

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①① N° de publication : **3 076 708**

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

②① N° d'enregistrement national : **18 00058**

⑤① Int Cl⁸ : **A 61 F 2/38 (2018.01), A 61 F 2/08**

①②

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ ARTICULATION PIVOT ALTERNATIVE MOTORISEE.

②② Date de dépôt : 15.01.18.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 19.07.19 Bulletin 19/29.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 22.09.23 Bulletin 23/38.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *RBALLAND THIERRY MICHEL
JEAN PIERRE — FR.*

⑦② Inventeur(s) : *RBALLAND THIERRY MICHEL
JEAN PIERRE.*

⑦③ Titulaire(s) : *RBALLAND THIERRY MICHEL JEAN
PIERRE.*

⑦④ Mandataire(s) :

FR 3 076 708 - B1



ARTICULATION PIVOT ALTERNATIVE MOTORISÉE

« **Domaine technique** » de l'invention

5 La présente invention concerne un dispositif pour motoriser une liaison pivot alternative, en particulier pour une prothèse ou une orthèse, et en général, pour toute articulation dans le domaine de la robotique humanoïde.

« **Etat de la technique antérieure** »

10

 Pour motoriser une articulation de robot, on utilise traditionnellement des sources d'énergie fixes (pneumatique, hydraulique, électrique). Pour permettre aux robots d'être mobiles et autonomes, on doit embarquer une source d'énergie. L'énergie électrique est souvent la source d'énergie retenue. Les actionneurs sont alors des moteurs électriques
15 lourds. De plus, les batteries électriques associées sont elles aussi lourdes car elles ont une faible énergie spécifique. Voilà pourquoi, un dispositif a été proposé où on utilise de l'énergie chimique sous forme de carburant qui est brûlé de sorte à produire de l'énergie thermique alimentant un moteur STIRLING, c'est à dire un moteur à combustion externe à cycle clos régénératif nommé ci-après le moteur thermique, où le piston de puissance est
20 constitué par un vérin pneumatique motorisant l'articulation (US6543216 & US6645252 suite à JP2001-020637). Ce vérin est lié aux deux membres autour de l'articulation pivot. Un des premiers problèmes technologiques de ce choix est que le modèle mathématique de l'articulation ainsi motorisée est non linéaire. La commande s'en trouve compliquée. Par ailleurs, un autre problème technologique est celui de l'étanchéité non absolue du vérin
25 utilisé ici comme piston de puissance du moteur thermique.

« **Exposé de l'invention** »

 Les buts de l'invention sont de simplifier la commande de l'articulation, d'avoir
30 recours à un actionneur plus léger que le vérin et de réaliser une étanchéité absolue au niveau de l'actionneur de l'articulation, à savoir le piston de puissance du moteur thermique. Il s'agit d'un dispositif pour articulation motorisée de type liaison pivot alternative munie d'une paire de muscles artificiels pneumatiques ou hydrauliques

antagonistes de type Mac KIBBEN, nommés ci-après muscles artificiels, agissant tous deux en qualité de pistons de puissance chacun du type d'un piston de puissance d'un moteur thermique, lesquels pistons de puissance sont commandés par deux pistons de transfert chacun du type d'un piston de transfert d'un moteur thermique, lesquels sont commandés à leur tour par un ou deux moteur(s) électrique(s) par exemple, de manière à ce que les pistons de puissance soient en opposition de phase, l'antagonisme de ces derniers permettant alors, par l'intermédiaire d'une courroie et d'une roue, de motoriser la liaison pivot et par là d'entraîner en rotation alternative un levier. L'invention permet d'avoir une commande plus simple et peu gourmande en énergie électrique, laquelle peut-être produite par exemple par des thermocouples placés au niveau des parties chaudes des pistons de transfert. La paire de muscles artificiels est un actionneur léger et étanche. Son énergie mécanique vient de l'énergie chimique du carburant embarqué réchauffant les parties chaudes respectives des deux pistons de transfert des moteurs thermiques.

15 « Brève présentation des différentes figures »

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description suivante d'un mode préféré de réalisation et de variantes donnés à titre d'exemples non limitatifs en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- 20 - la figure 1, selon l'état de l'art, est un schéma présentant une liaison pivot alternative motorisée par une paire de muscles artificiels.
- la figure 2, selon l'état de l'art, est un schéma présentant un vérin linéaire pneumatique ou hydraulique agissant en qualité de piston de puissance d'un moteur thermique, commandé par un piston de transfert d'un même moteur thermique lui-même commandé par un moteur électrique, qui relie deux parties d'une prothèse de jambe, liées aussi entre elles par une liaison pivot alternative.
- 25 - la figure 3, selon l'invention, est un schéma présentant au moins deux muscles artificiels actionnant une liaison pivot alternative entre deux parties d'une prothèse de jambe. Les muscles agissant comme des pistons de puissance des moteurs thermiques sont alimentés en fluide de travail par des pistons de transfert des moteurs thermiques eux-mêmes étant commandés par des moteurs électriques par exemple.
- 30 - la figure 4, selon l'invention, est un schéma cinématique de détail selon un premier mode de réalisation de la machine, présentant au moins deux muscles artificiels de type piston de

puissance de moteur thermique, chacun desquels étant commandé par un piston de transfert cylindrique alternatif d'un moteur thermique, lui-même commandé par un moteur électrique linéaire par exemple.

