

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 06.06.23.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 13.12.24 Bulletin 24/50.

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) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES Etablis-
sement public à caractère industriel et commercial —
FR.

72 Inventeur(s) : STASICA Gérard.

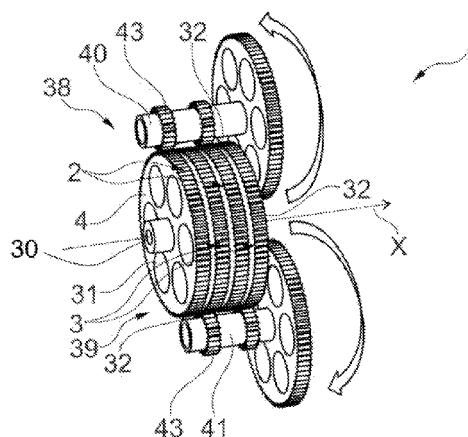
73 Titulaire(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATO-
MIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES Etablis-
sement public à caractère industriel et commercial.

74 Mandataire(s) : Cabinet NONY.

54 Accumulateur et dispositif de conversion d'énergie.

57 Accumulateur d'énergie (1) comportant des premier
(2) et deuxième (3) organes de stockage espacés l'un de
l'autre d'une distance (d') fixe selon un axe X, chacun des
premier et deuxième organes de stockage comportant deux
aimants de polarité inversée le long de l'axe X, au moins un
des aimants (13) du premier organe de stockage (2) inter-
agissant magnétiquement avec au moins un des aimants (17)
du deuxième organe de stockage (3) dans au moins une
configuration de l'accumulateur d'énergie, et vice versa, les
premier et deuxième organes de stockage étant mobiles l'un
par rapport à l'autre entre une configuration d'équilibre
stable où l'énergie magnétique induite par l'interaction ma-
gnétique entre les aimants des premier et deuxième or-
ganes de stockage est minimale et au moins une
configuration instable où l'énergie magnétique est supé-
rieure à l'énergie magnétique dans la configuration stable.

Figure pour l'abrégié : Fig. 1



Description

Titre de l'invention : Accumulateur et dispositif de conversion d'énergie

- [0001] La présente invention concerne les dispositifs utiles pour stocker de l'énergie et la restituer à la demande, notamment pour une application au sein d'un véhicule, par exemple une bicyclette.
- [0002] La production d'énergie nécessite de transformer, notamment en énergie électrique et/ou thermique et/ou cinétique :
- [0003] - une réserve d'énergie potentielle, par exemple sous la forme d'un combustible fossile, d'un réservoir d'eau en hauteur, d'une matière fissile ou d'un volant d'inertie, en un travail électrique ou mécanique, ou en une énergie thermique, ou
- [0004] - un flux d'énergies naturelles dont l'origine est non contrôlable, par exemple d'origine éolienne ou solaire, ce qui nécessite un stockage permettant de palier aux aléas de production.
- [0005] Concernant le stockage d'énergie potentielle sous forme mécanique, les seuls mécanismes connus à haute densité massique de stockage d'énergie potentiellement utilisables dans des véhicules sont les volants d'inerties. Cependant, ces derniers présentent une masse et un encombrement excessifs qui les rendent inadaptés.
- [0006] La transformation d'une réserve d'énergie potentielle dans un véhicule est majoritairement effectuée au moyen de moteurs à combustion interne ou de moteurs électriques.
- [0007] Les moteurs à combustion interne présentent cependant de nombreux désavantages bien connus : faible rendement énergétique, nuisance sonore, utilisation d'une énergie fossile dont les réserves sont limitées, peu performant aux basses températures, fonctionnement permanent nécessitant un moyen de démarrage...
- [0008] Les moteurs électriques pallient en partie ces inconvénients, étant par exemple plus silencieux ou ne nécessitant pas un fonctionnement permanent même à l'arrêt du véhicule, mais ils présentent d'autres inconvénients : temps de charge des batteries, autonomie limitée, montée en température des composants lors des phases de charge nécessitant des moyens de refroidissement eux aussi consommateurs d'énergie, faible durée de vie des batteries et difficulté de recyclage, faible rendement à basse température...
- [0009] Il existe donc un besoin pour un nouveau dispositif pour stocker et restituer de l'énergie, notamment en la convertissant, en particulier en vue de mouvoir un véhicule.
- [0010] L'invention proposée a pour objectif de récupérer, stocker et restituer de l'énergie sous une forme mécanique par le biais d'une interaction magnétique. Elle propose

notamment, à l'inverse de ce qui est connu actuellement, un dispositif apte à la fois à entraîner le véhicule à la façon d'un moteur, et à stocker de l'énergie à la façon d'une batterie.

[0011] L'invention concerne un accumulateur d'énergie comportant des premier et deuxième organes de stockage espacés l'un de l'autre d'une distance fixe selon un axe X,

chacun des premier et deuxième organes de stockage comportant deux aimants de polarité inversée le long de l'axe X,

au moins un des aimants du premier organe de stockage interagissant magnétiquement avec au moins un des aimants du deuxième organe de stockage dans au moins une configuration de l'accumulateur d'énergie, et *vice versa*,

les premier et deuxième organes de stockage étant mobiles l'un par rapport à l'autre entre une configuration d'équilibre stable où l'énergie magnétique induite par l'interaction magnétique entre les aimants des premier et deuxième organes de stockage est minimale et au moins une configuration instable où l'énergie magnétique est supérieure à l'énergie magnétique dans la configuration stable.

[0012] L'accumulateur selon l'invention emmagasine l'énergie sous une forme magnétique et la restitue sous une forme mécanique par un simple déplacement relatif des premier et deuxième organes de stockage l'un par rapport à l'autre. L'accumulateur présente ainsi un excellent rendement entre la quantité d'énergie qu'il est apte à restituer et la quantité d'énergie qu'il est apte à emmagasiner.

[0013] La distance constante selon l'axe X, entre les aimants du premier organe de stockage et les aimants du deuxième organe de stockage, fixe notamment de manière prédéterminée la quantité maximale d'énergie emmagasinable par l'accumulateur qui est proportionnelle à ladite distance.

[0014] Comme cela apparaîtra plus en détail par la suite, en imposant une faible distance entre les premier et deuxième organes de stockage, un faible mouvement relatif des premier et deuxième organe de stockage l'un par rapport à l'autre, par rotation autour de l'axe X et/ou par translation selon un axe perpendiculaire à l'axe X, permet à l'accumulateur d'emmagasiner une quantité élevée d'énergie magnétique.

[0015] Deux aimants de « polarité inversée » selon un axe sont tels qu'en parcourant ledit axe dans un sens, l'un des aimants présente d'abord un pôle sud puis un pôle nord tandis que l'autre des aimants présente d'abord un pôle nord puis un pôle sud.

[0016] De préférence, chaque aimant du premier organe de stockage interagit magnétiquement avec au moins un des aimants du deuxième organe de stockage dans au moins une configuration de l'accumulateur d'énergie, et *vice versa*. De nombreuses interactions magnétiques entre les différents aimants des groupes ont ainsi lieu, ce qui permet ainsi d'augmenter l'énergie magnétique emmagasinable par l'accumulateur.

