du plat vers le courbe.
- [0010] On connaît également des exosquelettes munis de moyens moteurs aidant la rotation

de l'articulation par entrainement rotatif dans un sens ou de freinage dans l'autre.

[0011] Mais cela nécessite des moteurs coûteux et complexes à commander, en complète synchronisation avec les mouvements de l'utilisateur, moteurs qui peuvent même parfois être contre productifs car pouvant être à même de contrecarrer les mouvements de ce dernier si celui-ci est trop brusque dans son déplacement.

[0012] L'invention a pour objet de pallier ces inconvénients en fournissant une structure déformable, un exosquelette comportant une telle structure et un procédé d'utilisation d'un tel exosquelette répondant mieux que ceux antérieurement connus aux exigences de la pratique notamment en permettant d'apporter efficacement une assistance aux efforts de mise en tension/relâchement et/ou d'extension/pliage d'une articulation d'un utilisateur, tout en étant robuste et d'un coût raisonnable.

[0013] La structure selon l'invention va permettre d'assurer efficacement l'aide au fonctionnement d'une articulation, tout en s'adaptant facilement et/ou automatiquement à toutes les morphologies et à toutes les positions de celui-ci. L'utilisateur a une excellente sensation de confort tout en minimisant les risques de troubles musculo squelettiques et de fatigue.

[0014] Dans ce but la présente invention propose notamment une structure déformable d'aide au mouvement d'articulation d'un élément du corps d'un utilisateur, comprenant une chaîne longiligne d'éléments identiques fixés rigidement d'un côté sur un support flexible et reliés entre eux de l'autre côté de façon glissante par un câble, ledit câble étant fixé à une de ses extrémités à un élément distal de ladite chaîne et agencé pour être fixé à son autre extrémité à des moyens de tractions sur ledit câble, ladite structure comprenant de plus des moyens de fixation du support flexible de part et d'autre de l'articulation dudit élément.

[0015] Dans des modes de réalisation avantageux, on a par ailleurs et/ou de plus recours à l'une et/ou à l'autre des dispositions suivantes :

- les éléments identiques de la chaîne sont des pièces en forme de T dont les pieds sont fixés sur le support flexible et dont les barres sont tubulaires et agencées pour laisser passer le câble, de façon glissante ;
- le support flexible est une bande de largeur comprise entre 2 cm et 10 cm ;
- le support flexible et les éléments sont en matière plastique souple (par exemple en PTFE de faible épaisseur, < 1mm voire 0.5 mm).

[0016] L'invention propose également un exosquelette comprenant au moins une structure déformable telle que décrite ci-dessus, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de traction sur le câble, des moyens de détection des mouvements de l'articulation et des moyens de commande de la traction ou du relâchement sur le câble en fonction du pliage ou du redressement de ladite articulation.

[0017] Avantageusement les moyens de traction du câble comprennent un vérin ou un

moteur rotatif.

- [0018] Dans un mode de réalisation avantageux l'élément du corps de l'utilisateur est le genou de l'utilisateur, la structure déformable étant agencée pour être actionnée ou relâchée par la traction différentielle du câble pour aider au redressement ou au pliage du genou.
- [0019] Également avantageusement l'élément du corps de l'utilisateur est la nuque de l'utilisateur, la structure déformable étant agencée pour être actionnée ou relâchée par la traction différentielle du câble pour aider au redressement de la tête.
- [0020] Encore avantageusement l'élément du corps de l'utilisateur est la colonne vertébrale de l'utilisateur, la structure déformable étant agencée pour être actionnée ou relâchée par la traction différentielle du câble pour aider au redressement du dos.
- [0021] Avantageusement des moyens de détection de l'intention de mouvement de l'utilisateur sont prévus.
- [0022] Les moyens de détection sont par exemple formés par un capteur à jauge de contraintes de type connu, convenablement installé et/ou programmé de façon connue en elle-même.
- [0023] Des valeurs seuils peuvent être également prévues pour éviter les faux ordres et/ou erreurs de manipulation du fait de mouvements trop brusques de l'utilisateur.
- [0024] L'invention propose également un procédé de mise en œuvre de l'exosquelette, tel que décrit ci-dessus.
- [0025] Elle propose aussi un procédé d'utilisation par un utilisateur, d'un exosquelette d'aide à l'articulation d'un élément du corps dudit utilisateur, comprenant :
- une étape de fixation de façon amovible de l'exosquelette sur l'élément du corps de l'utilisateur par attache de part et d'autre de l'articulation de l'élément du corps de l'utilisateur, d'une structure déformable d'aide au mouvement de ladite articulation, ladite structure comprenant une chaîne longiligne d'éléments identiques fixés rigidement d'un côté sur un support flexible et reliés entre eux de l'autre côté de façon glissante par un câble, ledit câble étant fixé à une de ses extrémités à un élément distal de ladite chaîne et fixé à son autre extrémité à des moyens de tractions sur ledit câble,
 - une étape de flexion de ladite articulation de l'utilisateur et/ou une étape de dépliement de ladite articulation de façon assistée, par actionnement simultanée à la flexion ou au dépliement de l'actionneur en traction sur le câble, avec transmission de la tension par ledit câble pour rigidifier ou relâcher la chaîne d'éléments identiques.
- [0026] Avantageusement, on détecte l'intention de mouvement de l'utilisateur par exemple par un capteur à jauge de contraintes de type connu, convenablement installé et/ou programmé, de façon à actionner le câble ou le relâcher en anticipation du mouvement.
- [0027] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation donnés ci-après à titre d'exemples non limitatifs et qui sera faite au regard

des dessins qui l'accompagnent dans lesquels ::

- [0028] [fig.1] illustre le principe de fonctionnement de la structure déformable selon un mode de réalisation de l'invention.
- [0029] [fig.2] est une vue en perspective schématique d'un utilisateur muni d'un exosquelette mettant en œuvre une structure déformable selon un premier mode de réalisation de l'invention appliquée au genou.
- [0030] [fig.3] est une vue arrière schématique et partielle d'un exosquelette illustrant un deuxième mode de réalisation d'une structure selon l'invention appliquée au dos d'un utilisateur.
- [0031] [fig.4] est une latérale schématique du mode de réalisation de la figure 3.
- [0032] [fig.5] montre une vue latérale schématique montrant quatre applications possibles de la structure selon l'invention sur les articulations d'un utilisateur.
- [0033] [fig.6] est une vue de face schématique d'un opérateur muni d'un exosquelette selon un autre mode de réalisation de l'invention, plus complet, muni de quatre structures déformables selon le mode de réalisation de l'invention plus particulièrement décrit ici, deux pour le dos et deux pour les genoux.
- [0034] [fig.7] est une vue arrière partielle illustrant un mode de réalisation des moyens de mise en traction du câble ou de la boucle du câble de mise en tension de la structure déformable selon l'invention.
- [0035] La figure 1 montre le principe d'une structure déformable 1 selon un mode de réalisation de l'invention. Cette structure peut être prévue seule ou en combinaison avec tout autre élément d'exosquelette permettant l'aide au mouvement d'un opérateur amené à se baisser et se relever régulièrement avec une charge, par exemple un exosquelette comprenant une structure dorsale comme celle qui sera décrite ci-après en référence à la figure 6.
- [0036] Le principe consiste à utiliser une chaîne longiligne 2 d'éléments identiques 3 ou sensiblement identiques (voir pour l'un ou plusieurs d'entre eux différents mais présentant néanmoins les mêmes caractéristiques fonctionnelles) fixés rigidement d'un côté 4 sur un support flexible 5 et reliés entre eux de l'autre côté de façon glissante par un câble 6 passant au travers d'un canal 7 situé dans la partie supérieure des éléments identiques du côté opposé au support.
- [0037] Le câble 6 est fixé d'un côté à un élément distal 8 de la chaîne et est agencé pour être fixé de l'autre côté 9 à des moyens de traction (non représentés) de types connus en eux même (piston ou vis différentielle par exemple).
- [0038] Lorsque l'on tire sur le câble les extrémités en vis-à-vis des éléments sont agencées pour venir en butée l'une contre l'autre et bloquer rigidement la chaîne par contact en compression les uns contre les autres, ce qui rend la chaîne rigide et à même de reprendre les contraintes.

- [0039] Un tel dispositif permet donc d'apporter efficacement une assistance aux efforts de mise en tension relâchement et/ou d'extension/pliage d'une articulation d'un utilisateur, tout en étant robuste et d'un coût raisonnable.
- [0040] La souplesse du support et la simplicité d'utilisation de la structure permettent une excellente adaptation, facile et automatique à toutes les morphologies et toutes les positions de l'opérateur.
- [0041] Ici les éléments identiques 3 de la chaîne 2 sont des pièces en forme de T dont les pieds 10 sont fixés sur le support flexible 5 et dont les autres extrémités 11 (les barres des T) sont en forme de barre tubulaire évidée par un alésage central longitudinal (dans le sens de la barre) agencé pour laisser passer le câble de façon glissante.
- [0042] Lors de la traction, les extrémités des barres du T adjacentes viennent en butée l'une contre l'autre ce qui rend la chaîne de la structure rigide.
- [0043] Le support flexible, par exemple une bande de largeur comprise entre 2 cm et 10 cm, en matériau souple et flexible, est quant à lui agencé pour s'adapter au mouvement de l'articulation, et est par exemple en matière plastique de faible épaisseur e ($e < 1\text{mm}$) du type PTFE, ou en caoutchouc ou équivalent.
- [0044] La figure 2 montre un dispositif ou exosquelette 12 sur le genou G d'un utilisateur et/ou opérateur U, comprenant une structure 13 mettant en œuvre le principe ci-dessus décrit, comprenant une bande support 14, la chaîne 15, le câble 16 passant au travers des parties supérieures 17 en forme de barre de T et des moyens de traction 18 comprenant un moteur rotatif 19 et une vis 20.
- [0045] Le moteur est commandé par des moyens de détection 21 des mouvements de l'articulation et des intentions de mouvement de l'opérateur.
- [0046] Le dispositif comporte également des moyens de fixation sur la cuisse et la cheville de l'utilisateur, de façon connue en soi, par exemple par des bandes souples respectivement 22 et 23.
- [0047] Les figures 3 et 4 montrent schématiquement l'application du principe ci-dessus aux vertèbres lombaires d'un utilisateur 24.
- [0048] Dans ce mode de réalisation non limitatif et de façon à permettre la sollicitation équilibrée des lombaires lors des mouvements de l'utilisateur, il est prévu deux chaînes symétriques 25 et 26 écartées l'une de l'autre pour permettre une attache d'un côté au corps de l'utilisateur en partie haute au-dessus de chacune des fesses, et une attache de l'autre côté en partie basse sous chaque cuisse de l'utilisateur.
- [0049] Dans ce mode de réalisation les deux structures utilisent le même câble 27, dont la boucle centrale passe par la poulie P, ce qui permet d'exercer des contraintes équilibrées sur les cuisses en tenant compte des torsions éventuelles du torse et/ou du dos de l'utilisateur, l'autorisant à se saisir de charges décalées par rapport à son axe de travail.

- [0050] Lorsqu'il est tiré sur le câble 27, de façon symétrique ou dissymétrique en 28 et 29, on rigidifie ou on soulage les chaînes 25 et 26, ce qui a pour effet de faire redresser le dos (flèche 30), redresser les cuisses (flèche 31), et ce faisant aider au redressement sans effort du dos de l'utilisateur, notamment lors du soulèvement du charge par ce dernier.
- [0051] Des moyens 32 et 33, de fixation des chaînes respectivement sur le dos et sur les cuisses de l'utilisateur sont prévus de façon connue en elle-même.
- [0052] On a représenté sur la figure 5, l'application de telles chaînes aux différentes articulations d'un même utilisateur, qui va pouvoir ainsi soulager ses articulations au niveau des vertèbres cervicales (34), des vertèbres lombaires (35), des articulations des genoux (36) et/ou des chevilles(37), et ce avec des moyens actionneurs en traction formés par exemple par des petits moteurs électriques rotatifs (38) entraînant en rotation une vis à billes 39 avec écrou 40 engendrant une force de traction longitudinale T, ce qui évite ainsi un actionneur type piston plus encombrant.
- [0053] Un système de traction par déplacement d'un chariot tracteur comme décrit en référence à la figure 7 est par exemple utilisable et/ou tel que décrit dans le document US 2016288319, avec dispositif anti rotation.
- [0054] La figure 6 montre un exosquelette 41 comprenant une structure dorsale 42 axiale (en traits interrompus) fixable de façon amovible aux épaules 43 d'un opérateur 44, de façon connue en elle-même par des bretelles 45.
- [0055] La structure dorsale 42, axiale ou allongée autour d'un axe 42', est équipée d'un actionneur 46, par exemple un piston vertical 47 électrique agencé pour exercer une traction verticale (flèche 48) sur une poulie centrale P via un câble 49, par exemple métallique, de liaison et de mise en tension différentielle des deux équipements latéraux 50 et 51, symétriques par rapport à la structure dorsale axiale 42.
- [0056] Chaque équipement latéral 50 et 51 est respectivement muni de moyens 52 de fixation amovible aux cuisses 53 de l'utilisateur ou opérateur 44.
- [0057] Ces moyens sont formés de pièces ou sangles en forme de crochet, propres à s'appuyer sur l'arrière et sur l'avant de la cuisse, avec laquelle elles sont rendues solidaires par exemple par une sangle frontale, permettant une fixation réglable et ajustée au volume de la cuisse.
- [0058] Dans le mode de réalisation plus particulièrement décrit ici, la structure dorsale axiale 42 comprend de plus une partie inférieure en forme de bande élargie 54, ajustable à la taille de l'opérateur par le biais d'un ceinturon 55 de rattachement des extrémités des bretelles.
- [0059] La structure dorsale et les équipements latéraux 50 et 51 sont par ailleurs reliés entre eux par le biais du câble 49 via une pièce intermédiaire (non représentée) de liaison agencée pour être maintenue à distance des lombaires de l'utilisateur, par exemple