5 - les figures 5 et 6, selon l'invention, sont des schémas cinématiques de détail selon un second mode de réalisation de la machine présentant au moins deux muscles artificiels de type piston puissance de moteur thermique, chacun desquels étant commandé par un piston de transfert prismatique oscillant de moteur thermique, lui-même commandé par un moteur par exemple électrique rotatif, de type pas à pas par exemple.

10 - la figure 7, selon l'invention, est un schéma cinématique de détail présentant un seul moteur électrique pour animer en même temps deux pistons de transfert prismatiques.

« Exposé détaillé d'au moins un **mode de réalisation** »

La figure 3, selon l'invention, est un schéma présentant une paire de muscles artificiels (81 et 82) actionnant, via une courroie (90) et une roue (100) une liaison pivot alternative (3) entre deux parties d'une prothèse de jambe. La partie basse de la prothèse est constituée des pièces artificielles suivantes : un genou (110), un tibia (4) et un pied (5) qui sont en liaison complète. La partie haute de la prothèse est constituée des pièces artificielles suivantes : un haut de cuisse (1) et un bas de cuisse (2) qui sont en liaison
20 complète. Les muscles agissant comme des pistons de puissance de moteurs thermiques sont alimentés en fluide de travail par les tuyaux (21) et (22) provenant des pistons de transfert de type moteur thermique eux-mêmes étant commandés par des moteurs électriques par exemple, chaque piston de transfert et chaque moteur électrique étant contenus dans les boîtiers de commande de pression (610) et (620). Deux modes de
25 réalisation de ces boîtiers de commande de pression seront décrits ci-après. Les boîtiers de commande électrique (710) et (720) contiennent le carburant pour chauffer la partie chaude des pistons de transfert dans un brûleur et, si besoin, l'électricité pour positionner le piston de transfert à l'aide d'un moteur électrique par exemple. Les brûleurs, les pistons de transfert et les moteurs électriques sont situés dans les les boîtiers de commande de
30 pression (610) et (620).

La figure 4, selon un premier mode de réalisation de l'invention, détaille un contenu possible des boîtiers de commande de pression (610) et (620) et représente une

paire de muscles artificiels (81) et (82), lesquels étant commandés par une paire de pistons de transfert cylindriques alternatif (41) et (42) de type moteur thermique, lui-même commandé par un moteur électrique linéaire (91) ou (92) via une tige de connexion en translation (31) ou (32). En fonction de la position des pistons de transfert cylindriques alternatif (41) et (42) qui sont en opposition de phase, le fluide de travail relatif à chacun des deux pistons de transfert est globalement dans la partie chaude ou globalement dans la partie froide ce qui crée des variations de pression. Cette opposition permet l'antagonisme de la paire de muscles artificiels (81) et (82). Les pistons de transfert (41) et (42) permettent le transvasement du fluide de travail de la partie chaude vers la partie froide, et inversement, par degré, via le réchauffeur (71), le régénérateur (61) et le refroidisseur (51) ou bien via le réchauffeur (72), le régénérateur (62) et le refroidisseur (52). Le fluide de travail est alors dépressurisé ou pressurisé et, via les tuyaux (21) et (22), dégonflent ou gonflent les muscles (81) et (82). Les pièces de bâti (10), (15) et (20) sont en liaison complète et constituent la structure du dispositif.

15

La figure 5, selon un second mode de réalisation de l'invention, détaille un autre contenu possible des boîtiers de commande de pression (610) et (620) et représente une paire de muscles artificiels (81) et (82), chacun desquels étant commandé par un piston de transfert prismatique alternatif (541) et (542) du moteur thermique, lui-même commandé par un moteur électrique rotatif (501) ou (502) via un arbre de connexion en rotation (531) ou (532). En fonction de la position des pistons de transfert (541) et (542) qui sont en opposition de phase, le fluide de travail relatif à chacun des deux pistons de transfert est globalement dans la partie chaude ou dans la partie froide ce qui crée des variations de pression. Cette opposition permet l'antagonisme de la paire de muscles artificiels (81) et (82). Les pistons de transfert (541) et (542) permettent le transvasement du fluide de travail de la partie chaude vers la partie froide, et inversement, par degré, via le réchauffeur (71), le régénérateur (61) et le refroidisseur (51) ou bien via le réchauffeur (72), le régénérateur (62) et le refroidisseur (52). Le fluide de travail est alors dépressurisé ou bien pressurisé et, via les tuyaux (21) et (22), dégonflent ou gonflent les muscles artificiels (81) et (82). Les boîtiers rapportés (511) et (512) comportent un joint d'étanchéité absolue. La figure 6 est une coupe montrant le piston prismatique (542) dans sa chambre associée.