- [0017] De préférence, dans la configuration d'équilibre stable, chaque aimant du premier organe de stockage fait face selon l'axe X à un aimant du deuxième organe de stockage de polarité opposée, et *vice versa*. Les aimants du premier organe de stockage sont alors disposés en opposition de pôle avec les aimants du deuxième organe de stockage et s'attirent mutuellement. Ainsi, les premier et deuxième organes de stockage tendent à revenir vers la configuration d'équilibre stable lorsqu'ils en sont déplacés relativement l'un par rapport à l'autre dans une configuration instable. Il y a alors libération de l'énergie magnétique stockée sous forme d'énergie mécanique pour déplacer lesdits organes de stockage de la configuration instable vers la configuration d'équilibre stable.
- [0018] De préférence dans la configuration d'équilibre stable, chaque aimant du premier organe de stockage est, de préférence intégralement, superposé à un unique aimant du deuxième organe de stockage de polarité opposée dans la configuration d'équilibre stable, et *vice versa*.
- [0019] Les premier et deuxième organes de stockage peuvent être disposés l'un par rapport à l'autre dans au moins une configuration instable. En particulier, ils peuvent être disposés dans une pluralité de configurations instables, une des configurations instables étant une configuration d'équilibre instable dans laquelle l'énergie magnétique est maximale.
- [0020] Dans la configuration d'équilibre instable, lorsque le mouvement relatif des premier et deuxième organes de stockage n'est pas contraint, les premier et deuxième organes de stockage sont immobiles l'un par rapport à l'autre. Cependant, tout déplacement relatif infinitésimal des premier et deuxième organes de stockage l'un par rapport à l'autre entraîne alors une libération de l'énergie stockée sous forme d'énergie mécanique par mise en mouvement des premier et deuxième organes de stockage l'un par rapport à l'autre.
- [0021] De préférence, dans la configuration d'équilibre instable, chaque aimant du premier organe de stockage fait face selon l'axe X, de préférence est superposée intégralement, à un aimant du deuxième organe de même polarité, et *vice versa*.
- [0022] De préférence, dans la configuration d'équilibre instable, chaque aimant du premier organe de stockage est superposé à un unique aimant du deuxième organe de stockage de même polarité, et *vice versa*.
- [0023] Les premier et deuxième organes de stockage sont de préférences identiques. Cela simplifie la conception de l'accumulateur.
- [0024] Les premier et deuxième organes de stockage sont de préférence mobiles l'un par rapport à l'autre en rotation autour de l'axe X.
- [0025] De préférence, le passage de la configuration stable à la configuration d'équilibre instable s'opère par une rotation inférieure ou égale à 180° autour de l'axe X.

- [0026] Le premier organe de stockage et/ou le deuxième organe de stockage peuvent présenter une forme générale d'un disque d'axe X.
- [0027] Les premier et deuxième organes de stockage comportent de préférence un trou central d'axe X les traversant de part en part. L'accumulateur peut comporter un arbre de guidage d'axe X comportant une portion de forme complémentaire au trous centraux, les premier et deuxième organes de stockage étant engagés en rotation dans l'arbre de guidage.
- [0028] De préférence, les aimants sont disposés régulièrement autour de l'axe X.
- [0029] Le premier organe de stockage et/ou le deuxième organe de stockage peuvent comporter une ou plusieurs paires formée chacune de deux aimants de polarité inversée selon l'axe X. De préférence les paires d'aimants de polarité inversée sont disposées régulièrement autour de l'axe X.
- [0030] Notamment, le premier organe de stockage et/ou le deuxième organe de stockage peuvent comporter deux aimants de polarité inversée selon l'axe X, qui sont symétriques l'un de l'autre par rapport à l'axe X.
- [0031] Par ailleurs, pour éviter une déformation des premier et deuxième organes de stockage, l'accumulateur peut comporter au moins un, de préférence plusieurs espaceurs disposés entre les premier et deuxième organes de stockage, afin d'assurer le maintien à distance fixe entre lesdits organes de stockage. Le ou les espaceurs peuvent être en contact avec les premier et deuxième organes de stockage. De préférence, pour éviter d'entraver la rotation du premier organe de stockage par rapport au deuxième organe de stockage, le ou les espaceurs présentent la forme d'une bille, qui peut ainsi rouler librement sur chacun desdits organes de stockage. De préférence, les premier et deuxième organes de stockage peuvent présenter chacun une rainure de guidage de forme complémentaire à l'espaceur et dans laquelle l'espaceur est disposé. La rainure peut être de forme annulaire.
- [0032] Le premier organe de stockage et/ou le deuxième organe de stockage comportent de préférence un support portant les aimants, le support étant diamagnétique, par exemple en cuivre ou en laiton, ou paramagnétique, par exemple en un alliage d'aluminium ou de tungstène. Le support est de préférence en un matériau présentant une susceptibilité magnétique qui, en valeur absolue, est inférieure à 10^{-5} , afin de perturber le moins possible les interactions magnétiques entre les aimants des premier et deuxième organes de stockage.
- [0033] Le support peut comporter au moins un logement recevant chacun au moins un des aimants. En variante, les aimants peuvent recouvrir une face du support. Selon encore une autre variante, des aimants peuvent être disposés dans des logements et d'autres aimants peuvent recouvrir une face du support.
- [0034] De préférence, le support comporte autant de logements que d'aimants, chaque

aimant étant disposé dans un des logements correspondants.

- [0035] Les aimants des premier et deuxième organes de stockage sont des aimants permanents. De préférence, au moins un, de préférence chacun, des aimants du premier organe et/ou au moins un, de préférence chacun, des aimants du deuxième organe sont des aimants au néodyme, notamment en un matériau de formule $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$, dont le grade peut être fixé en fonction des performances de stockage souhaitées.
- [0036] Les aimants des premier et deuxième organes de stockage peuvent être identiques. Par exemple, ils présentent une forme d'une plaque, notamment de contour circulaire en forme de portion d'un disque.
- [0037] Lorsqu'observés selon l'axe X, au moins 50 %, de préférence au moins 90 %, mieux 100 % de la surface du premier organe de stockage et/ou au moins 50 %, de préférence au moins 90 %, mieux 100 % de la surface du deuxième organe de stockage peuvent être recouvertes par les aimants.
- [0038] De préférence, l'accumulateur comporte un premier mécanisme de stockage comportant plusieurs premiers organes de stockage, notamment rigidement reliés entre eux, et un deuxième mécanisme de stockage comportant plusieurs deuxièmes organes de stockage, notamment rigidement reliés entre eux, le premier mécanisme de stockage et le deuxième mécanisme de stockage étant interdigités. De préférence, au moins un, de préférence chacun des premiers organes de stockage disposés entre deux deuxièmes organes de stockage adjacents interagit magnétiquement avec lesdits deuxièmes organes de stockage et *vice versa*. De cette façon, il est possible d'augmenter conséquemment l'énergie magnétique emmagasinable dans l'accumulateur.
- [0039] De préférence, le premier mécanisme de stockage est configuré pour que les premiers organes de stockage tournent collectivement à la même vitesse autour de l'axe X et le deuxième mécanisme de stockage est configuré pour que les deuxièmes organes de stockage tournent collectivement à la même vitesse autour de l'axe X.
- [0040] De préférence, le support d'au moins un, de préférence de chacun des premiers, respectivement deuxièmes, organes de stockage, comporte au moins un logement qui traverse de part en part ledit support selon l'axe X, au moins un des aimants étant disposé dans le logement, le pôle nord dudit aimant interagissant avec au moins un des aimants d'un deuxième, respectivement premier, organe de stockage qui fait face audit aimant et le pôle nord dudit aimant interagissant avec au moins un des aimants d'un autre deuxième, respectivement premier, organe de stockage qui lui fait face selon l'axe X. De cette façon, un aimant d'un des premier organes de stockage interagit avec les deuxièmes organes de stockage adjacents qu'il sépare selon l'axe X. L'accumulateur est ainsi particulièrement compact.
- [0041] Selon une variante, le support d'au moins un, de préférence de chacun des premiers, respectivement deuxièmes, organe de stockage comporte des aimants disposés sur une

de ses faces qui interagissent avec les aimants du deuxième, respectivement premier, organe de stockage en regard de ladite face, et comporte d'autres aimants disposés sur sa face opposée qui interagissent avec les aimants d'un autre deuxième, respectivement premier, organe de stockage en regard de ladite face opposée.