grâce à un décalage latéral et/ou à une forme adaptée, en excroissance par rapport à au dos de l'utilisateur, et par la partie haute de la structure dorsale, par exemple recourbée vers les épaules 43 de l'utilisateur.

- [0060] Dans le mode de réalisation de la figure 6, l'effort de traction du câble 49, est exercé par le déplacement de la poulie centrale P mobile en translation vis-à-vis de la structure dorsale 42 et les équipements latéraux 50 et 51.
- [0061] La poulie P est agencée pour transmettre la tension différentielle (flèche 56) aux équipements latéraux par le câble 49, pour tirer ou relâcher de façon équilibrée sur les cuisses de l'utilisateur via les moyens 52 de fixation aux cuisses.
- [0062] Dans le mode de réalisation de la figure 1 l'exosquelette 41 comprend de plus deux structures déformables 57 (schématiquement représentée), du type décrit en référence à la figure 2, actionnée ou relâchée par la traction différentielle d'un câble 58, d'aide au redressement du genou, à l'aide d'un actionneur 59.
- [0063] On a représenté en référence à la figure 7 un autre mode de réalisation d'actionnement de la poulie centrale au niveau de la boucle centrale B du câble de de mise en tension différentielle.
- [0064] Ici le système comporte un chariot 60 différentiel qui se déplace verticalement (flèche 61) le long de d'un axe 42'', parallèle à l'axe 42' de la structure dorsale 42, la poulie centrale P étant d'axe vertical 42''.
- [0065] La poulie comprend un écrou 62 monté sur roulement à billes 63 qui tourne autour d'une vis (non représentée) actionnée en rotation par un moteur rotatif (non représenté) de façon connue en elle-même, permettant le mouvement vertical du chariot 60.
- [0066] Deux poulies latérales 64 renvoient le câble verticalement vers les structures 50 et 51.
- [0067] Enfin, la ou les structures déformables comprennent seules ou en combinaison des moyens détecteurs 80 fixés à la structure et/ou une structure adjacente pour détecter le mouvement de tangage par rapport à la gravité lors du redressement ou de l'annonce du redressement vertical de la structure par l'opérateur.
- [0068] Dans le cas de l'exosquelette comprenant deux structures reliées entre elle par le même câble pour soulager les vertèbres lombaires, elle comporte aussi avantageusement des moyens de calcul 65 du couple moteur de l'actionneur en fonction du sinus de l'angle de tangage issu de moyens détecteurs 66.
- [0069] Ces moyens comprennent par exemple un accéléromètre et des potentiomètres 67 chacun associée à une hanche de l'opérateur et agencés pour être activés en même temps pour renseigner les moyens de calcul sur l'angle de tangage issu des moyens détecteurs.
- [0070] Avantagusement l'exosquelette comporte de plus des moyens 68 de détection de l'intention et/ou du mouvement de l'opérateur comprenant un capteur à jauges de

contrainte de type connu, convenablement installé et/ou programmé, par exemple communiquant en wi-fi avec les moyens de calcul et placé sur les cuisses et où les pieds de l'opérateur (non représentés).

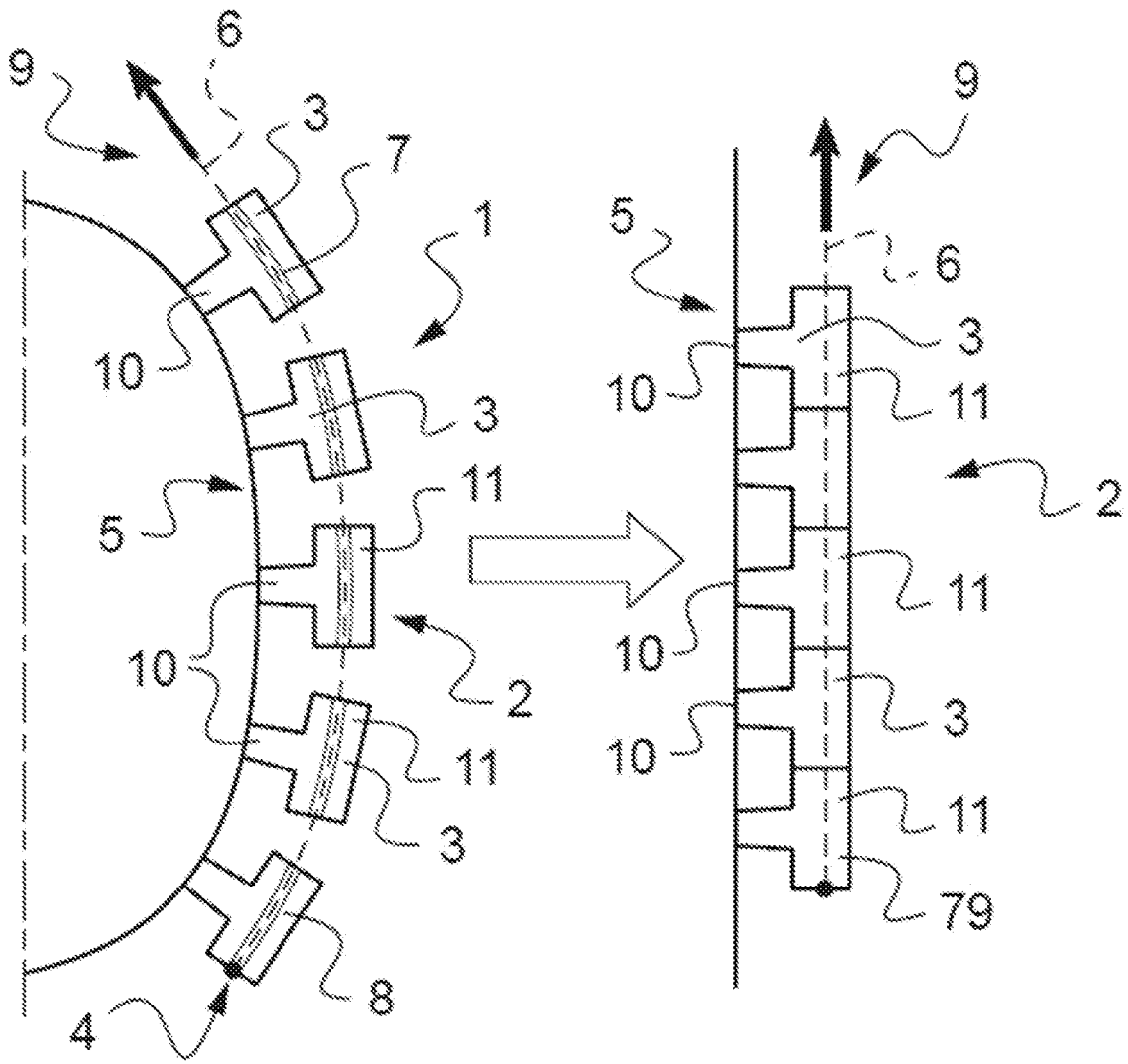
- [0071] On va maintenant décrire le fonctionnement des structures de l'exosquelette par un utilisateur en référence à la figure 6, appliquées au dos et aux deux genoux.
- [0072] Mais il va de soi, que l'installation et le fonctionnement se dérouleront de façon similaire dans le cas des autres applications envisagées.
- [0073] L'opérateur 4 met tout d'abord en place les deux structures sur ses cuisses et ses chevilles correspondantes, et fixe les lanières. Il met ensuite en place le reste de l'exosquelette sur ses épaules et fixe les bretelles et la ceinture.
- [0074] Il initialise ensuite le calculateur et la centrale inertielle puis se positionne pour déplacer la charge et/ou effectuer la tâche qui lui est assignée et qui nécessite le renforcement.
- [0075] Pour ce faire il plie les genoux et/ou se penche en avant, par exemple pour saisir une charge. Dès qu'il plie les genoux (utilisation des potentiomètres sur les hanches et/ou plie le thorax (utilisation d'une centrale inertielle, pour récupérer le tangage la centrale étant agencée de façon connue en elle-même pour transmettre son orientation par rapport à la direction de la gravité terrestre à travers une matrice de rotation), la structure d'aide se met en œuvre.
- [0076] En effet dès qu'ils commencent à bouger ne serait-ce que de quelques millimètres, pour changer son assiette, et/ou pour se baisser et prendre l'objet, l'exosquelette relâche le câble pour lui donner la souplesse nécessaire, la charge est alors saisie puis alors que l'opérateur amorce le mouvement de remontée l'exosquelette réagit et en faisant remonter le point central de la boucle mais en tension la poulie P, et les câbles des genoux pour aider et soulager le redressement des articulations.
- [0077] La centrale inertielle et/ou les potentiomètres, sont informés du tangage et adaptent les efforts de traction sur les câbles pour permettre à l'opérateur de se relever sans effort avec la charge.
- [0078] Il peut ensuite se déplacer sans difficulté et notamment sans être encombré, pour replacer la charge à l'endroit de sa destination en utilisant l'exosquelette de façon symétrique pour limiter cette fois-ci les efforts sur ces lombaires et les articulations de ses hanches et/ou de ses genoux comme décrit ci-avant.
- [0079] Comme il va de soi et comme il résulte d'ailleurs de ce qui précède la présente invention ne se limite pas aux modes de réalisation plus particulièrement décrits mais en embrasse au contraire toutes les variantes et notamment celles où le reste de l'exosquelette associés aux structures déformables selon l'invention sont de compositions différentes, connues de l'homme du métier.

Revendications

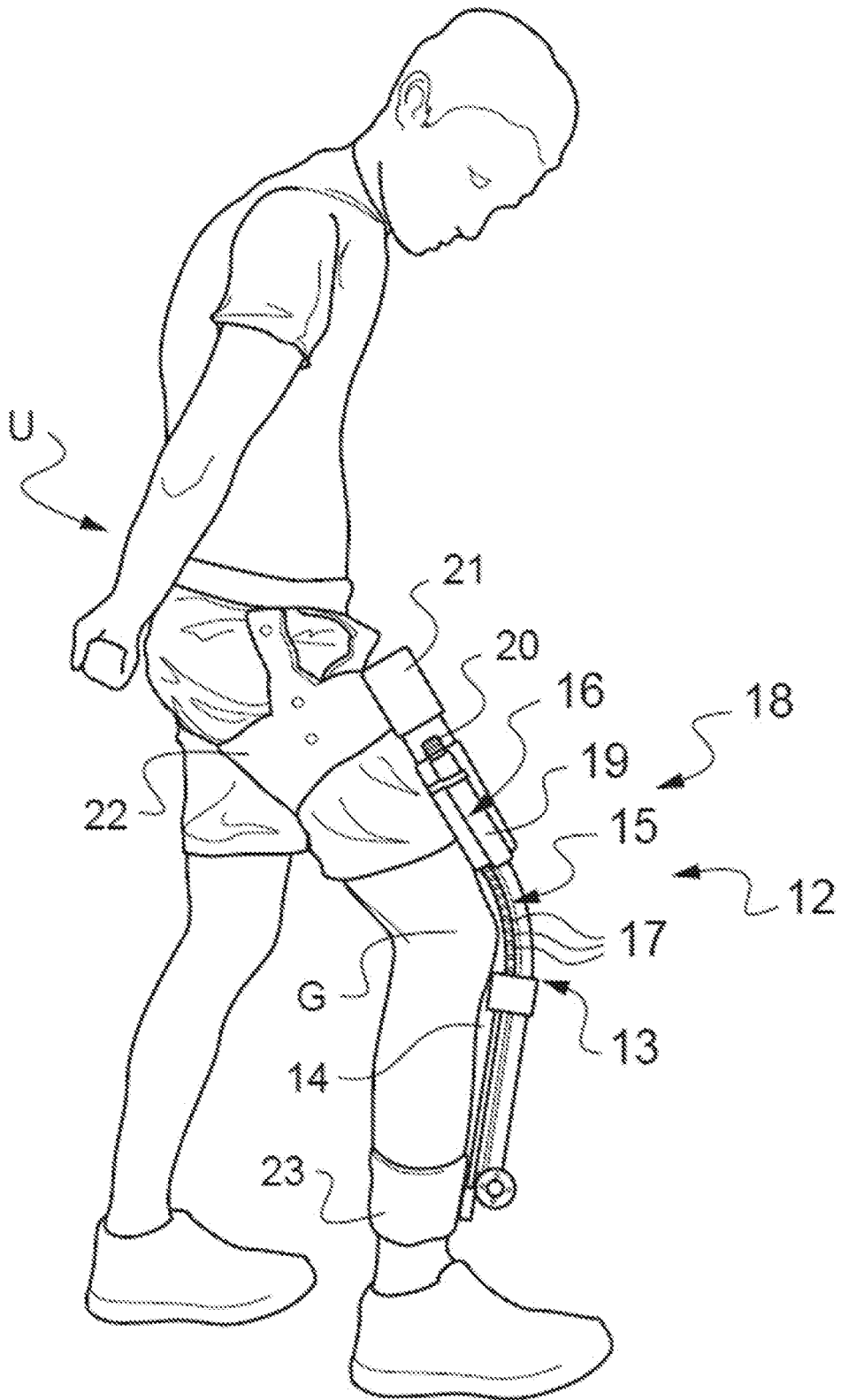
- [Revendication 1] Structure (1) déformable d'aide au mouvement d'articulation d'un élément du corps d'un utilisateur, comprenant une chaîne longiligne (2) d'éléments (3) identiques ou sensiblement identiques fixés rigidement d'un côté (4) sur un support flexible (5) et reliés entre eux de l'autre côté de façon glissante par un câble (6), ledit câble étant fixé à une de ses extrémités à un élément distal (8) de ladite chaîne et agencé pour être fixé à son autre extrémité (9) à des moyens de tractions sur ledit câble, ladite structure comprenant de plus des moyens de fixation du support flexible de part et d'autre de l'articulation dudit élément.
- [Revendication 2] Structure (1) selon la revendication 1, caractérisée en ce que les éléments (3) de la chaîne sont des pièces en forme de T dont les pieds (10) sont fixés sur le support flexible (5) et dont les barres sont tubulaires et agencées pour laisser passer le câble, de façon glissante.
- [Revendication 3] Structure (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le support flexible (5) est une bande de largeur comprise entre 2 cm et 10 cm.
- [Revendication 4] Structure (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que Le support flexible et les éléments sont en matière plastique souple.
- [Revendication 5] Exosquelette (12, 41) pour aide à l'articulation ou au déplacement d'un élément du corps d'un utilisateur, comprenant au moins une structure (13) déformable selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (18) de traction sur le câble, des moyens de détection des mouvements de l'articulation et des moyens de commande de la traction ou du relâchement sur le câble en fonction du pliage ou du redressement de ladite articulation.
- [Revendication 6] Exosquelette selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'élément du corps de l'utilisateur est le genou de l'utilisateur, la structure déformable étant agencée pour être actionnée ou relâchée par la traction différentielle du câble pour aider au redressement ou au pliage du genou.
- [Revendication 7] Exosquelette selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'élément du corps de l'utilisateur est la nuque de l'utilisateur, la structure déformable étant agencée pour être actionnée ou relâchée par la traction différentielle du câble pour aider au redressement de la tête.
- [Revendication 8] Exosquelette selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'élément du corps de l'utilisateur est la colonne vertébrale de l'utilisateur, la

- structure déformable étant agencée pour être actionnée ou relâchée par la traction différentielle du câble pour aider au redressement du dos.
- [Revendication 9] Exosquelette selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de détection de l'intention de mouvement de l'utilisateur avec valeurs seuils pour éviter les faux ordres et/ou erreurs de manipulation du fait de mouvements trop brusques de l'utilisateur.
- [Revendication 10] Procédé d'utilisation par un utilisateur, d'un exosquelette d'aide à l'articulation d'un élément du corps dudit utilisateur, comprenant
- une étape de fixation de façon amovible de l'exosquelette sur l'élément du corps de l'utilisateur par attache de part et d'autre de l'articulation de l'élément du corps de l'utilisateur, d'une structure déformable d'aide au mouvement de ladite articulation, comprenant une chaîne longiligne d'éléments identiques fixés rigidement d'un côté sur un support flexible et reliés entre eux de l'autre côté de façon glissante par un câble, ledit câble étant fixé à une de ses extrémités à un élément distal de ladite chaîne et fixé à son autre extrémité à des moyens de tractions sur ledit câble,
 - une étape de flexion de ladite articulation de l'utilisateur et/ou une étape de dépliement de ladite articulation de façon assistée, par actionnement simultanée à la flexion ou au dépliement de l'actionneur en traction sur le câble, avec transmission de la tension par ledit câble pour rigidifier ou relâcher la chaîne d'éléments identiques.
- [Revendication 11] Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que on détecte l'intention de mouvement de l'utilisateur de façon à actionner le câble ou le relâcher en anticipation du mouvement.

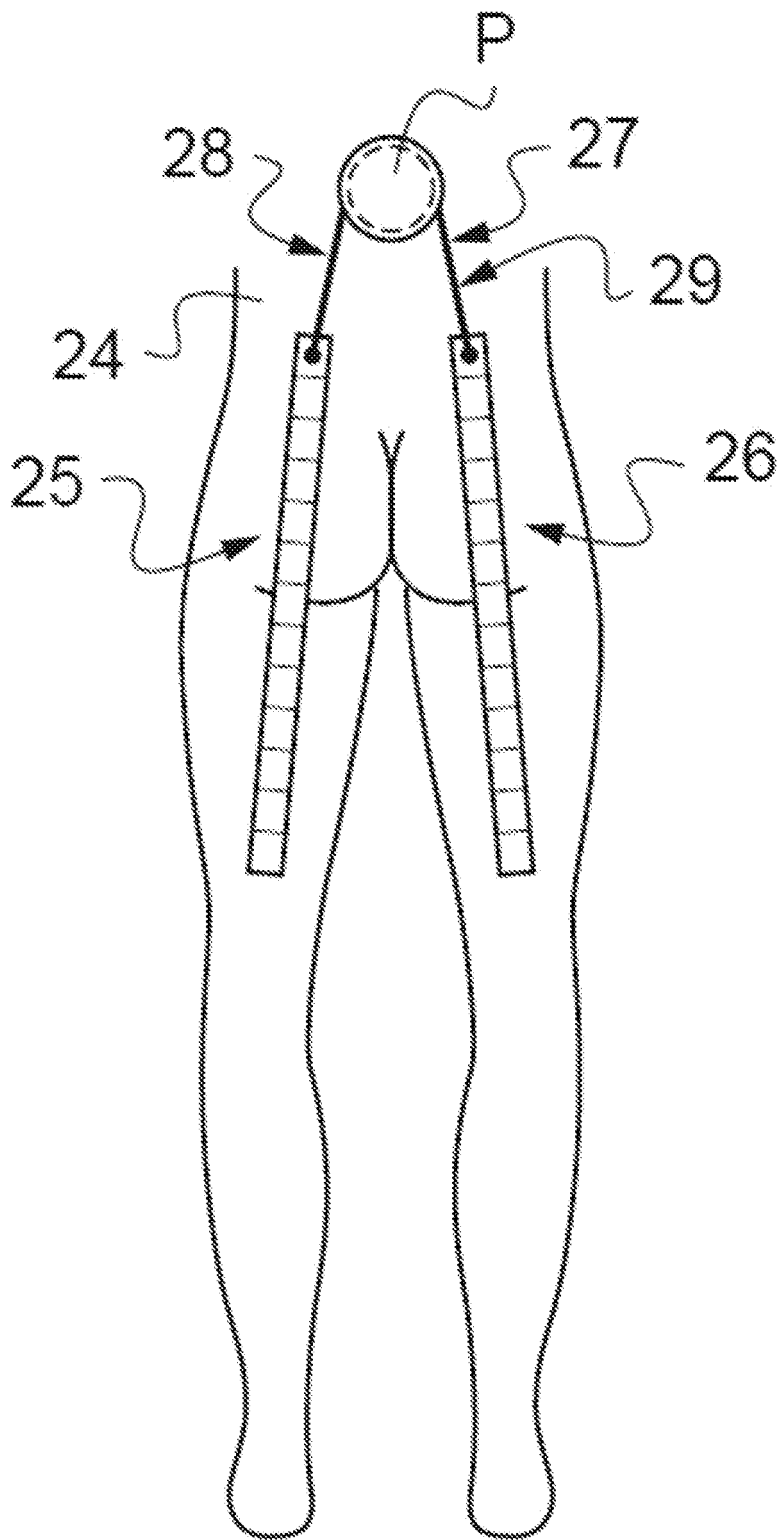
[Fig. 1]



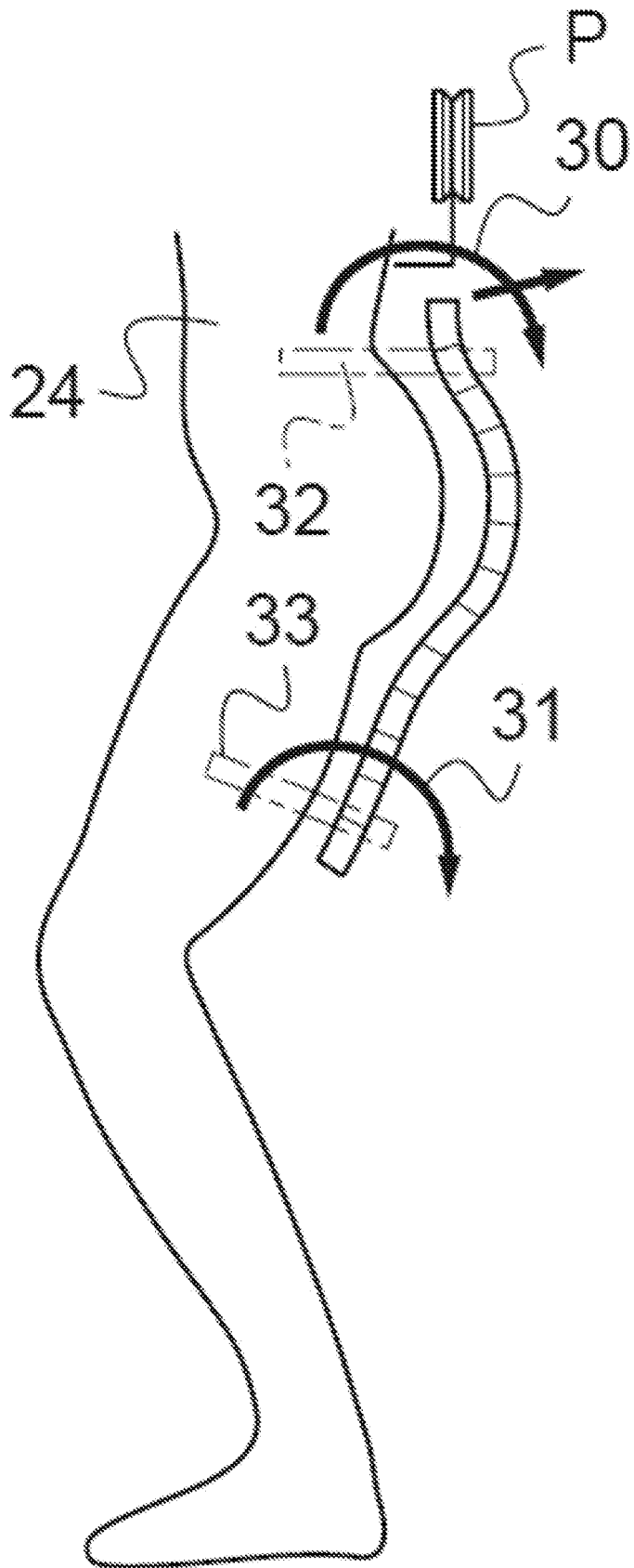
[Fig. 2]



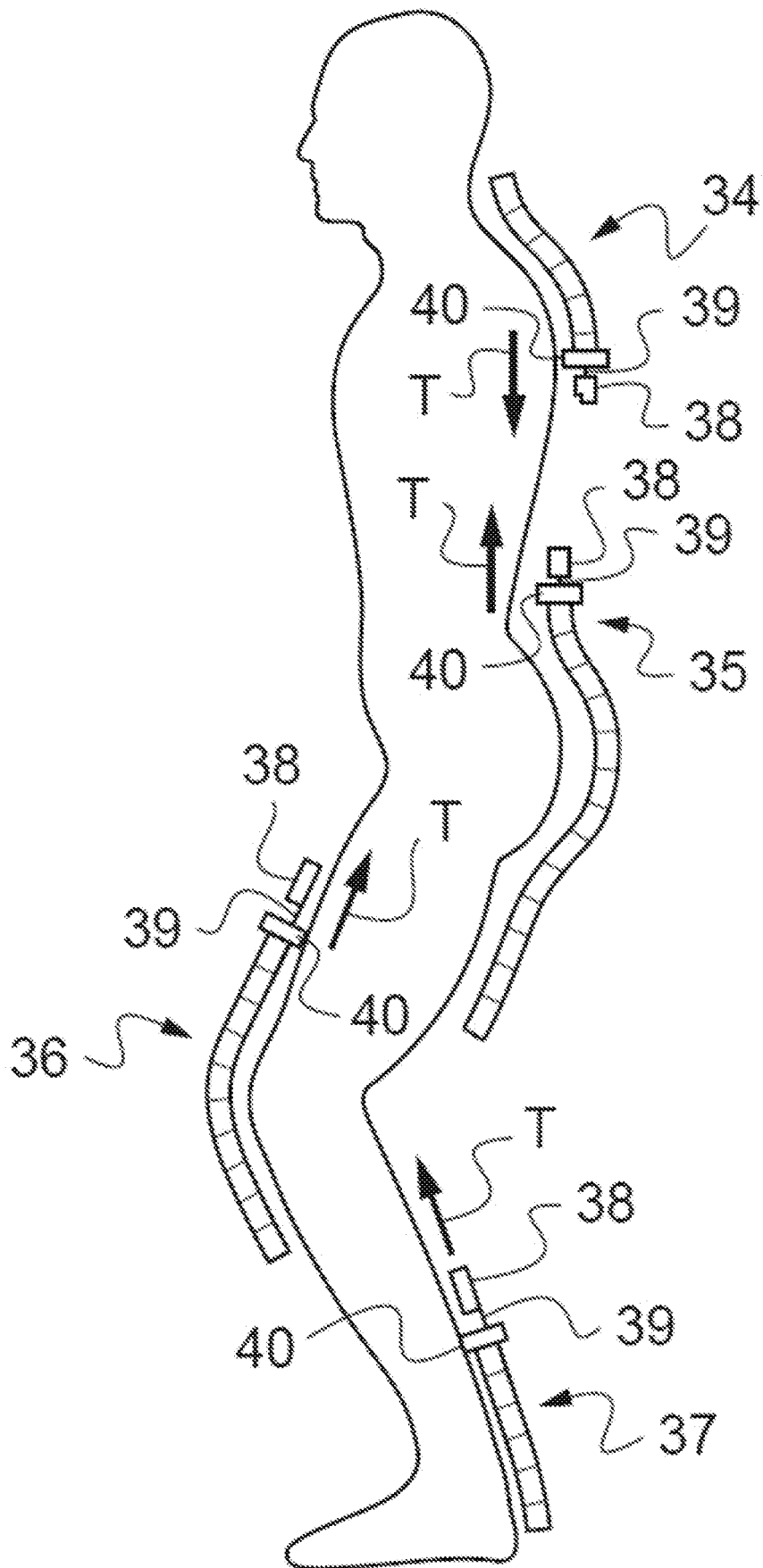
[Fig. 3]



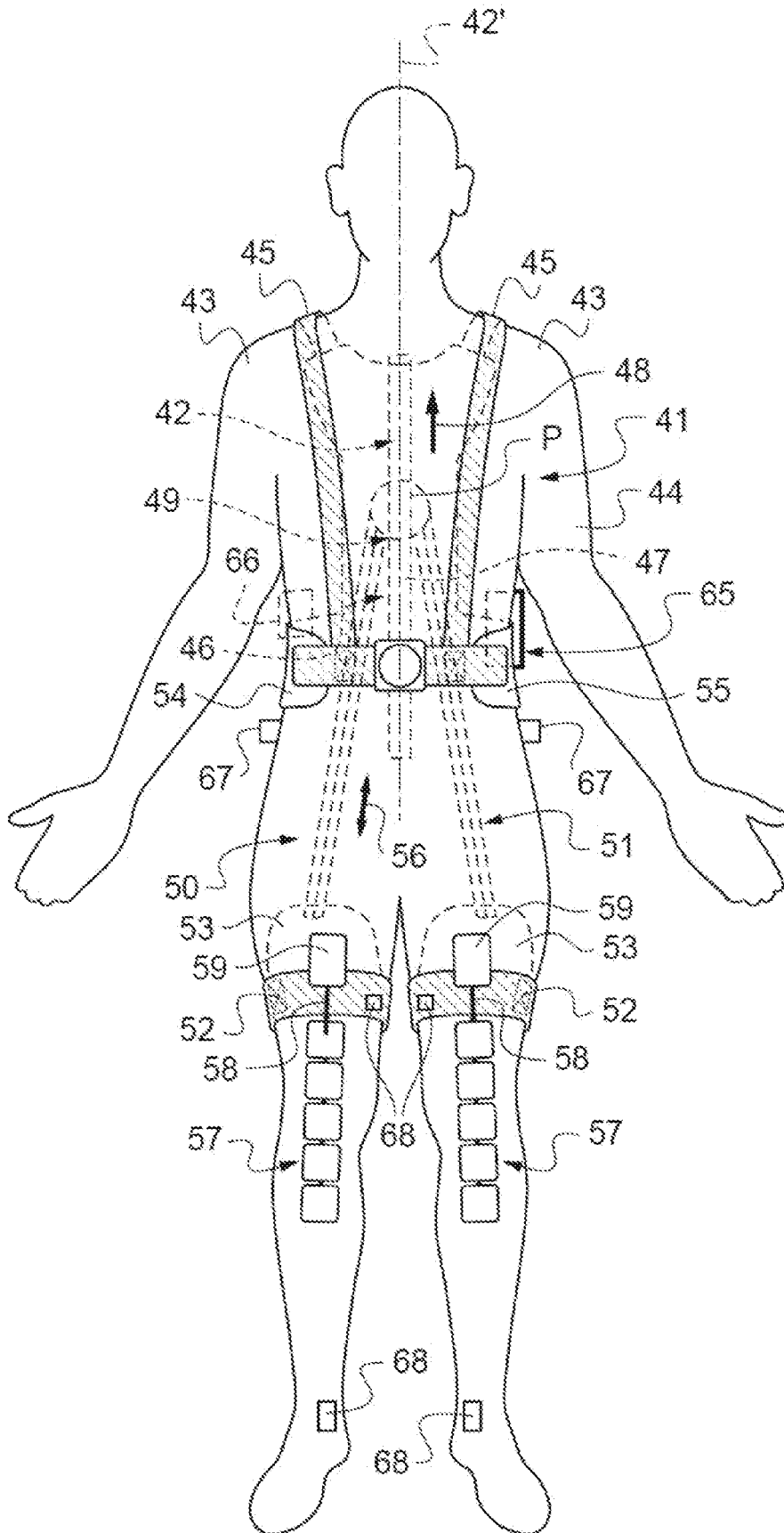
[Fig. 4]



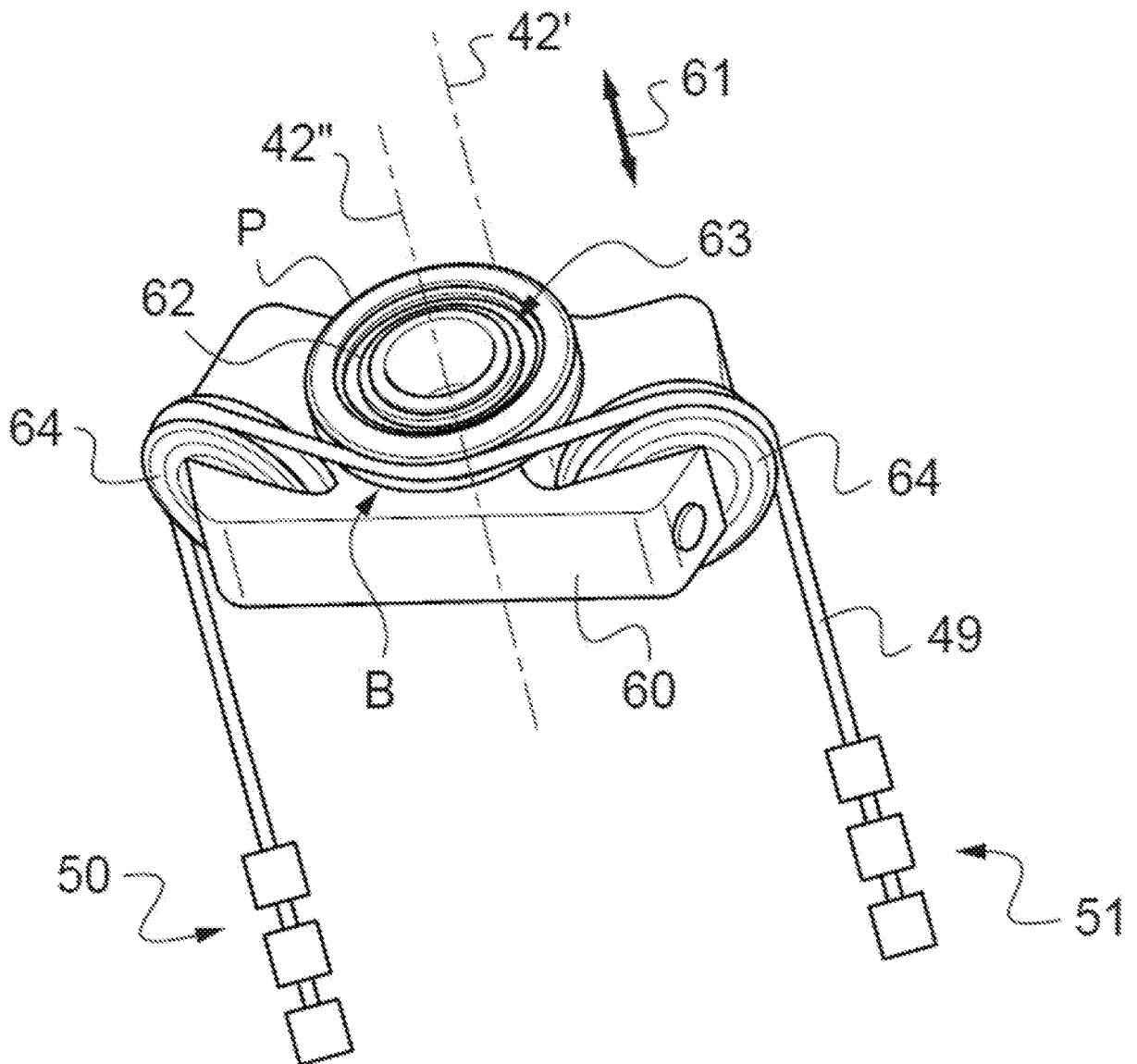
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

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

 N° d'enregistrement
 national

 FA 883864
 FR 2005404

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 2015/157731 A1 (HARVARD COLLEGE [US]; WALSH CONOR JAMES [US] ET AL.) 15 octobre 2015 (2015-10-15)	1-8,10	A61H1/02 A61H3/00
Y	* alinéa [0074]; revendications; figures 1a-1b,6a-6b *	9,11	
X	EP 3 173 053 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR] ET AL.) 31 mai 2017 (2017-05-31)	1-8,10	
Y	* alinéa [0089] - alinéa [0082]; revendications; figures 17-32 *	9,11	
X	US 2015/182366 A1 (TAKENAKA TORU [JP] ET AL) 2 juillet 2015 (2015-07-02)	1-8,10	
Y	* revendications; figures 1-3 *	9,11	
X	WO 2019/172209 A1 (PANASONIC CORP [JP]) 12 septembre 2019 (2019-09-12)	1,4,5,8	
Y	* alinéa [0071] - alinéa [0085]; revendications; figures *	9,11	
Y	US 2015/088269 A1 (ROH CHANG-HYUN [KR]) 26 mars 2015 (2015-03-26)	9,11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
	* alinéa [0089]; figures *		A61H
Y	CN 109 276 415 A (UNIV HEBEI TECHNOLOGY) 29 janvier 2019 (2019-01-29)	9,11	
	* alinéa [0134] - alinéa [0173]; figures 1-9 *		
A	KR 2019 0034718 A (PARK DONG GWAN [KR]) 3 avril 2019 (2019-04-03)	8	
	* revendications; figures *		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
6 février 2021		Shmonin, Vladimir	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2005404 FA 883864**

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 **06-02-2021**
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 2015157731 A1	15-10-2015	EP 3128963 A1	15-02-2017
		US 2017027735 A1	02-02-2017
		WO 2015157731 A1	15-10-2015

EP 3173053 A1	31-05-2017	CN 106798629 A	06-06-2017
		EP 3173053 A1	31-05-2017
		US 2017151083 A1	01-06-2017

US 2015182366 A1	02-07-2015	JP 5927173 B2	01-06-2016
		JP 2015123563 A	06-07-2015
		US 2015182366 A1	02-07-2015

WO 2019172209 A1	12-09-2019	CN 111836702 A	27-10-2020
		EP 3763491 A1	13-01-2021
		JP 2019155506 A	19-09-2019
		SG 11202008388T A	29-09-2020
		WO 2019172209 A1	12-09-2019

US 2015088269 A1	26-03-2015	KR 20150034405 A	03-04-2015
		US 2015088269 A1	26-03-2015

CN 109276415 A	29-01-2019	AUCUN	

KR 20190034718 A	03-04-2019	AUCUN	