La figure 7, selon un troisième mode de réalisation de l'invention différant légèrement du second, représente deux pistons de transfert prismatique (541) et (542) mis en mouvement par un seul moteur, électrique (500) par exemple, où les pistons de transfert sont en phase, mais où les branchements des échangeurs de chaleur (51), (52), (61), (62), (71), (72) sont tels, à savoir le refroidisseur (51) relié au tuyau (21) et le refroidisseur (52) relié au tuyau (22), qu'on obtient une opposition de phase au niveau des tuyaux (21) et (22) et donc aussi au niveau des muscles artificiels.

Le dispositif selon l'invention est destiné à la motorisation d'une liaison pivot alternative, en particulier pour une prothèse ou une orthèse, et en général, pour toute articulation dans le domaine de la robotique humanoïde.

REVENDICATION

1. Dispositif pour articulation de type liaison pivot alternative (3) à motoriser, comprenant au moins deux muscles artificiels antagonistes (81) et (82) agissant chacun en qualité de piston de puissance d'un moteur à combustion externe à cycle clos régénératif, lesdits pistons de puissance sont commandés par au moins deux dispositifs de transfert thermique chacun du type d'un piston de transfert d'un moteur à combustion externe à cycle clos régénératif, lesquels sont commandés à leur tour par au moins un moteur, de manière à ce que lesdits muscles artificiels (81) et (82) soient en opposition de phase, l'antagonisme de ces derniers permettant, par l'intermédiaire d'une courroie (90) et d'une roue (100), de motoriser la liaison pivot (3) et par là d'entraîner en rotation alternative la pièce mobile (110), caractérisé en ce qu'il comprend deux pistons de transfert prismatiques alternatifs chacun du type d'un piston de transfert d'un moteur à combustion externe à cycle clos régénératif (541) et (542), eux-mêmes commandés par un moteur rotatif (500) via l'arbre (530).