- [0042] De préférence, la distance mesurée selon l'axe X entre chaque paire consécutive de premiers organes de stockage est constante et/ou la distance mesurée selon l'axe X entre chaque paire consécutive de deuxièmes organes de stockage est constante. De préférence, la distance entre chaque paire formée d'un premier organe de stockage et d'un deuxième de stockage qui lui est contigu est constante.
- [0043] De préférence, les premier et deuxième organes de stockage qui sont disposés chacun à une des extrémités de l'accumulateur comportent, du côté qui est opposé aux autres organes de stockage, une plaque en un matériau ferromagnétique. La plaque est de préférence faite d'un matériau ferromagnétique, ce qui permet ainsi de refermer le champ magnétique et d'éviter des interactions magnétiques avec d'autres organes disposés à distance de l'accumulateur et qui sont magnétiquement susceptibles.
- [0044] Le premier mécanisme de stockage peut comporter une première entretoise s'étendant selon un axe parallèle à l'axe X et sur laquelle les premiers organes de stockage sont fixés, la première entretoise étant de préférence fixée sur la face radialement extérieure de chaque premier organe de stockage, et/ou, le deuxième mécanisme de stockage peut comporter une deuxième entretoise s'étendant selon un axe parallèle à l'axe X et sur laquelle les deuxièmes organes de stockage sont fixés, la deuxième entretoise étant de préférence fixée sur la face radialement extérieure de chaque deuxième organe de stockage.
- [0045] La première entretoise peut être en butée contre la deuxième entretoise dans la configuration d'équilibre stable et/ou dans la configuration d'équilibre instable. En variante, le premier mécanisme de stockage peut être fixé rigidement sur un arbre d'axe X et le deuxième organe de stockage est monté rotatif autour de l'axe X, ce qui permet d'optimiser les aires en regard des premier et deuxième organes de stockage.
- [0046] Par ailleurs, l'invention concerne un dispositif de conversion d'énergie mécanique en énergie magnétique et *vice versa*, le dispositif comportant :
- un accumulateur d'énergie selon l'invention, les premier et deuxième organes de stockage étant mobiles en rotation autour de l'axe X,
 - un mécanisme de transmission comportant un arbre de transmission principal et des premier et deuxième arbres de transmission secondaires, un différentiel pour distribuer la vitesse de rotation de l'arbre de transmission principal à chacun des premier et deuxième arbres de transmission secondaires,
 - un mécanisme de commande comportant un mécanisme de transfert de puissance à variation continue comportant des premier et deuxième arbres de commande en co-

opération de rotation l'un avec l'autre, le rapport entre la vitesse de rotation du premier arbre de commande sur la vitesse de rotation du deuxième arbre de commande étant ajustable,

le premier organe de stockage, le premier arbre de transmission secondaire et le premier arbre de commande étant en coopération de rotation les uns avec les autres, et le deuxième organe de stockage, le deuxième arbre de transmission secondaire et le deuxième arbre de commande étant en coopération de rotation les uns avec les autres.

[0047] Comme cela apparaîtra plus en détail par la suite, lorsque l'accumulateur a emmagasiné de l'énergie magnétique, l'ajustement du rapport de la vitesse de rotation du premier arbre de commande sur la vitesse de rotation du deuxième arbre de commande permet de restituer l'énergie accumulée à l'arbre de distribution sous forme mécanique. Le dispositif de conversion agit alors comme un moteur. En modifiant ledit rapport, le mécanisme de commande peut contraindre le différentiel et ainsi forcer le déplacement des premier et deuxième organes de stockage de la configuration stable vers une configuration instable pour emmagasiner de l'énergie. Le dispositif de conversion agit alors comme une batterie.

[0048] De préférence, le dispositif comporte des premier et deuxième réducteurs de transmission pour que la vitesse de rotation du premier organe de stockage et la vitesse de rotation du deuxième organe de stockage respectivement soient chacune inférieures à la vitesse de rotation de l'arbre de transmission. De cette façon, par exemple lorsque l'arbre de transmission principal est relié directement ou indirectement à une roue d'un véhicule, on assure que l'accumulateur atteint la configuration d'équilibre instable après qu'un nombre élevé de tours de roues, et par conséquent une grande distance, ait été parcourue par la roue.

[0049] Le premier réducteur de transmission et le deuxième réducteur de transmission peuvent présenter le même rapport de démultiplication.

[0050] Le premier réducteur de transmission et/ou le deuxième réducteur de transmission peuvent être un démultiplicateur à engrenages cylindriques. De préférence, le premier réducteur de transmission et/ou le deuxième réducteur de transmission comportent des trains épicycloïdaux, notamment d'axe X.

[0051] Par ailleurs, le dispositif peut en outre comporter un premier réducteur de commande pour que la vitesse de rotation du premier organe de stockage soit inférieure à la vitesse de rotation du premier arbre de commande et/ou un deuxième réducteur de commande pour que la vitesse de rotation du deuxième organe de stockage soit inférieure à la vitesse de rotation du deuxième arbre de commande.

[0052] La réduction des premier et deuxième réducteurs de commande peut être inférieure à la réduction des premier et deuxième réducteurs de transmission. Avantageusement, un faible nombre de tours de rotation des premier et deuxième arbres de commande

permettent de modifier le décalage angulaire entre les premier et deuxième organes de stockage.

[0053] Le premier réducteur de commande et le deuxième réducteur de commande peuvent présenter le même rapport de démultiplication.

[0054] Le premier réducteur de commande et/ou le deuxième réducteur de commande peuvent être un démultiplicateur à engrenages cylindriques. De préférence, le premier réducteur de transmission et/ou le deuxième réducteur de transmission sont des trains épicycloïdaux, notamment d'axe X.

[0055] Par ailleurs, le dispositif peut comporter des premier et deuxième collecteurs en coopération de rotation avec les premier et deuxième organes de stockage respectivement.

[0056] Le premier collecteur peut être engrené sur le premier réducteur de transmission et sur le premier réducteur de commande et le deuxième collecteur peut être engrené sur le deuxième réducteur de transmission et sur le deuxième réducteur de commande.

[0057] Le premier organe de stockage peut comporter une première dentelure annulaire d'axe X, le premier collecteur comportant un pignon engrené dans la première dentelure et/ou le deuxième organe de stockage peut comporter une deuxième dentelure annulaire d'axe X, le deuxième collecteur comportant un pignon engrené dans la deuxième dentelure.

[0058] Par ailleurs, le mécanisme de transfert de puissance peut être un dispositif de transmission progressive, par exemple choisi parmi un variateur à organe de transfert de puissance trapézoïdal, notamment un variateur à courroie trapézoïdale, et un variateur toroïdal, notamment à axes concourants ou à disques coaxiaux.

[0059] De préférence, le mécanisme de transfert est un variateur à organe de transfert de puissance trapézoïdal, qui permet avantageusement de transférer une grande puissance du premier au deuxième arbre de commande et *vice versa*, grâce à l'organe de transfert de puissance trapézoïdal.

[0060] L'invention concerne encore un véhicule, notamment choisi parmi une voiture, une motocyclette, un camion, un engin de chantier, un engin agricole, un chariot de transport de charges lourdes et une bicyclette, comportant un accumulateur selon l'invention ou un dispositif selon l'invention. De préférence, le véhicule est une bicyclette.

[0061] De préférence, l'arbre de transmission du dispositif est en coopération de rotation avec un arbre d'une roue motrice du véhicule. L'arbre de transmission du dispositif du dispositif peut être un arbre d'une roue du véhicule.

[0062] L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description détaillée et des exemples qui vont suivre, présentés à titre illustratif et non limitatif et du dessin annexé, dans lequel :

- [0063] [Fig.1] est une vue en perspective d'un exemple d'accumulateur selon l'invention ;
- [0064] [Fig.2] illustre schématiquement le fonctionnement d'une variante de l'exemple d'accumulateur de la [Fig.1] ;
- [0065] [Fig.3] est une vue schématique de dessus d'un exemple de dispositif selon l'invention ;
- [0066] [Fig.4] est une vue schématique de face d'un mécanisme de transfert de puissance à variation continue mis en œuvre dans le dispositif illustré sur la [Fig.3];
- [0067] [Fig.5] est une vue schématique de dessus d'un autre exemple de dispositif selon l'invention ; et
- [0068] [Fig.6] est une vue en perspective d'une partie du dispositif illustré sur la [Fig.5] ;
- [0069] Dans les figures, les dimensions et les échelles des différents éléments constitutifs de l'accumulateur, du variateur et du dispositif selon l'invention n'ont pas toujours été nécessairement respectées, par souci de clarté du dessin.
- [0070] On a illustré sur les figures 1 et 2 un exemple d'accumulateur selon l'invention.
- [0071] L'accumulateur comporte un premier organe de stockage 2 et un deuxième organe de stockage 3 qui sont chacun rotatifs autour d'un axe X.
- [0072] Les premier et deuxième organes de stockage sont en outre mobiles en rotation l'un par rapport à l'autre autour de l'axe X.
- [0073] Les premier et deuxième organes de stockage sont identiques, si bien que la description d'un des premier organes de stockage faite ci-dessous est applicable au deuxième organe de stockage.
- [0074] Ledit organe de stockage comporte un support 4 et plusieurs paires d'aimants 13 de polarité inversée selon l'axe X.
- [0075] Le support 4 présente la forme d'un disque percé en son centre, un arbre de maintien 30 d'axe X traversant le support 4 de part en part dans son épaisseur.
- [0076] Le support comporte par ailleurs des trous 31 qui le traversent dans son épaisseur. Les trous sont de contour circulaire d'axe parallèle à l'axe X et sont répartis régulièrement les uns des autres autour de l'axe X. Par exemple, le support de la [Fig.1] comporte 6 trous répartis à 60 ° les uns des autres autour de l'axe X tandis que le support illustré sur la [Fig.2] en comporte 4 répartis à 90 ° les uns des autres autour de l'axe X.
- [0077] Les aimants 13 sont logés dans les trous 31, par exemple introduits en force. Ils sont répartis en alternance de pôles autour de l'axe X, i.e. en parcourant le support autour de l'axe X, à un aimant « NS » succède consécutivement un aimant « SN ».
- [0078] Le support 4 comporte par ailleurs une face radialement extérieure 32 dentelée.
- [0079] L'accumulateur illustré sur la [Fig.5] comporte un premier mécanisme de stockage 38 comportant plusieurs premiers organes de stockage 2 et un deuxième mécanisme de stockage 39 comportant plusieurs deuxième organes de stockage. Les premier et

deuxièmes mécanismes de stockage sont disposés en alternance et sont ainsi interdigités.

- [0080] Les premiers et deuxièmes organes de stockage sont disposés en alternance deux à deux selon l'axe X. Ainsi, en parcourant l'axe X dans un sens, hormis pour ce qui concerne les organes de stockage disposés aux extrémités de l'accumulateur selon l'axe X, chaque deuxième organe de stockage est disposé entre deux premiers organes de stockage adjacents et *vice versa*.
- [0081] Par ailleurs, ils sont espacés les uns des autres d'une distance d', mesurée selon l'axe X, qui est constante.
- [0082] Les premiers organes de stockage et les deuxièmes organes de stockage sont entraînés en rotation autour de l'axe X chacun au moyen d'un premier arbre collecteur 40 et au moyen d'un deuxième collecteur 41 respectivement qui sont rotatifs chacun autour d'un axe parallèle à l'axe X.
- [0083] Le premier collecteur et le deuxième collecteur portent des pignons 43 qui sont engrenés chacun dans la radialement extérieure dentelée 32 d'un premier organe de stockage et d'un deuxième organe de stockage respectivement.
- [0084] La mise en rotation des premier 40 et deuxième 41 collecteurs selon des sens de rotation différents résulte ainsi en une mise en rotation relative du premier organe de stockage 2 par rapport au deuxième organe stockage 3.
- [0085] Les premiers et deuxième organe de stockage peuvent ainsi être disposés, comme cela est illustré sur la [Fig.2] a), selon une première configuration d'équilibre stable selon laquelle les aimants 13 du premier organe de stockage sont disposés chacun selon un axe parallèle à l'axe X en regard d'un aimant 17 de polarité inversée selon l'axe X du deuxième organe de stockage. Autrement dit, chaque aimant « SN » du premier organe de stockage est intégralement superposé axialement à un aimant « SN » du deuxième organe de stockage et *vice versa*, et chaque aimant « NS » du premier organe de stockage est intégralement superposé axialement à un aimant « NS » du deuxième organe de stockage et *vice versa*. Ainsi, les ressorts en regard selon l'axe X ont des pôles qui s'attirent. Cette configuration d'équilibre stable correspond à celle où l'énergie magnétique dans l'accumulateur est minimale et pour laquelle l'accumulateur n'a pas emmagasiné d'énergie.
- [0086] La mise en rotation relative des premier et deuxième organes de stockage déplace les aimants des premier et deuxième organes de stockage les uns par rapport aux autres dans une direction transverse à l'axe X vers différentes configurations instables fonction de l'angle de rotation du premier organe de stockage par rapport au deuxième organe de stockage.
- [0087] Dans ces configurations instables, un aimant du premier organe de stockage est au moins partiellement superposé avec un aimant de même polarité et optionnellement

avec un aimant de polarité inversée le long de l'axe X, comme cela peut être observé sur la [Fig.2] b).

[0088] L'accumulateur peut être disposé dans une configuration d'équilibre instable par une rotation relative d'un angle de 90° autour de l'axe X entre les premiers et deuxièmes organes de stockage. Dans cette configuration d'équilibre instable, les aimants du premier organe de stockage sont disposés chacun selon un axe parallèle à l'axe X en regard d'un aimant de même polarité selon l'axe X du deuxième organe de stockage. Autrement dit, chaque aimant « SN » du premier organe de stockage est intégralement superposé axialement à un aimant « NS » du deuxième organe de stockage et *vice versa*, et chaque aimant « NS » du premier organe de stockage est intégralement superposé axialement à un aimant « SN » du deuxième organe de stockage et *vice versa*. Ainsi, les ressorts en regard selon l'axe X se repoussent, générant une force électromagnétique élevée entre eux. Cette configuration d'équilibre instable illustrée sur la [Fig.2] c) est celle où l'énergie magnétique dans l'accumulateur est maximale.

[0089] Dans l'exemple illustré, les premier et deuxième organes comportent quatre ou six aimants. Ce nombre n'est toutefois pas limitatif et peut être plus élevé ou plus faible, sans que cela ne modifie les aptitudes au stockage d'énergie de l'accumulateur. De préférence, les aimants sont disposés régulièrement et en alternance de polarité autour de l'axe X.

[0090] L'accumulateur selon l'invention permet d'emmagasiner une grande densité massique d'énergie par un faible déplacement relatif du premier organe de stockage par rapport au deuxième organe de stockage.

[0091] La [Fig.3] illustre un premier exemple de dispositif 50 selon l'invention pour convertir une énergie mécanique en énergie magnétique et *vice versa*.

[0092] Le dispositif comporte un accumulateur d'énergie 1 selon l'invention tel que décrit sur les figures 1 et 2, un mécanisme de transmission 52 et un mécanisme de commande 54 qui sont liés cinématiquement les uns aux autres.

[0093] Le mécanisme de transmission 52 comporte un arbre de transmission principal 55, des premier 56 et deuxième 57 arbres de transmission secondaires et un différentiel 58.

[0094] L'arbre de transmission principal 55 est par exemple en coopération de rotation, directe ou indirecte, avec un arbre de sortie d'un moteur ou un arbre de rotation d'une roue d'un véhicule. Ainsi l'arbre de distribution transmet une énergie mécanique destinée à être emmagasinée par l'accumulateur 1 sous forme magnétique ou récupère une énergie mécanique produite par la libération de l'énergie d'interaction magnétique entre les aimants de l'accumulateur. Comme cela sera décrit par la suite, l'accumulation ou la restitution de l'énergie d'interaction magnétique est commandée par le mécanisme de commande 54.

[0095] Le différentiel 58 est configuré pour distribuer la vitesse de rotation de l'arbre de

transmission principal 55 à chacun des premier 56 et deuxième 57 arbres de transmission secondaires.

- [0096] Le dispositif de conversion 50 comporte des premier 58 et deuxième 59 collecteurs qui sont en coopération de rotation avec les premier 2 et deuxième 3 organes de stockage respectivement.
- [0097] Les premier et deuxième collecteurs comportent des premier 60 et deuxième 61 arbres collecteurs portant des premiers 62 et deuxièmes 63 pignons collecteurs.
- [0098] Chacun des premiers pignons collecteurs 62 est engrené sur une dentelure portée par la face radialement extérieure 64 du support d'un premier organe de stockage 2 correspondant et chaque deuxième pignon collecteur 63 du deuxième collecteur est engrené sur une dentelure 65 portée par la face radialement extérieure du support d'un deuxième organe de stockage 3 correspondant.
- [0099] Par ailleurs, le mécanisme de transmission 52 comporte un premier réducteur de transmission 70 qui est disposé entre le premier arbre de transmission 56 et le premier collecteur 58. Il comporte en outre un deuxième réducteur de transmission 71 qui est disposé entre le deuxième arbre de transmission 57 et le deuxième collecteur 59.
- [0100] Le mécanisme de transmission 52 est adapté à ce que la vitesse de rotation du premier organe de stockage 2 et la vitesse de rotation du deuxième organe de stockage 3 respectivement soient chacune inférieures à la vitesse de rotation de l'arbre de transmission principal 55. De cette façon, on assure qu'un grand nombre de rotations de l'arbre de distribution principal 55 résulte en une faible rotation relative des premier et deuxième organes de stockage l'un par rapport à l'autre.
- [0101] Les premier 70 et deuxième 71 réducteurs de transmission de l'exemple illustrés sont des démultiplicateurs à engrenages cylindriques. D'autres types de réducteurs peuvent toutefois être envisagés.
- [0102] Le mécanisme de commande 54 comporte un mécanisme de transfert de puissance à variation continue 80 comportant des premier 81 et deuxième 82 arbres de commande en coopération de rotation l'un avec l'autre. Le rapport de la vitesse de rotation du premier arbre de commande sur la vitesse de rotation du deuxième arbre de commande peut être ajusté par l'utilisateur du dispositif, afin d'entraîner une accumulation ou une restitution d'énergie.
- [0103] Le variateur à organe de transfert de puissance trapézoïdal peut comporter des premier 83 et deuxième 84 plateaux fixés au premier 81 et deuxième 82 arbres de commande et d'axes confondus avec les axes respectifs des premier et deuxième arbres de commande.
- [0104] Les premier et deuxième plateaux entraînent en rotation un organe de transfert de puissance 85, par exemple une courroie ou une chenille, par leurs faces radialement extérieures 86, 87. L'organe de transfert de puissance est inextensible et de longueur

constante ainsi que la distance entre les centres des premier et deuxième plateaux. Le variateur est configuré pour présenter que les premier et deuxième plateaux présentent des diamètres qui peuvent varier conjointement pour maintenir une tension et une longueur sensiblement constantes dans la courroie.

- [0105] Le fonctionnement de l'organe d'un exemple de variateur à organe de transfert de puissance trapézoïdal est illustré sur la [Fig.4]. Lorsque les premier et deuxième plateaux présentent des diamètres ϕ_1 , ϕ_2 identiques ([Fig.4] b)), les vitesses de rotation des premier et deuxième arbre de commande sont alors égales. En conséquence, les vitesses des premier et deuxième collecteurs sont identiques. Ainsi, la vitesse relative de rotation du premier organe de stockage 2 par rapport au deuxième organe de stockage 3 est nulle. Il n'y a alors ni accumulation ni restitution d'énergie dans l'accumulateur.
- [0106] Lorsque le premier plateau présente un diamètre ϕ_1 plus grand, respectivement plus petit, que celui ϕ_2 du deuxième plateau, la vitesse du premier collecteur 58 est inférieure, respectivement supérieure à la vitesse du deuxième collecteur 59. Les premiers organes de stockage tournent alors moins vite, respectivement plus vite, que les deuxièmes organes de stockage. La vitesse de rotation d'un premier organe de stockage par rapport à un deuxième organe de stockage est alors négative, respectivement positive. De cette façon, il est ainsi possible de déplacer les premier et deuxième organes de stockage entre une configuration d'équilibre stable et une configuration d'équilibre instable pour emmagasiner de l'énergie magnétique dans l'accumulateur ou la restituer.
- [0107] Le dispositif comporte en outre un premier réducteur de commande 88 disposé entre le premier arbre de commande et le premier collecteur et un deuxième réducteur de commande 99 disposé entre le deuxième arbre de commande et le deuxième collecteur.
- [0108] Par ailleurs, les forces d'interaction magnétique pouvant être élevées, afin d'éviter une déformation excessive des supports et pour maintenir une distance constante entre les premier et deuxième organes de stockage, l'accumulateur comporte des espaceurs 90 sous forme de billes logées dans des gorges annulaires de forme complémentaire, ménagées sur les faces des supports en regard des premier et deuxième organes de stockage. Ainsi, lors de la rotation relative des premier et deuxième organes de stockage l'un par rapport à l'autre, les billes roulent dans les gorges annulaires tout en maintenant les supports à distance constante.
- [0109] La [Fig.5] illustre un autre exemple de dispositif de conversion d'énergie selon l'invention, qui diffère du dispositif illustré sur les figures 3 et 4 notamment par les différences suivantes.
- [0110] Les premier 56 et deuxième 57 arbres de transmission comportent des pignons de transmission 92 qui sont engrenés sur des pignons d'entrée 93 portés par chacun des

premier 81 et deuxième 82 arbres de commande. Dans une variante non illustrée, le dispositif de conversion 50 peut comporter des premier et deuxième réducteurs de transmission disposés entre le premier arbre de transmission et le premier arbre de commande d'une part et entre le deuxième arbre de transmission et le deuxième arbre de commande d'autre part.

- [0111] Par ailleurs, les premier et deuxième arbres de transmission portent des pignons de sortie 94 qui sont engrenés respectivement sur des premiers 70 et deuxième 71 réducteurs de transmission qui sont en coopération de rotation avec les premier 2 et deuxième 3 organes de stockage respectivement.
- [0112] Dans l'exemple illustré, les premier et deuxième réducteurs de transmission sont des premier et deuxième trains épicycloïdaux d'axe X.
- [0113] Chaque train épicycloïdal comporte un pignon planétaire 96 d'axe X, un porte-satellite 97 d'axe X et des pignons satellites 98 d'axe parallèle à l'axe X disposés entre le pignon planétaire et le porte-satellite et engrenés sur le pignon satellite et sur le porte-satellite. Ainsi lors d'une rotation du pignon planétaire, les pignons satellites tournent autour de l'axe X et autour de leur axe parallèle à l'axe X, et entraînent la rotation du porte-satellite autour de l'axe X, la vitesse de rotation du porte-satellite autour de l'axe X étant inférieure à la vitesse de rotation du pignon planétaire.
- [0114] Le porte-satellite 98 du premier train épicycloïdal comporte un premier arbre collecteur 100 disposé à sa périphérie radiale et qui s'étend axialement en portant des pignons 101 qui sont chacun engrené sur la dentelure extérieure d'un premier organe de stockage 2.
- [0115] Le porte-satellite du deuxième train épicycloïdal comporte un deuxième arbre collecteur 102 d'axe X qui porte des pignons 103 chacun disposé dans un trou central d'axe X d'un deuxième organe de stockage 3 correspondant et qui est engrené sur une dentelure portée par la face radialement intérieure du trou.
- [0116] Dans une variante, illustrée sur la [Fig.6], le porte-satellite du premier train épicycloïdal, respectivement du deuxième train épicycloïdal, comporte une première entretoise 104, respectivement une deuxième entretoise 105, fixée à sa périphérie radiale et qui s'étend axialement. La première entretoise, respectivement la deuxième entretoise, est fixée sur la face radialement extérieure de chacun des premiers 2, respectivement deuxièmes 3, organes de stockage, afin de les déplacer collectivement en rotation autour de l'axe X.

Exemple

- [0117] On illustre ci-dessous un exemple de dimension d'un accumulateur selon l'invention, composant d'un dispositif de restitution destiné à être intégré au sein d'une bicyclette, l'arbre principal de distribution étant par exemple l'arbre d'une roue de la bicyclette.
- [0118] L'accumulateur, du type de ceux illustrés sur les figures 1, 2 et 6 comporte 25

organes de stockage comportant chacun un support sous la forme d'un disque d'épaisseur égale à 3 mm et diamètre égal à 100 mm. Les organes de stockage sont disposés dans une boîte cubique de 10 cm de côté.

[0119] Les organes de stockage sont disposés alternativement le long d'un axe X autour duquel ils sont mobiles en rotation. Les supports sont distants les uns des autres selon l'axe X d'une distance de 1 mm. Chaque support porte deux aimants en néodyme de type N52 de polarité opposée aptes à exercer avec un aimant similaire une force surfacique f_s de 50 N/cm². En supposant que les aimants couvrent toute la surface d'un support, la puissance totale P pouvant être générée par les interactions magnétiques dans l'accumulateur par rotation d'un demi-tour est calculée selon la formule :

[0120] [Math.1]

$$P = f_s * N * S * L / 2$$

[0121] avec :

- N étant le nombre d'interactions entre les disques du système, égal à 48, en considérant que chaque disque interagit avec deux disques adjacents hormis les disques extrémaux, et
- S est l'aire de chaque disque, soit 78,5 cm²,
- L est le périmètre d'un disque, égal à 15,7 cm.

[0122] Ainsi, selon cet exemple, la puissance maximale issue des interactions magnétiques qui peut être générée est d'environ 29,5 kJ.

[0123] Il est connu qu'il est nécessaire de dépenser environ 17 J/s et 25 J/s pour qu'une bicyclette d'une masse de 10 kg conduite par une personne d'une masse de 70 kg se déplace sur une route plate à une vitesse de 5 km/h et de 10 km/h.

[0124] En convertissant l'énergie magnétique emmagasinée par l'accumulateur en travail d'entraînement de la roue, il est ainsi possible de faire avancer la bicyclette à une vitesse de 5 km/h pendant 29 min environ et à une vitesse de 10 km/h pendant 19 min environ.

[0125] Comme cela apparaît tout au long de la présente description, l'invention fournit un accumulateur et un dispositif de conversion qui sont compacts et peuvent être aisément disposés au sein d'une chaîne cinématique de transmission d'un véhicule. En outre, l'accumulateur permet d'accumuler une densité massique d'énergie magnétique élevée et de la convertir en énergie mécanique immédiatement, par une simple commande de l'utilisateur.

[0126] L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits à titre illustratif et non limitatif. Par exemple, le dispositif de conversion peut comporter un mécanisme activateur, par exemple une manette fixée sur le guidon ou le cadre de la bicyclette, relié au mécanisme de commande, l'utilisateur actionnant le mécanisme activateur pour commander le stockage ou la restitution d'énergie par l'accumulateur.

Revendications

- [Revendication 1] Accumulateur d'énergie (1) comportant des premier (2) et deuxième (3) organes de stockage espacés l'un de l'autre d'une distance (d') fixe selon un axe X,
chacun des premier et deuxième organes de stockage comportant deux aimants de polarité inversée le long de l'axe X,
au moins un des aimants (13) du premier organe de stockage (2) interagissant magnétiquement avec au moins un des aimants (17) du deuxième organe de stockage (3) dans au moins une configuration de l'accumulateur d'énergie, et *vice versa*,
les premier et deuxième organes de stockage étant mobiles l'un par rapport à l'autre entre une configuration d'équilibre stable où l'énergie magnétique induite par l'interaction magnétique entre les aimants des premier et deuxième organes de stockage est minimale et au moins une configuration instable où l'énergie magnétique est supérieure à l'énergie magnétique dans la configuration stable.
- [Revendication 2] Accumulateur selon la revendication 1, les premier (2) et deuxième (3) organes de stockage étant identiques.
- [Revendication 3] Accumulateur selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, chaque aimant (13) du premier organe de stockage (2) interagissant magnétiquement avec au moins un des aimants (17) du deuxième organe de stockage (3) dans au moins une configuration de l'accumulateur d'énergie, et *vice versa*.
- [Revendication 4] Accumulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel dans la configuration d'équilibre stable, chaque aimant du premier organe de stockage fait face selon l'axe X à un aimant du deuxième organe de stockage de polarité opposée, et *vice versa*.
- [Revendication 5] Accumulateur selon la revendication précédente, selon lequel dans la configuration d'équilibre stable, chaque aimant du premier organe de stockage étant superposé à un unique aimant du deuxième organe de stockage de polarité opposée dans la configuration d'équilibre stable, et *vice versa*.
- [Revendication 6] Accumulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel dans une configuration d'équilibre instable où l'énergie magnétique est maximale, chaque aimant du premier organe de stockage fait face selon l'axe X à un aimant du deuxième organe de même polarité, et *vice versa*.

- [Revendication 7] Accumulateur selon la revendication précédente, chaque aimant du premier organe de stockage étant superposé à un unique aimant du deuxième organe de stockage de même polarité dans la configuration d'équilibre instable, et *vice versa*.
- [Revendication 8] Accumulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, le premier organe de stockage et/ou le deuxième organe de stockage présentant une forme générale d'un disque d'axe X.
- [Revendication 9] Accumulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, les premier et deuxième organes de stockage étant mobiles l'un par rapport à l'autre en rotation autour de l'axe X.
- [Revendication 10] Accumulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, le premier organe de stockage et/ou le deuxième organe de stockage comportant un support (4) portant les aimants, le support étant diamagnétique, par exemple en cuivre ou en laiton, ou paramagnétique, par exemple en un alliage d'aluminium ou de tungstène.
- [Revendication 11] Accumulateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, comportant un premier mécanisme de stockage (38) comportant plusieurs premiers organes de stockage, notamment rigidement reliés entre eux et un deuxième mécanisme de stockage comportant plusieurs deuxièmes organes de stockage (39), notamment rigidement reliés entre eux, le premier mécanisme de stockage et le deuxième mécanisme de stockage étant interdigités.
- [Revendication 12] Accumulateur selon la revendication précédente, la distance entre chaque paire consécutive de premiers organes de stockage étant constante et/ou la distance entre chaque paire consécutive de deuxième organes de stockage étant constante.
- [Revendication 13] Accumulateur selon l'une quelconque des revendications 11 et 12, la distance entre chaque paire formée d'un premier organe de stockage et d'un deuxième de stockage qui lui est contigu étant constante.
- [Revendication 14] Dispositif (50) de conversion d'énergie mécanique en énergie magnétique et *vice versa*, le dispositif comportant :
- un accumulateur d'énergie (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, les premier et deuxième organes de stockage étant mobiles en rotation autour de l'axe X,
 - un mécanisme de transmission (54) comportant un arbre de transmission principal (55) et des premier (56) et deuxième (57) arbres de transmission secondaires, un différentiel (58) pour distribuer la vitesse de rotation de l'arbre de transmission principal à chacun des

premier et deuxième arbres de transmission secondaires,
 - un mécanisme de commande (54) comportant un mécanisme de transfert de puissance à variation continue (80) comportant des premier (81) et deuxième (82) arbres de commande en coopération de rotation l'un avec l'autre, le rapport entre la vitesse de rotation du premier arbre de commande sur la vitesse de rotation du deuxième arbre de commande étant ajustable,
 le premier organe de stockage (2), le premier arbre de transmission secondaire (56) et le premier arbre de commande (81) étant en coopération de rotation les uns avec les autres, et
 le deuxième organe de stockage (3), le deuxième arbre de transmission secondaire (57) et le deuxième arbre de commande (82) étant en coopération de rotation les uns avec les autres.

- [Revendication 15] Dispositif selon la revendication 14, comportant des premier (70) et deuxième (71) réducteurs de transmission pour que la vitesse de rotation du premier organe de stockage et la vitesse de rotation du deuxième organe de stockage respectivement soient inférieures à la vitesse de rotation de l'arbre de transmission.
- [Revendication 16] Dispositif selon la revendication précédente, le premier réducteur de transmission et/ou le deuxième réducteur de transmission comportant des trains épicycloïdaux, de préférence d'axe X.
- [Revendication 17] Dispositif selon l'une quelconque des revendications 14 à 16, le mécanisme de transfert de puissance à variation continue étant un variateur à organe de transfert de puissance trapézoïdal.
- [Revendication 18] Véhicule, notamment choisi parmi une voiture, une motocyclette, un camion, un engin de chantier, un engin agricole et une bicyclette, comportant un accumulateur selon l'une quelconque des revendications 1 à 13 ou un dispositif selon l'une quelconque des revendications 14 à 17.

[Fig. 3]

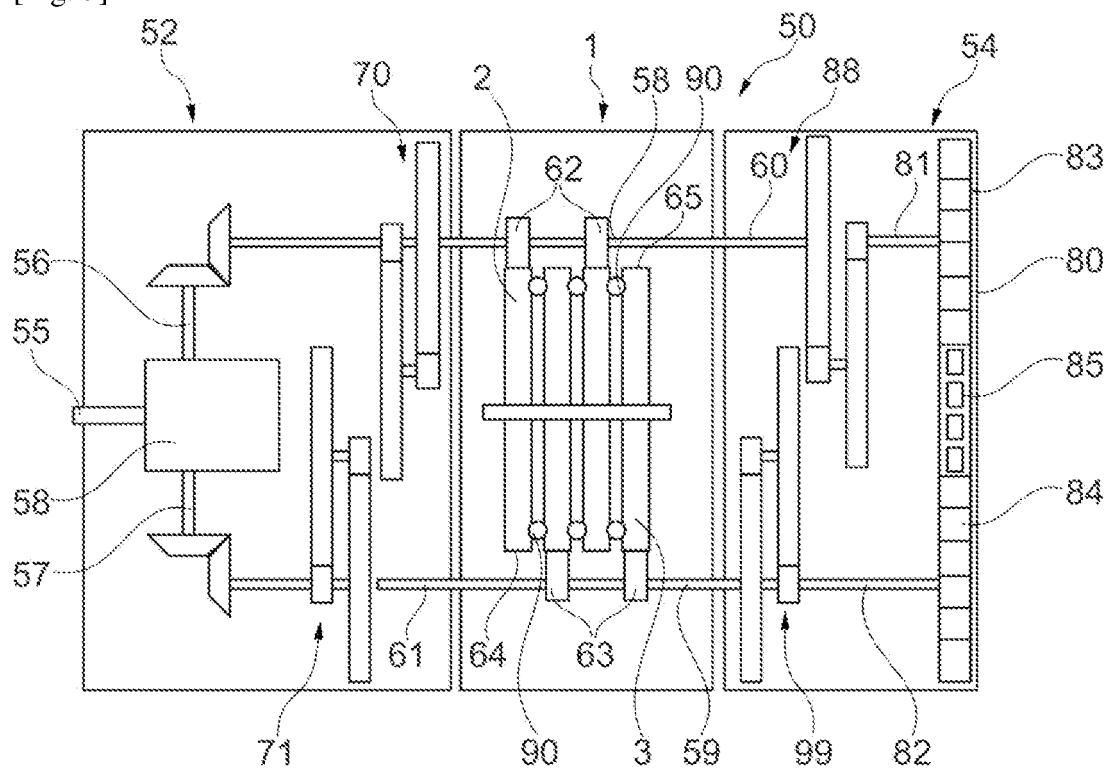


Fig. 3

[Fig. 4]

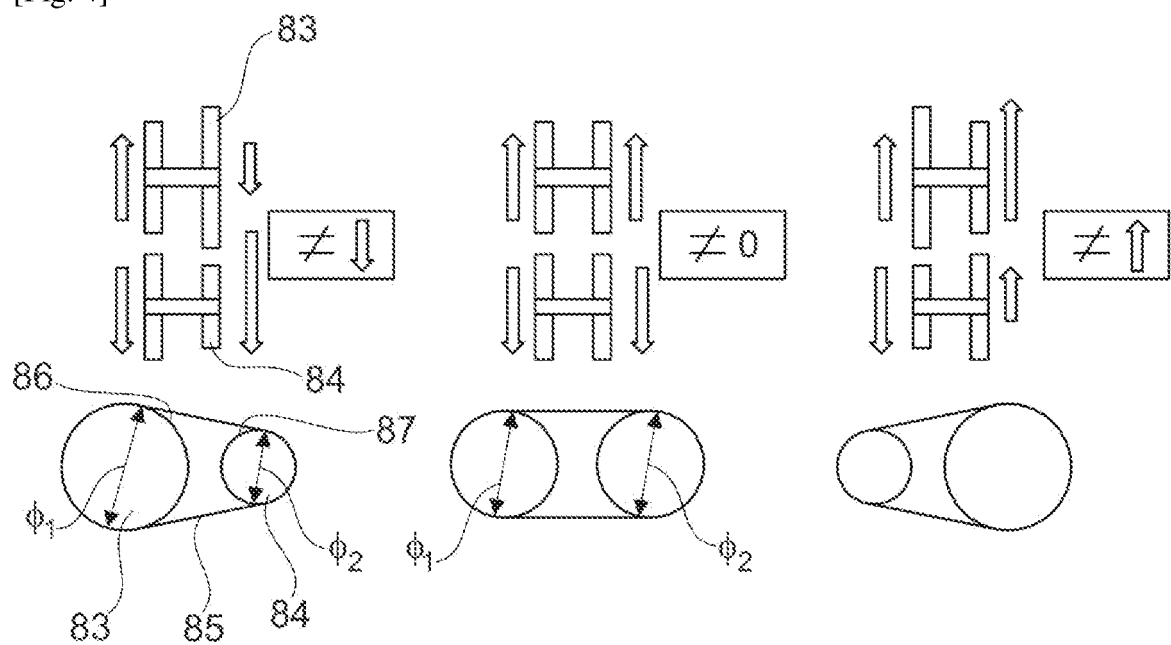


Fig. 4

[Fig. 5]

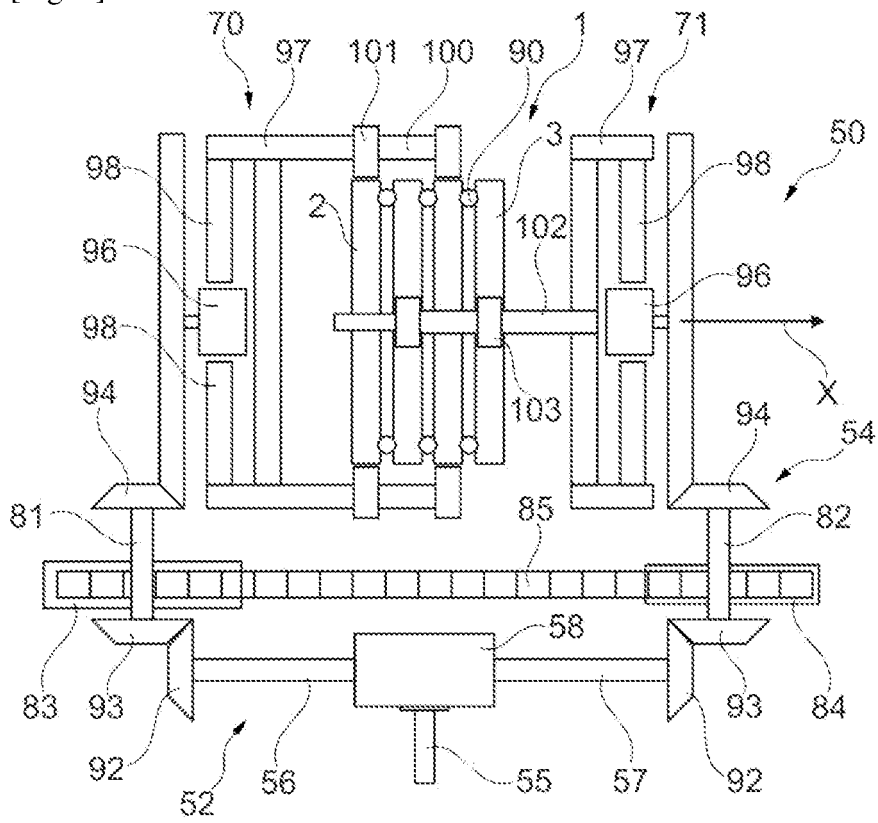


Fig. 5

[Fig. 6]

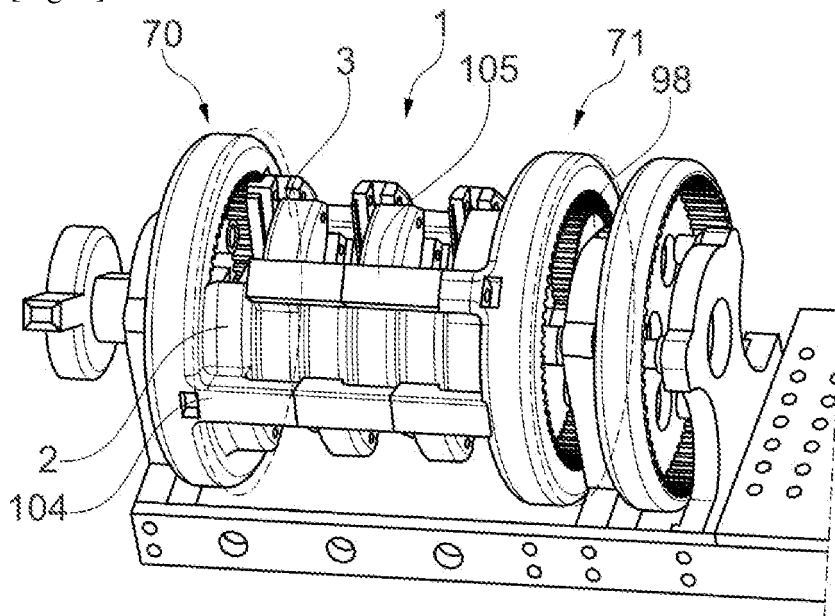


Fig. 6

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 919474
FR 2305660

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	US 2020/386289 A1 (CLYMER MARK LAWRENCE [US] ET AL) 10 décembre 2020 (2020-12-10)	1-13, 18	F03G 1/00 H02N 11/00
A	* alinéas [0054] - [0056], [0059], [0132] - [0134], [0149]; figures 4C-4D *	14-17	
A	WO 2019/053675 A2 (DE INNOVATION LAB LTD [GB]) 21 mars 2019 (2019-03-21) * figure 2 *	11-13	
A	CN 114 679 027 B (UNIV SCIENCE AND TECHNOLOGY CHINA) 20 septembre 2022 (2022-09-20) * figure 1 *	11-13	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H02K F16F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
4 décembre 2023		Georgopoulos, P	
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 2305660 FA 919474**

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 **04-12-2023**
 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
US 2020386289 A1	10-12-2020	AUCUN	
WO 2019053675 A2	21-03-2019	GB 2566499 A	20-03-2019
		WO 2019053675 A2	21-03-2019
CN 114679027 B	20-09-2022	AUCUN	