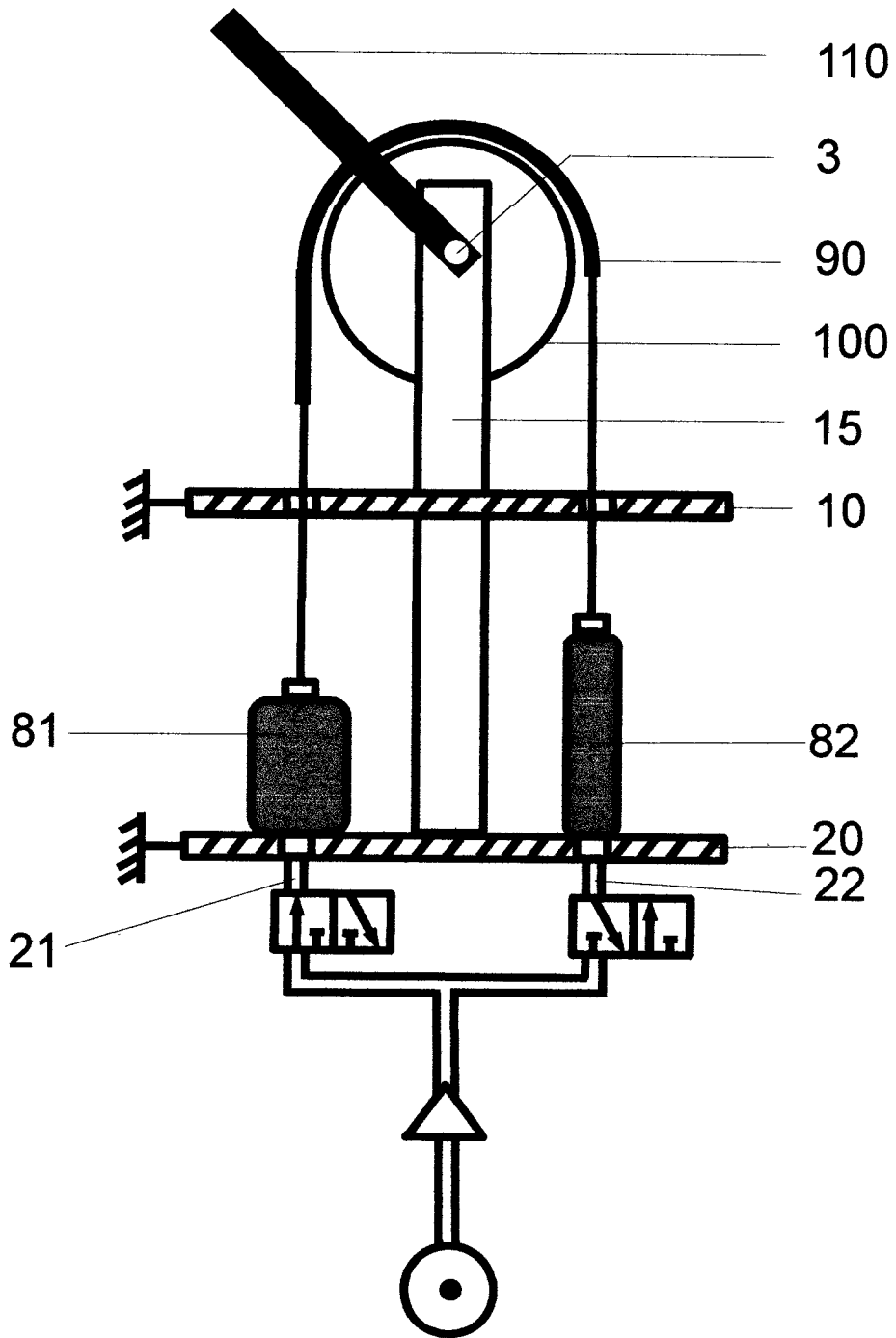


FIG.1

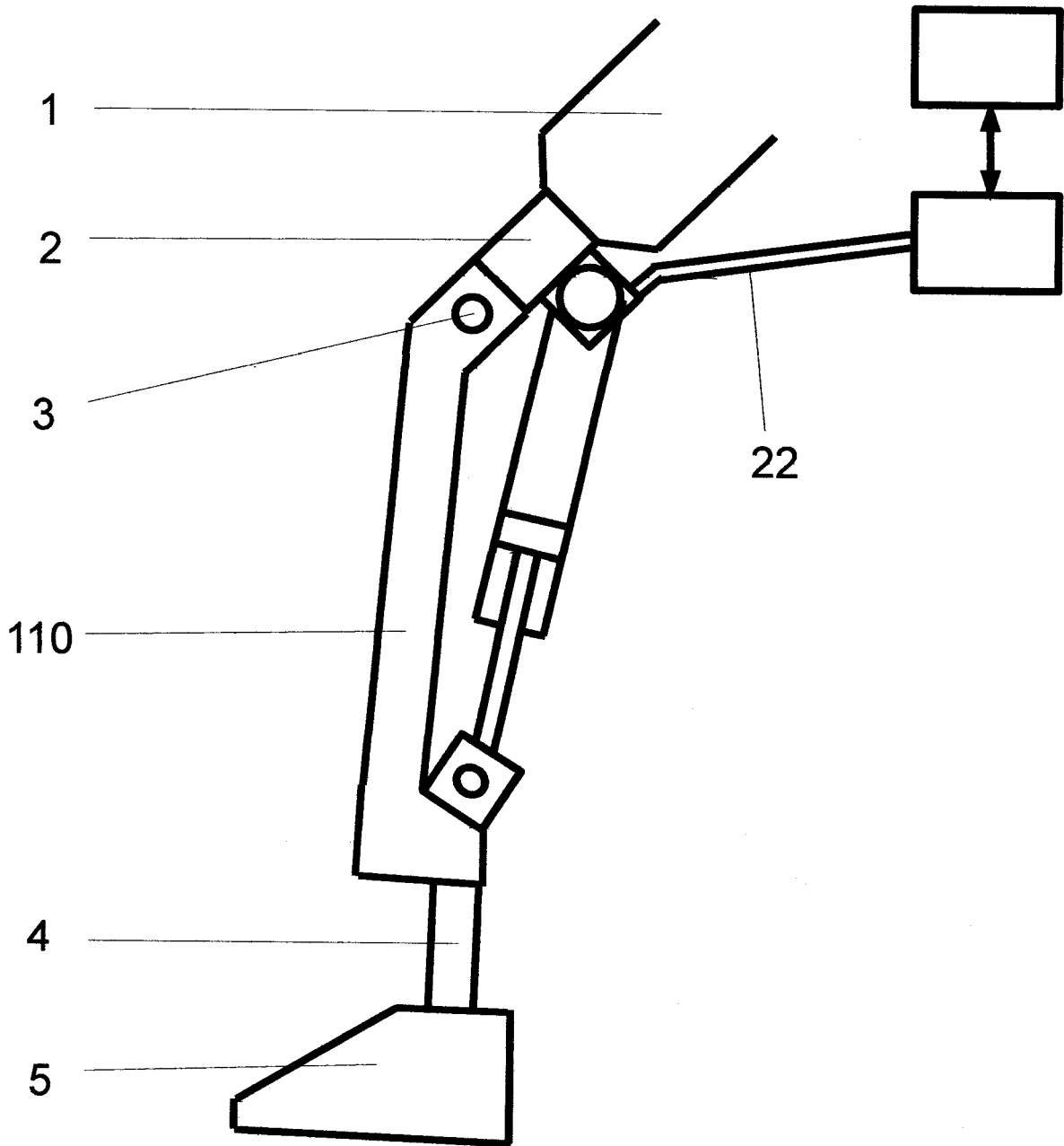


FIG.2

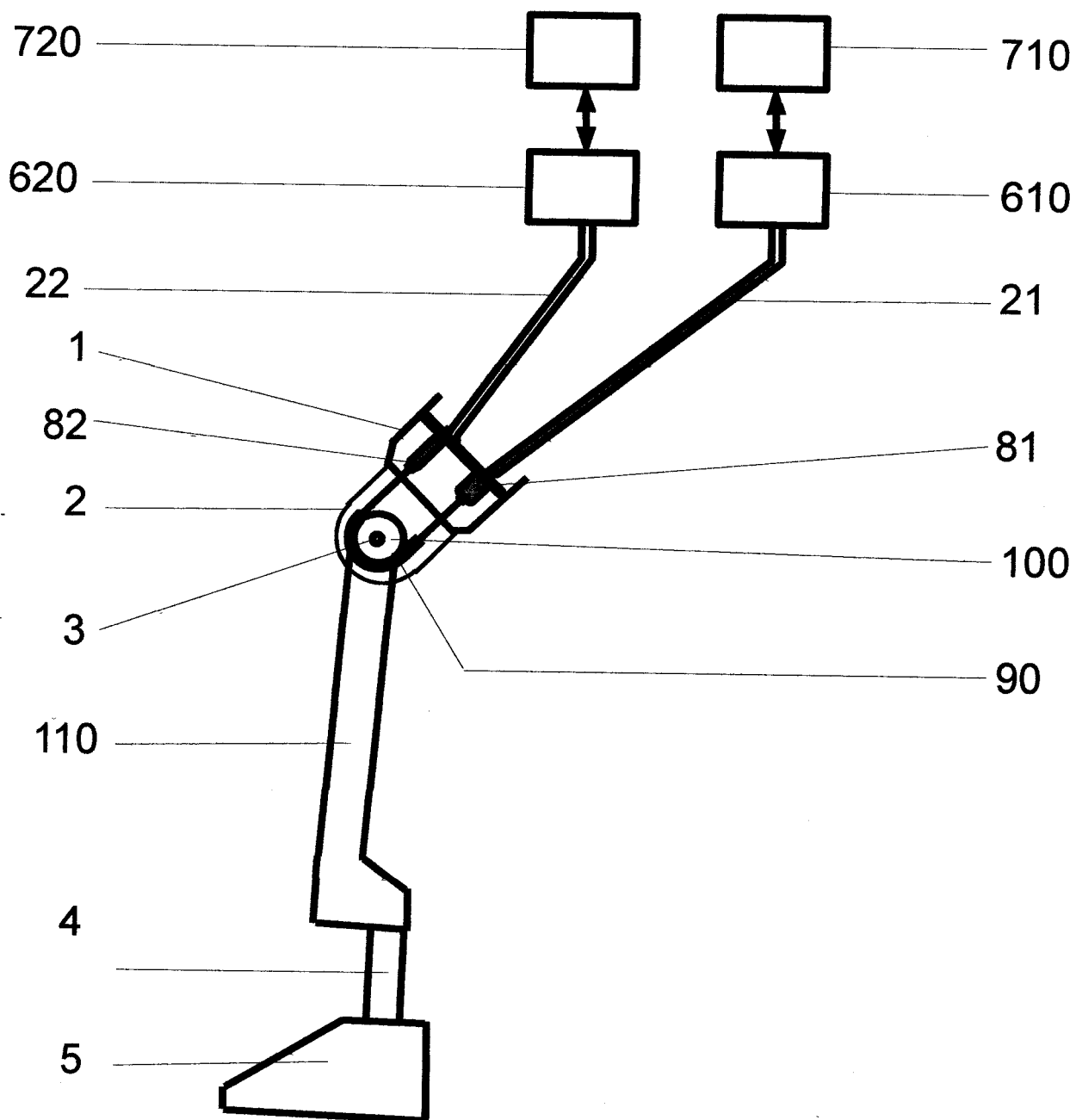


FIG.3

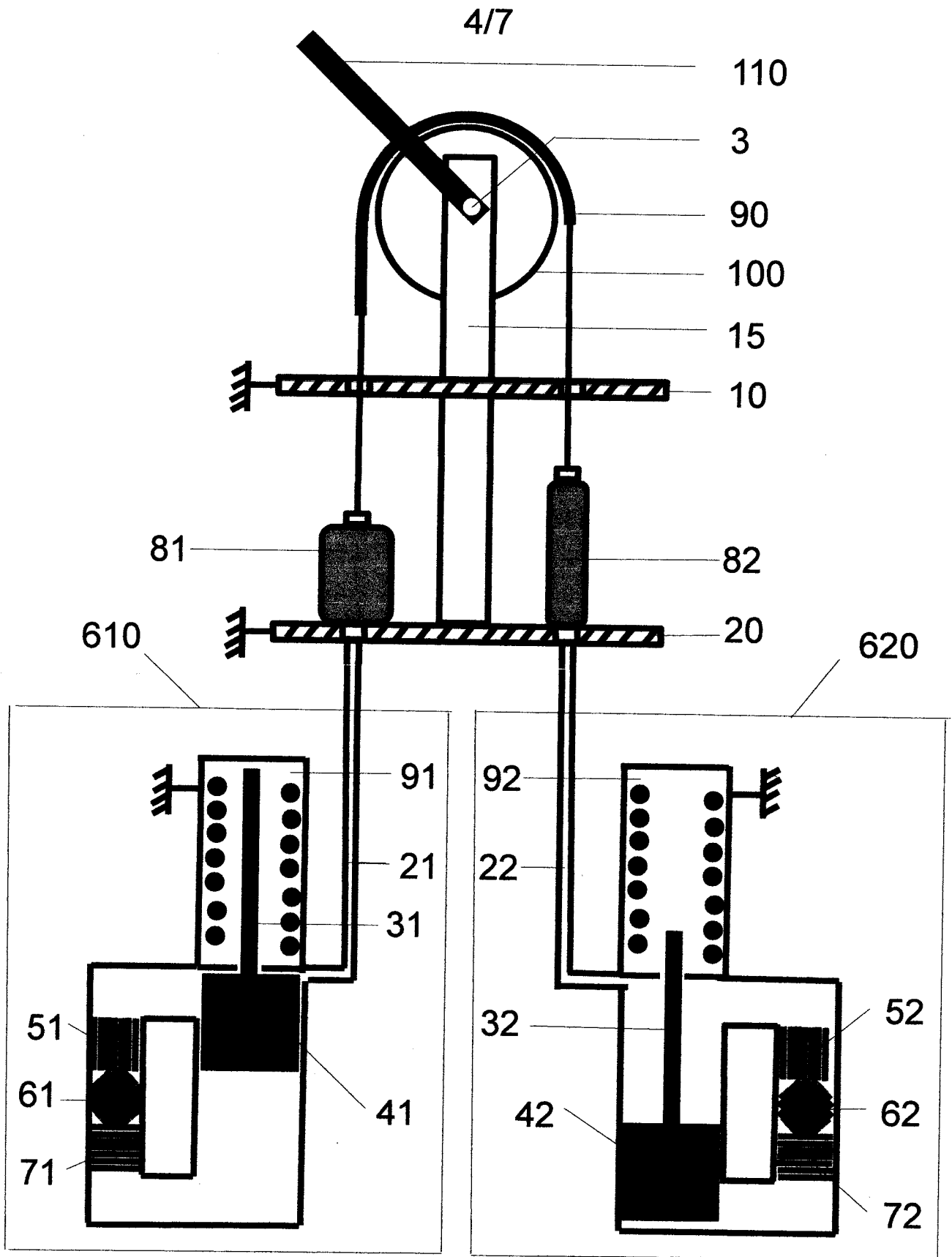


FIG.4

5/7

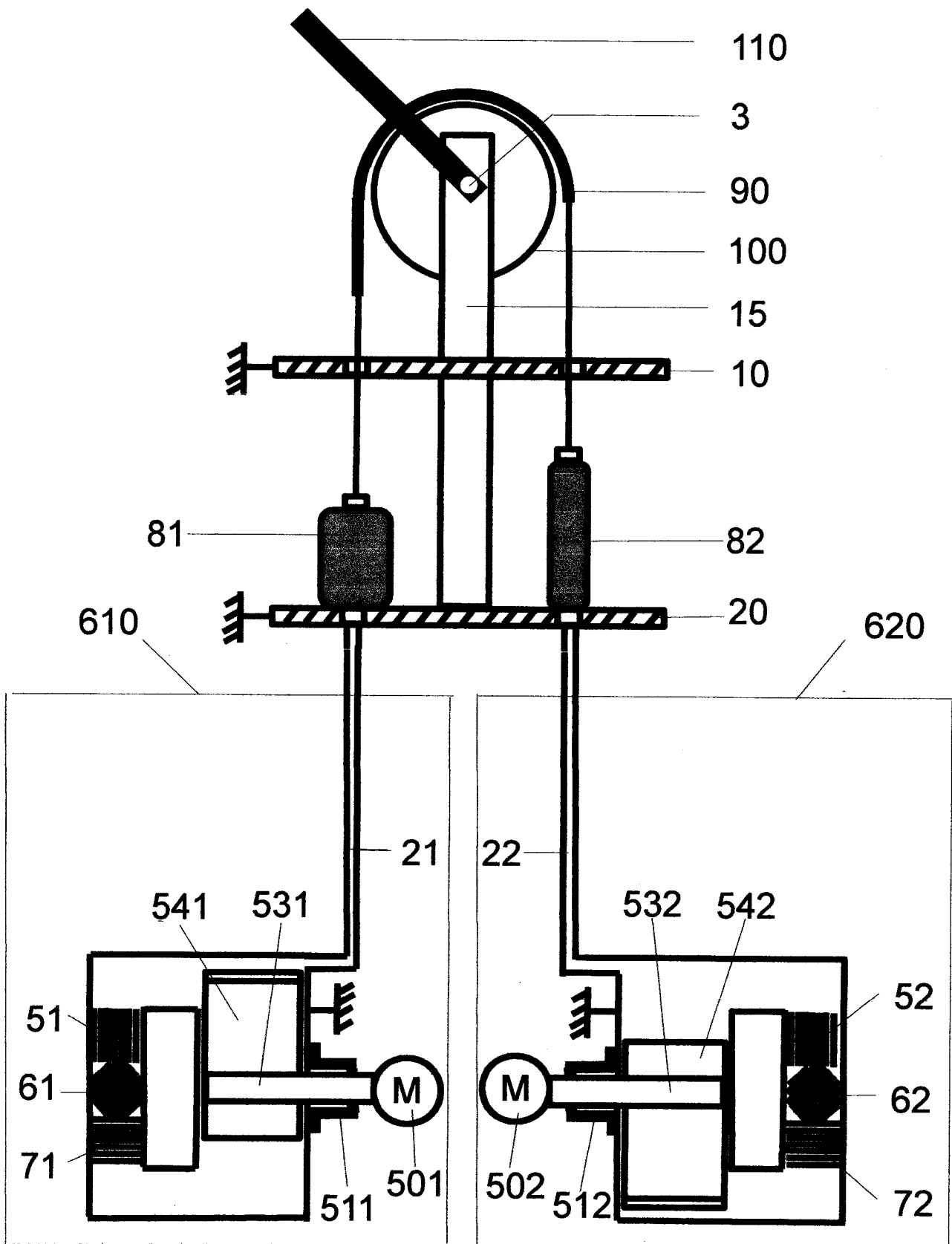


FIG.5

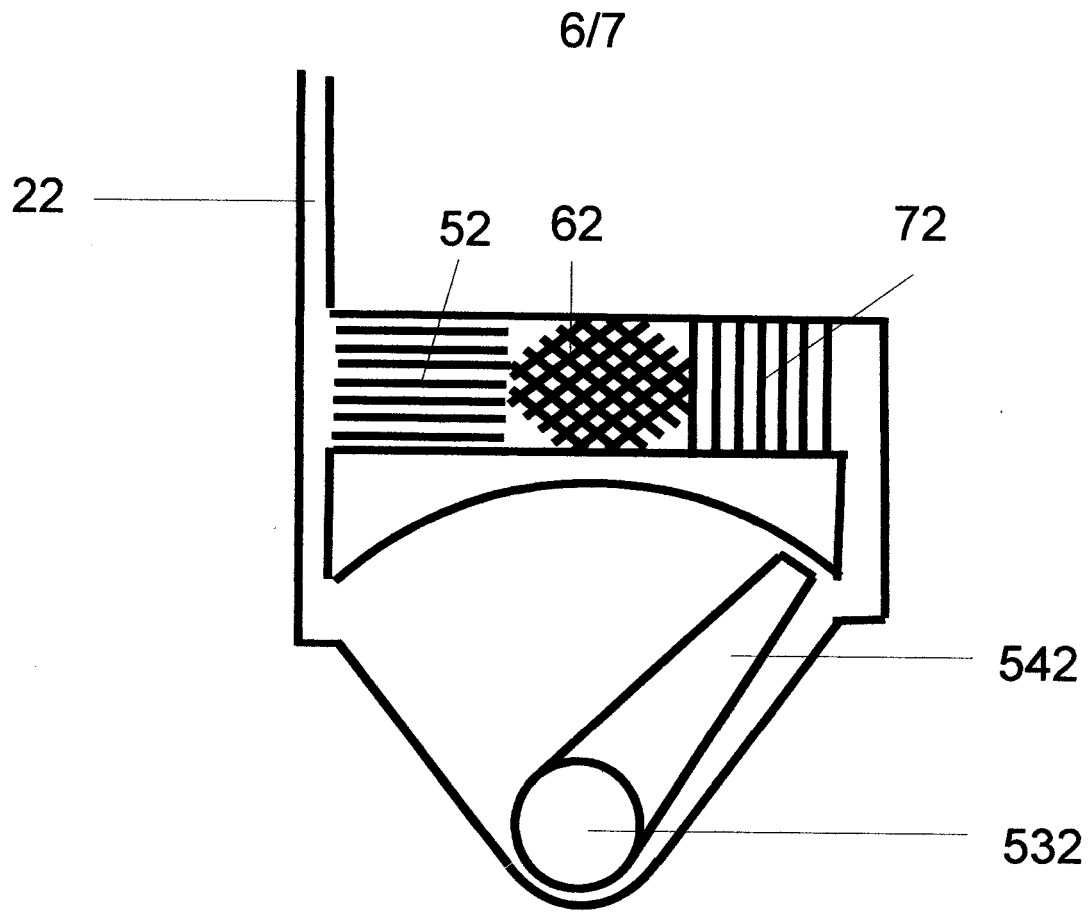


FIG.6

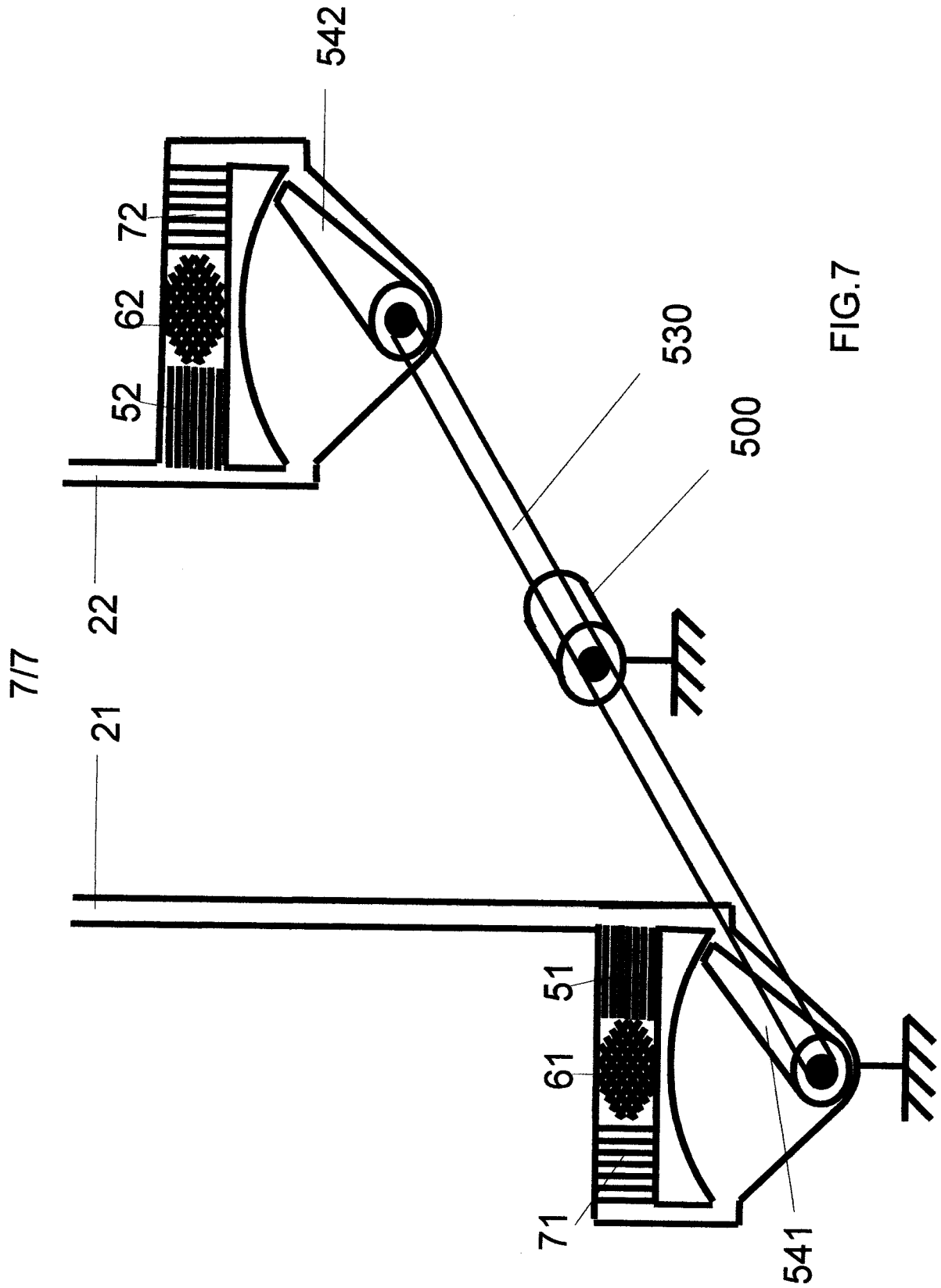


FIG.7

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

US 2011/214524 A1 (JACOBSEN STEPHEN C [US] ET AL) 8 septembre 2011 (2011-09-08)

JP S61 184264 A (HITACHI LTD) 16 août 1986 (1986-08-16)

US 2016/176044 A1 (COLE MATTHEW [US] ET AL) 23 juin 2016 (2016-06-23)

US 6 645 252 B2 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 11 novembre 2003 (2003-11-11)

FR 2 846 374 A1 (RABALLAND THIERRY [FR]) 30 avril 2004 (2004-04-30)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT