

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
29 décembre 2016 (29.12.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/207422 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F01C 1/063 (2006.01) *F01C 19/06* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/064798

(22) Date de dépôt international :
27 juin 2016 (27.06.2016)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1555989 26 juin 2015 (26.06.2015) FR

(71) Déposant : VALEO SYSTEMES THERMIQUES
[FR/FR]; 8 rue Louis Lormand, La Verrière, 78320 Le
Mesnil Saint Denis (FR).

(72) Inventeurs : GORMAT, Abdelaziz; 33 place de l'Esterel,
34090 Montpellier (FR). TONDELLI, Stéphane; 6, im-
passe des Jonquilles, 78870 Bailly (FR). MARTINS, Car-
los; 36 rue Jean Duplessis, 78150 Le Chesnay (FR).

DROULEZ, Eric; 62 rue des Moulineaux, 92150 Suresnes
(FR). GESSIER, Bertrand; 3, allée du Prieuré, 78490
Montfort L'Amaury (FR).

(74) Mandataire : NEUVIALE, Bertrand; 34, rue Saint An-
dré, 93012 Bobigny Cedex (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : POSITION OF SEALING SEGMENTS ON PISTONS OF A COMPRESSION AND EXPANSION MACHINE

(54) Titre : POSITION DE SEGMENTS D'ÉTANCHÉITÉ SUR DES PISTONS D'UNE MACHINE DE COMPRESSION ET DE DÉTENTE

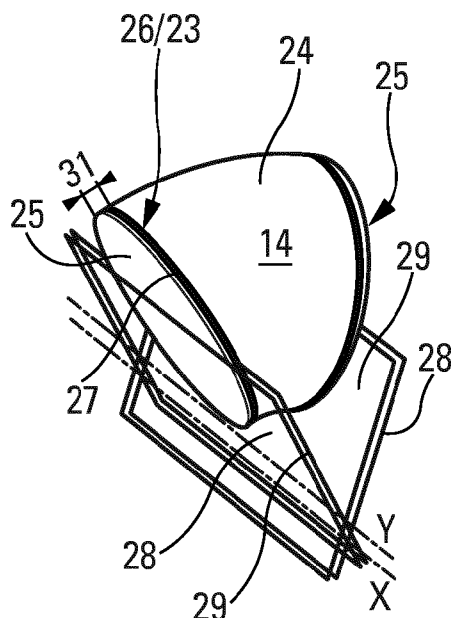


Fig. 7

(57) Abstract : The invention relates to a piston of a compression and ex-
pansion machine, in the form of a toroid portion defined by a central per-
ipheral enclosure and two side end surfaces, and including, near each end,
a groove made in the peripheral enclosure, surrounding the toroid portion
and being capable of holding a sealing segment. Said piston is characteri-
sed in that the median plane of each groove is parallel to the plane contain-
ing the proximal side surface of said groove.

(57) Abrégé : Piston d'une machine de compression et de détente, ayant
la forme d'une portion de tore définie par une enveloppe périphérique
centrale et deux faces latérales d'extrémité, et comportant, au voisinage de
chaque extrémité, une gorge pratiquée dans l'enveloppe périphérique, fai-
sant le tour de la portion de tore et étant apte à accueillir un segment
d'étanchéité. Ce piston se caractérise en ce que le plan médian de chaque
gorge est parallèle au plan contenant la face latérale proximale de ladite
gorge.



TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

Position de segments d'étanchéité sur des pistons d'une machine de compression et de détente

5

Domaine de l'invention

L'invention concerne une machine de compression et de détente de type ciseaux destinée à être utilisée, en particulier, dans un système de récupération d'énergie thermique, 10 faisant travailler un fluide pour valoriser les pertes thermiques d'un moteur, par exemple à l'échappement ou sur toute autre source chaude.

Plusieurs types de systèmes utilisant un fluide de travail chauffé par cette source chaude ont été envisagés. Dans tous les cas, le fluide effectue un cycle au cours duquel il doit être pompé ou comprimé pour entrer dans un échangeur avant de pouvoir, ensuite, 15 fournir de l'énergie mécanique par une détente.

Etat de la technique

Ce type de machine de compression et de détente, appelée communément machine 20 ciseaux, comporte classiquement un carter avec au moins une chambre de révolution autour d'un axe de symétrie et divisant la chambre en cellules tournant avec les pistons. La forme de la machine ciseaux peut être toroïdale. Dans ce cas, les pistons seront sous forme de portions de tore. La forme toroïdale est compacte, et permet de prévoir des segments d'étanchéité de forme simple, cylindrique, sur les côtés des pistons, afin d'assurer 25 l'étanchéité de la machine et de réduire les frottement entre les pistons et le carter.

La machine comporte en outre un dispositif de coordination du mouvement desdits pistons configuré pour que, lors d'un tour de rotation, chaque cellule effectue au moins un premier cycle d'expansion/contraction correspondant à une étape de compression d'un 30 premier flux de gaz passant par cette cellule et au moins au deuxième cycle d'expansion/contraction correspondant à une étape de détente d'un deuxième flux de gaz passant par cette cellule.

Pour se faire, un premier arbre est relié à une première paire de pistons, et un deuxième arbre est relié à une deuxième paire de pistons, les deux arbres ayant un 35 mouvement relatif l'un par rapport à l'autre et étant coaxiaux selon un axe X.

Ces deux paires de pistons permettent aux cellules de la chambre de travail d'effectuer un nombre pair de cycles d'expansion/contraction lors d'un tour de rotation. Les

pistons de chaque paire ont un mouvement solidaire et sont, par exemple, diamétralement opposés.

Le fait que les deux arbres aient un mouvement relatif l'un par rapport à l'autre permet de faire varier le volume des cellules tournantes pour que d'un côté, la diminution du volume s'apparente à une phase de contraction / compression, tandis que de l'autre côté l'augmentation du volume de la cellule constitue une phase d'expansion / détente.

Dans d'autres termes, le rapprochement des pistons permet de comprimer le premier flux de gaz, et l'énergie de l'explosion pousse les pistons à s'écarter l'un de l'autre dans la phase de détente du deuxième flux de gaz.

Les segments disposés dans des gorges circulaires pratiquées sur les extrémités des pistons servent à limiter les fuites de gaz d'une cellule à l'autre. Les plans contenant les gorges se rejoignent classiquement sur l'axe central de la machine, correspondant à l'axe du tore formant la chambre de travail. Ainsi, les segments et les gorges ont toujours une forme circulaire. Dans cette disposition, le segment n'est pas tout à fait au bout du piston : il existe une distance entre le bout du piston et le segment, que l'on appelle « volume mort ». Cette distance est plus importante sur la partie supérieure du piston (proche du carter de la machine) que sur la partie inférieure du piston (proche de l'axe de la machine) de par la forme toroïdale du piston. Sur cette distance, le segment n'assure pas l'étanchéité, ce qui est dommageable pour la machine. En effet, le volume mort pénalise le rendement global de la machine de façon significative.

De plus, lorsque le diamètre de la machine augmente, cette distance augmente également en conséquence. Ainsi, le volume mort est d'autant plus important pour des machines de grand diamètre.

Dans le cadre de la récupération d'énergie, la machine nécessite une étanchéité maximale entre les cellules adjacentes, et entre les cellules et les ouvertures externes. En l'espèce, la machine présente des ouvertures vers l'extérieur, plus particulièrement pour l'admission du premier flux de gaz, pour l'envoi du premier flux de gaz comprimé vers l'échangeur, pour l'aspiration du second flux de gaz en provenance de l'échangeur, et pour le refoulement du second flux de gaz détendu.

Or lors du passage d'un piston devant une ouverture, des fuites apparaissent au niveau du volume mort puisqu'il existe un décalage angulaire entre le segment et le début ou la fin de l'ouverture. Des gaz peuvent ainsi passer directement d'une cellule à l'autre, ou entre l'ouverture et la cellule adjacente au piston sensé bloquer l'ouverture. Ces fuites sont générées notamment dans les zones de haute pression. La loi de volume, définissant le

volume de chaque cellule au sein de la machine en fonction de la position des pistons, est donc directement impactée puisqu'elle n'est pas respectée à cause de ces fuites d'air.

5 Par ailleurs, puisque les plans médians des gorges ne sont pas parallèles aux plans des côtés des pistons, l'usinage de ces gorges est complexe et coûteux. Il est nécessaire d'avoir des moyens d'usinage à plusieurs axes pour obtenir la forme circulaire de la gorge.

10 De plus, le montage des segments est délicat, dans le sens où il présente un risque élevé de cassure. En effet, pour monter les segments, il faut les ouvrir jusqu'à ce qu'ils puissent rentrer dans la gorge. Le choix des matériaux des segments est ainsi limité à ceux dotés d'un coefficient d'élasticité important.

15 Lors des opérations de maintenance, pour changer les segments usés, il est ainsi nécessaire de démonter et déposer les arbres et la cinématique, puis démonter les pistons pour ensuite démonter les segments. Le coût engendré par ce temps d'immobilisation de la machine est important.

20 L'objectif de la présente invention consiste à proposer un positionnement des segments qui permettent de réduire les fuites dans une machine ciseaux de forme toroïdale, et qui remédie aux différents inconvénients précités.

Résumé de l'invention

25 A cet effet, l'invention concerne un piston d'une machine de compression et de détente. Ce piston a la forme d'une portion de tore définie par une enveloppe périphérique centrale et deux faces latérales d'extrémité, et comportant, au voisinage de chaque extrémité, une gorge pratiquée dans l'enveloppe périphérique, faisant le tour de la portion de tore et étant apte à accueillir un segment d'étanchéité.

30 Ce piston se caractérise à titre principal en ce que le plan médian de chaque gorge est parallèle au plan contenant la face latérale proximale de ladite gorge.

Pour chaque côté du piston, la section de tore passant par la gorge est donc positionnée parallèlement à la section de tore définie par la face latérale, alors que dans l'art antérieur, ces deux sections étaient disposées angulairement l'une par rapport à l'autre. 35 Avec une telle disposition angulaire, la distance entre la gorge et l'extrémité du piston augmente depuis la partie inférieure de la portion de tore (proche de l'axe de la machine), vers la partie supérieure de la portion de tore (proche du carter de la machine). Ainsi, en

partie supérieure du piston, il existe un grand volume mort entre la gorge et l'extrémité latérale du piston.

L'idée de l'invention consiste ainsi à réduire au maximum cette distance, afin que le segment assure l'étanchéité jusqu'au bout du piston.

5 Le parallélisme répond à ce problème, car il permet de positionner la gorge plus près de l'extrémité du piston, et de conserver la même distance entre la gorge et l'extrémité du piston aussi bien en partie inférieure qu'en partie supérieure du piston. Plus précisément, chaque gorge est juxtaposée à l'arête délimitant l'enveloppe périphérique de la face latérale correspondante. La gorge, et a fortiori le segment, sont donc localisés très proche de
10 l'extrémité du piston, de manière à réduire au maximum le volume mort aussi bien en partie inférieure qu'en partie supérieure du piston.

Le fait que la gorge soit très proche de l'extrémité permet de faciliter le montage des segments, et réduit en conséquence le risque de cassure du segment. Ainsi, la plage de matériaux utilisés pour la fabrication des segments est élargie à ceux ayant une faible
15 élasticité.

Selon différents modes de réalisation de l'invention qui pourront être pris ensemble ou séparément :

- les faces latérales du piston ont une section circulaire : cela signifie que les plans
20 contenant les faces latérales se rejoignent au niveau de l'axe central du tore dans lequel s'inscrit le piston.

- la section du tore définie par la gorge est ovale : Ceci résulte du fait que cette section est parallèle à la section de la face latérale, et que cette dernière est circulaire. Le segment travaille donc dans une section légèrement ovalisée.

25 - le segment d'étanchéité consiste en une rondelle flexible présentant une découpe radiale permettant de passer d'une position de repos fermée à une position de travail ouverte : le segment peut donc s'ouvrir pour passer de la position de repos à la position de travail où il peut être positionné en vis-à-vis d'une gorge du piston, puis relâché afin de se refermer et de s'introduire correctement dans la gorge.

30 - le segment d'étanchéité présente une section circulaire en position de repos : bien que la gorge définisse une section ovale, le segment peut être circulaire, et s'adapter à la forme ovale de la gorge une fois mis en position, grâce à sa flexibilité.

- le segment d'étanchéité présente une section ovale en position de repos : dans ce cas, la forme du segment au repos correspond à la forme de la gorge, afin d'avoir un
35 positionnement optimal du segment dans la gorge.

L'invention concerne également une machine de compression et de détente comportant un carter avec au moins une chambre toroïdale de révolution autour d'un axe de symétrie concentrique avec deux arbres de rotation comportant chacun une paire de pistons, tels que décrits ci-dessus, divisant la chambre en cellules tournant avec les pistons.

5

Pour chaque piston, les plans médians des deux gorges se rejoignent sur un axe secondaire situé entre l'axe de symétrie de la chambre et le piston. Cet axe secondaire n'est donc pas concentrique avec l'axe de symétrie de la chambre. En effet, étant donné que, pour chaque côté du piston, le plan médian de la gorge est parallèle au plan contenant la face latérale proximale, les plans médians des deux gorges ne peuvent pas se rejoindre sur le même axe que les plans contenant les faces latérales, à savoir l'axe du tore, qui correspond à l'axe de symétrie de la chambre toroïdale.

Grâce à ce positionnement spécifique des gorges, les segments qui y sont introduits peuvent garantir une étanchéité optimale cellule à cellule, et entre les cellules et les ouvertures. En effet, chaque segment ferme les ouvertures entrée/sortie de la machine avec le bon timing, afin de faire respecter la loi de volume au sein de la chambre de travail.

Le fait que les segments soient positionnés très proche des extrémités du piston permet de minimiser le volume mort, ce qui augmente le taux de remplissage de la machine au niveau des ouvertures et améliore les performances de la machine.

Présentation des figures

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, caractéristiques et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative détaillée qui va suivre, d'au moins un mode de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple purement illustratif et non limitatif, en référence aux dessins schématiques annexés.

Sur ces dessins :

- la figure 1 présente schématiquement l'installation d'un système selon l'invention pour valoriser l'énergie des gaz d'échappement d'un moteur thermique ;
- la figure 2 présente schématiquement le fonctionnement d'une machine ciseaux à pistons selon l'invention dans un système de récupération d'énergie ;
- la figure 3 montre un piston selon l'art antérieur positionné devant une ouverture de la chambre de travail de la machine ;
- la figure 4 montre un piston selon l'invention positionné devant une ouverture de la chambre de travail de la machine ;

- la figure 5 illustre un piston équipé de segments d'étanchéité selon l'art antérieur, en référence à la figure 3 ;
- la figure 6 illustre un piston équipé de segments d'étanchéité selon l'art antérieur en référence à la figure 3, et selon l'invention en référence à la figure 4, pour comparaison ;
- la figure 7 illustre un piston équipé de segments d'étanchéité selon l'invention, en référence à la figure 4 ;
- les figures 8 et 9 sont des vues éclatées en perspective du système cinématique d'une machine ciseaux selon l'invention ;
- la figure 10 est une vue en coupe du système cinématique d'une machine ciseaux en référence aux figures 8 et 9.

Description détaillée

L'invention concerne des pistons prévus pour une machine rotative à pistons de type ciseaux conçue pour être utilisée dans un système de récupération d'énergie en faisant travailler un fluide suivant un cycle comprenant les étapes d'admission, compression, chauffage puis de détente, échappement, comme cela été exposé précédemment. L'exemple de réalisation de l'invention est présenté dans le cadre d'une intégration sur un véhicule automobile propulsé par un moteur thermique, pour valoriser l'énergie dissipée par les gaz d'échappement. Cependant, le déposant n'entend pas limiter la portée de son invention à ce cadre car il est facile de transposer le type de source de chaleur ou d'énergie récupérée à d'autres installations.

Le système schématiquement présenté en exemple sur la figure 1 utilise de l'air comme fluide de travail, avec un cycle ouvert. L'air est aspiré à condition atmosphérique ambiante avant compression puis rejeté dans l'atmosphère après la détente. Ce choix est avantageux en termes d'intégration sur un véhicule mais il n'exclut pas le choix d'un cycle fermé, avec refroidissement du fluide de travail dans d'autres installations.

Le système décrit en exemple comporte ici :

- une source chaude constituée par les gaz d'échappement circulant dans la ligne d'échappement 1 en provenance du moteur thermique 2 ;
- un échangeur de chaleur 3 entre ces gaz d'échappement et l'air, placé sur la ligne d'échappement 1 ;

- une machine 4 de compression et détente, effectuant d'une part la compression de l'air allant dans l'échangeur 3, d'autre part la détente de l'air chaud sortant de l'échangeur 3 ;
- des conduites 5 pour faire circuler l'air comprimé de la machine 4 vers l'échangeur 3 et des conduites 6 pour renvoyer l'air chauffé dans l'échangeur 3 vers la machine 4 ;
- des conduites 7 pour aspirer l'air ambiant vers la machine 4 et des conduites 8 pour rejeter l'air ayant travaillé vers l'atmosphère ;
- un système 9 d'entraînement et de récupération d'énergie.

10

Dans le mode de réalisation présenté sur la figure le système 9 d'entraînement et de récupération d'énergie est un moyen de transmission mécanique entre l'axe 10 de la machine 4 de compression et de détente et l'arbre 11 du moteur entraînant le véhicule, destiné à récupérer le supplément de couple apporté par l'axe 10. Dans une variante, ce système 9 peut être un moteur électrique relié à l'axe 10 de la machine 4, destiné à fonctionner en générateur sous l'action de l'axe 10.

15

En référence à la figure 2, la machine 4 ciseaux à pistons comprend un carter 12a formant une chambre 12 cylindrique de section transversale circulaire autour d'un axe X.

20

Le carter 12a comporte quatre lumières formant des ouvertures 16, 17, 18, 19 dans la chambre 12. En tournant dans le sens contraire des aiguilles d'une montre (sens antihoraire) :

25

- une première ouverture 16 est située en bas et est destinée à être reliée à la conduite 7 aspirant l'air ambiant,
- une deuxième ouverture 17 est située en haut, sensiblement à la verticale de la première ouverture 16, et est destinée à être reliée à la conduite 5 envoyant l'air dans l'échangeur 3,
- une troisième ouverture 18 est située également en haut, proche de la deuxième ouverture 17, et est destinée à être reliée à la conduite 6 amenant l'air sortant de l'échangeur 3,
- une quatrième ouverture 19 est située en bas, sensiblement à la verticale de la troisième ouverture 18 et proche de la première ouverture 16, et est destinée à être reliée à la conduite 8 rejetant l'air dans l'atmosphère.

35

Quatre pistons 14a, 14b, 14c, 14d tournant autour de l'axe X sont installés à l'intérieur de la chambre 12. Ils sont configurés pour occuper chacun une portion de secteur

angulaire d'angle donné entre la paroi cylindrique extérieure de la chambre 12 et une surface cylindrique intérieure 13 de section transversale à l'axe de rotation X circulaire.

Ces pistons 14 sont groupés en deux paires de pistons diamétralement opposés. Les pistons de chaque paire sont solidaires. Par contre, les deux paires de pistons peuvent tourner autour de l'axe de manière différente, en s'écartant ou se rapprochant. De cette manière, les quatre pistons 14 définissent deux à deux et entre la paroi extérieure de la chambre 12 et la surface intérieure 13, quatre cellules 15a, 15b, 15c, 15d dont le volume peut augmenter ou diminuer.

Le mouvement des deux paires de pistons est coordonné de telle sorte que chacune des quatre cellules 15a, 15b, 15c, 15d suive deux cycles d'expansion et de contraction tout en passant devant les quatre ouvertures 16, 17, 18, 19 de la chambre 12.

Pour obtenir ce résultat, comme illustré en figure 8, une première paire de pistons 14a-14c est reliée à un premier arbre d'entrée 20 creux qui laisse passer un deuxième arbre d'entrée 21 auquel est fixé la deuxième paire de pistons 14b-14d. De cette manière les deux paires de pistons 14a-14c, 14b-14d, peuvent être entraînées séparément en rotation par les deux arbres d'entrée 20, 21.

Dans la présente invention, la chambre de travail 12 a une forme toroïdale, et les pistons 14 consistent alors en des portions de tore. En effet, le piston 14 a une forme qui épouse à la fois celle de la paroi intérieure de la chambre 12 et celle de la surface extérieure des arbres 20,21.

Chaque piston 14 se compose d'une enveloppe périphérique 24 définissant le volume général du piston 14, et de deux faces latérales 25 à ses deux extrémités.

Ces portions de tore sont découpées de manière à ce que les faces latérales 25 des pistons 14 soient circulaires. Pour se faire, les faces latérales 25 appartiennent à des plans 28 passant par l'axe X du tore. L'axe X du tore est concentrique avec les axes X des premier et second arbres 20,21.

Au voisinage de chaque extrémité, le piston 14 présente une gorge 26,26' pratiquée dans l'enveloppe périphérique 24 et accueillant un segment 23,23' d'étanchéité. La gorge 26,26' fait tout le tour de l'enveloppe périphérique 24.

Un segment 23,23' est un moyen d'étanchéité entre le piston 14 et les parois internes de la chambre 12, et est conçu pour séparer les cellules 15 et permettre un frottement à sec sur les parois de la chambre 12.

Un segment 23,23' consiste en une rondelle d'allure circulaire présentant une découpe permettant ainsi de l'ouvrir et de la déformer élastiquement de manière à pouvoir l'insérer dans la gorge 26,26'.

5 Comme illustré aux figures 3 et 5, le segment 23' est traditionnellement positionné sur le piston 14 de manière à ce que le plan 29' dans lequel il s'inscrit viennent intercepter l'axe X central de la machine, correspondant à l'axe X central du tore. Ainsi, les plans 28,29' passant par les faces latérales 25 et les segments 23' d'un piston 14 se croisent tous sur l'axe central X.

10 Le fait que le segment 23' soit positionné obliquement par rapport à la face latérale 25 proximale induit un volume mort 30, notamment en partie supérieure du piston 14.

La partie supérieure du piston 14 correspond à la partie proche du carter 12a de la machine, tandis que la partie inférieure du piston 14 correspond à la partie proche du centre de la machine, c'est-à-dire du centre du tore.

15 Ce volume mort 30 est représenté en figure 5, et correspond à la distance entre le segment 23' et l'extrémité proximale du piston 14. Plus l'angle entre le segment 23' et la face latérale 25 est important, plus le volume mort 30 en partie supérieure du piston 14 sera important.

20 D'après la figure 3, il est bien visible que, lorsque le piston 14 est positionné en vis-à-vis d'une ouverture 18, alors que l'extrémité de gauche du piston 14 se trouve au niveau de la paroi 18a du carter 12a définissant la fin de l'ouverture 18, le segment 23' se trouve quant à lui bien en amont de la fin de l'ouverture 18, et du gaz peut facilement circuler entre l'ouverture 18 et la cellule à gauche du piston 14. Ce gaz est illustré par les petites flèches. Dans ce cas, le segment 23' n'assure pas l'étanchéité de la machine.

25 Pour remédier à ce problème, les segments 23 selon l'invention sont positionnés parallèlement aux faces latérales 25 des pistons 14, comme cela est illustré sur les figures 4 et 7. En l'espèce, la plans 29 passant par les segments 23 ne se rejoignent pas au niveau de l'axe central X de la machine, mais au niveau d'un axe secondaire Y localisé à distance de l'axe central X de la machine, et plus précisément entre l'axe central X de la machine et la
30 partie inférieure du piston 14.

De cette manière, les gorges 26 dans lesquelles sont insérés les segments 23 n'ont plus une section circulaire, mais présentent une section ovalisée.

Des segments 23 circulaires ou ovales conviennent à ce type de gorge 26.

35 Vu ce positionnement spécifique des segments 23, il est bien visible en figure 4 que, lorsque le piston 14 est positionné en vis-à-vis d'une ouverture 18, alors que l'extrémité de gauche du piston 14 se trouve au niveau de la paroi 18a du carter 12a définissant la fin de l'ouverture 18, le segment 23 se trouve quant à lui également au niveau de la fin de

l'ouverture 18, et bloque toute circulation de gaz entre l'ouverture 18 et la cellule à gauche du piston 14. L'étanchéité est donc garantie.

Grâce au parallélisme, le segment 23 est positionné au plus près de l'extrémité du piston 14. Il est juxtaposé à l'arête 27 reliant l'enveloppe périphérique 24 à la face latérale 25. Le volume mort 31, tel que représenté en figure 7, est ainsi minimisé, et il est plus facile de monter/démonter les segments 23 sur le piston 14 à cet emplacement.

La figure 6 permet de comparer la position des segments 23' selon l'art antérieur, à celle des segments 23 selon l'invention, et de bien visualiser le gain au niveau du volume mort 31.

Une fois que le piston 14 est équipé des deux segments 23, il est fixé sur un arbre 20,21 au niveau d'un tronçon adaptateur 22 faisant partie de l'arbre 20,21, comme illustré en figures 8 et 10. Ce tronçon adaptateur 22 consiste en une excroissance, de révolution autour de l'arbre 20,21, et dont la forme extérieure est convexe et épouse la forme concave de la partie inférieure d'un piston 14. Chaque tronçon adaptateur 22 supporte deux pistons 14 diamétralement opposés.

Il est à noter que les tronçons adaptateurs, autrement appelées pièces intermédiaires, peuvent être également des pièces rapportées aux arbres, n'étant donc pas monobloc avec l'arbre mais simplement positionnées sur une portion du pourtour de l'arbre ou sur la totalité de l'arbre.

Lorsque les arbres 20,21 sont équipés des paires de pistons 14, ils sont alors emboîtés l'un dans l'autre. Lorsque l'arbre 21 est inséré à l'intérieur de l'arbre 20, les tronçons adaptateur 22 se retrouvent en contact l'un de l'autre, et sont positionnés symétriquement, de manière à former une surface extérieure convexe et continue sur laquelle reposent les deux paires de pistons 14. En effet, chaque tronçon adaptateur 22 supporte la fixation d'une paire de pistons 14, mais l'autre paire de pistons 14 vient également reposer sur elle.

L'ensemble formé par les paires de pistons 14 et les arbres 20,21 est un ensemble tournant, monté en rotation dans un carter 12a fixe composé de deux coques, de dimension similaire, visibles en figures 8 et 9 notamment. Ces deux coques définissent un volume intérieur dans lequel s'intègre le tore formant la chambre de travail et l'ensemble tournant. Les coques sont fixées l'une à l'autre par vissage.

Cette machine est donc très simple de construction, et peu encombrante. Le nombre de pièces se réduit à ceux de la cinématique, soit 4 pièces :

- l'arbre 21 équipé d'une paire de pistons
- l'arbre 20 équipé d'une autre paire de pistons
- la première coque
- la seconde coque.

La fixation des pistons 14 en est d'autant facilitée, tout comme le montage/démontage des segments 23 sur les pistons 14 qui ne nécessite pas de démonter la cinématique de la machine, réduisant ainsi le temps d'intervention lors d'opérations de maintenance, de manière conséquente.

Les segments 23 viennent frotter contre la paroi interne du carter 12a, pour assurer l'étanchéité au sein de la machine.

L'étanchéité avec l'extérieur de la machine est facile à mettre en œuvre entre les coques du carter 12a, étant donné qu'elles sont fixes. De façon avantageuse, il n'y a donc pas de frottement entre les deux coques, contrairement aux carters mobiles de l'art antérieur.

De plus, puisque la partie interne du tore est formée directement par les deux arbres 20,21 tournants avec les pistons 14, sans pièce supplémentaire, seule une petite étanchéité est nécessaire pour éviter les fuites internes. Les frottements en partie interne du tore se limitent à la zone de contact, très petite :

- entre les deux arbres 20,21 au niveau des tronçons adaptateur 22, et
- entre les arbres 20,21 et le carter 12a, au niveau de l'orifice 32 de chaque coque accueillant une extrémité d'un arbre 20,21.

Le fait que l'ensemble tournant soit disposé à l'intérieur de la machine, et que les deux coques formant le carter 12a soient fixes, permet d'éliminer le risque d'accident en cas de contact avec un autre objet. Puisque l'ensemble tournant est inaccessible lors du fonctionnement normal de la machine, il n'est pas nécessaire de prévoir une enveloppe de protection supplémentaire pour homologuer le produit.

Les configurations montrées aux figures citées ne sont que des exemples possibles, nullement limitatifs, de l'invention qui englobe au contraire les variantes de formes et de conceptions à la portée de l'homme de l'art.

Revendications

- 5 1. Piston (14) d'une machine de compression et de détente, ayant la forme d'une portion de tore définie par une enveloppe périphérique (24) centrale et deux faces latérales (25) d'extrémité, et comportant, au voisinage de chaque extrémité, une gorge (26) pratiquée dans l'enveloppe périphérique (24), faisant le tour de la portion de tore et étant apte à accueillir un segment (23) d'étanchéité, caractérisé en ce que le plan médian (29) de chaque gorge (26) est parallèle au plan 10 (28) contenant la face latérale (25) proximale de ladite gorge (26).
- 15 2. Piston (14) d'une machine de compression et de détente selon la revendication précédente, caractérisé en ce que chaque gorge (26) est juxtaposée à l'arête (27) délimitant l'enveloppe périphérique (24) de la face latérale (25) correspondante.
3. Piston (14) d'une machine de compression et de détente selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les faces latérales (25) ont une section circulaire.
- 20 4. Piston (14) d'une machine de compression et de détente selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la section du tore définie par la gorge (26) est ovale.
- 25 5. Piston (14) d'une machine de compression et de détente selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le segment (23) d'étanchéité consiste en une rondelle flexible présentant une découpe radiale permettant de passer d'une position de repos fermée à une position de travail ouverte.
- 30 6. Piston (14) d'une machine de compression et de détente selon la revendication 5, caractérisé en ce que le segment (23) d'étanchéité présente une section circulaire en position de repos.
- 35 7. Piston (14) d'une machine de compression et de détente selon la revendication 5, caractérisé en ce que le segment (23) d'étanchéité présente une section ovale en position de repos.

- 5 8. Machine de compression et de détente comportant un carter (12a) avec au moins une chambre (12) toroïdale de révolution autour d'un axe de symétrie (X) concentrique avec deux arbres de rotation (20,21) comportant chacun une paire de pistons (14), tels que décrits dans les revendications précédentes, divisant la chambre (12) en cellules (15a,15b,15c,15d) tournant avec les pistons (14).
- 10 9. Machine de compression et de détente selon la revendication précédente, caractérisé en ce que, pour chaque piston (14), les plans médians (29) des deux gorges (26) se rejoignent sur un axe secondaire (Y) situé entre l'axe (X) de symétrie de la chambre (12) et le piston (14).

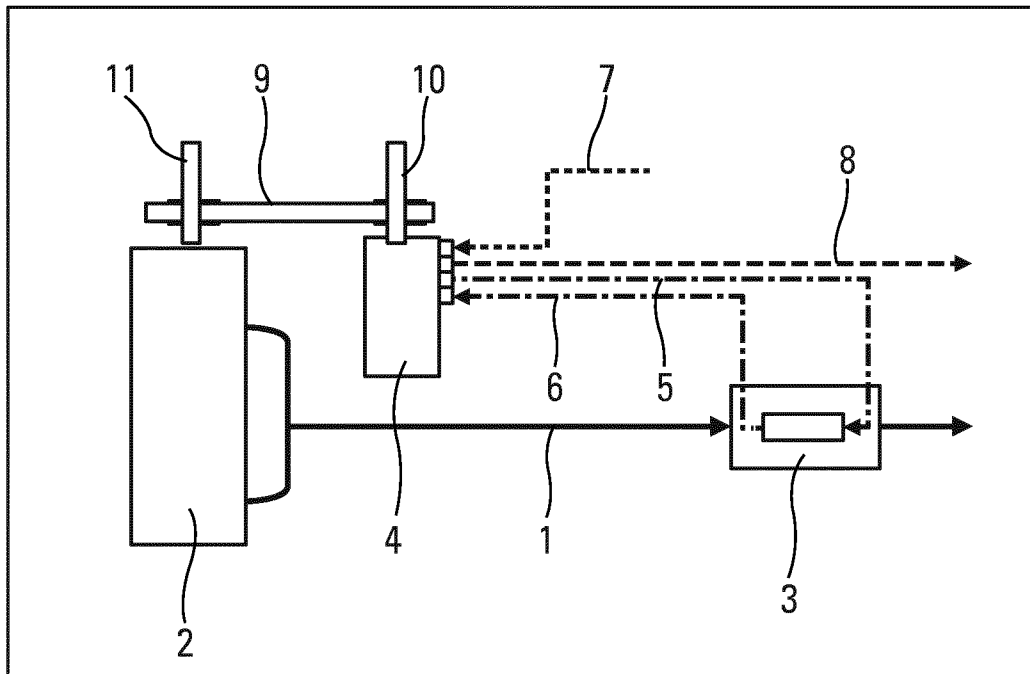


Fig. 1

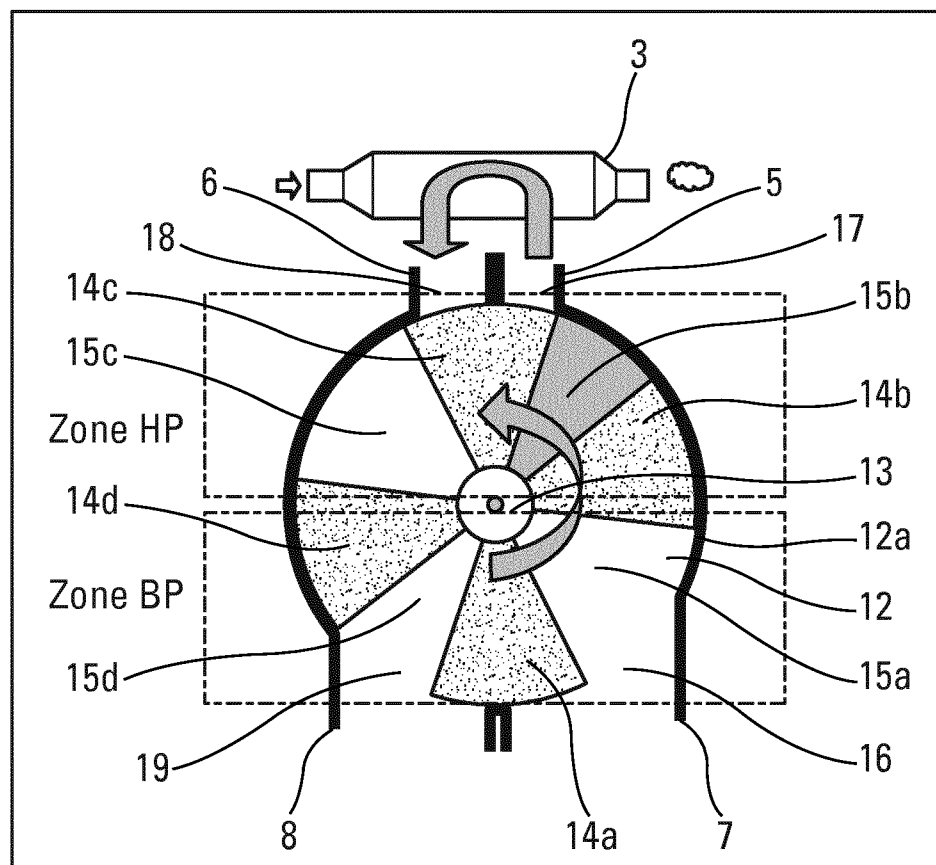


Fig. 2

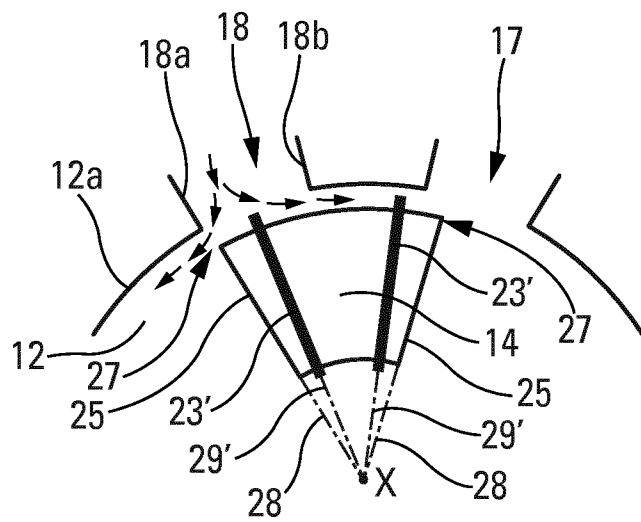


Fig. 3

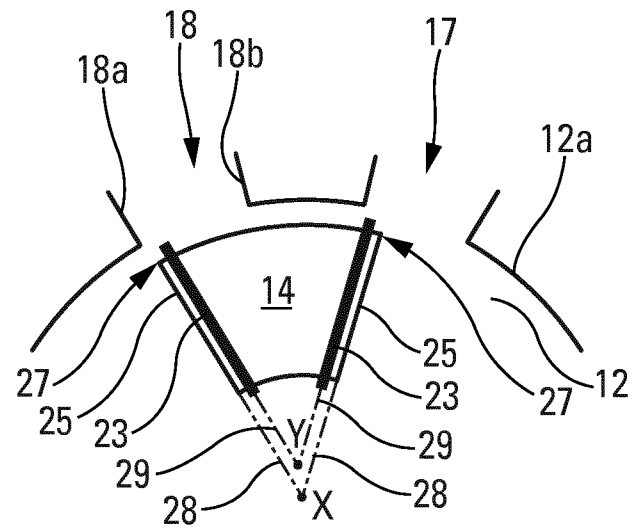


Fig. 4

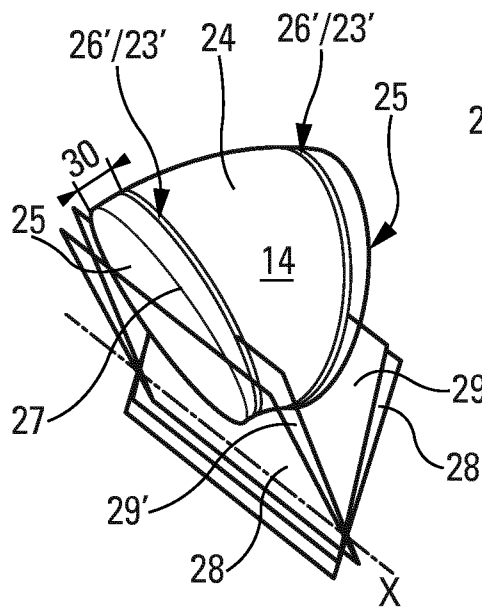


Fig. 5

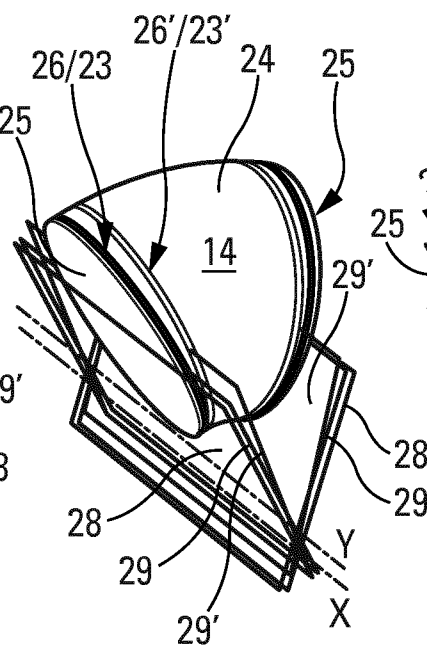


Fig. 6

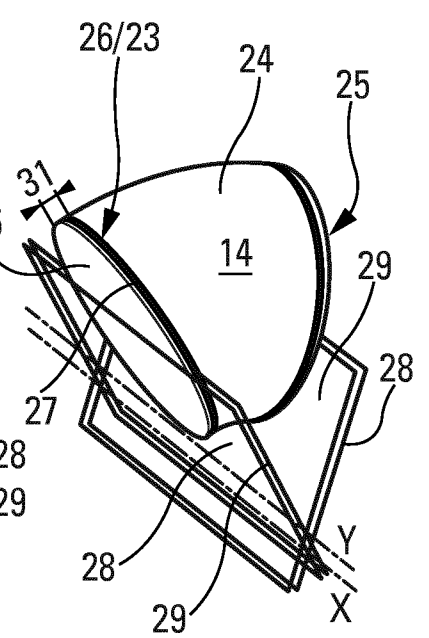


Fig. 7

3/4

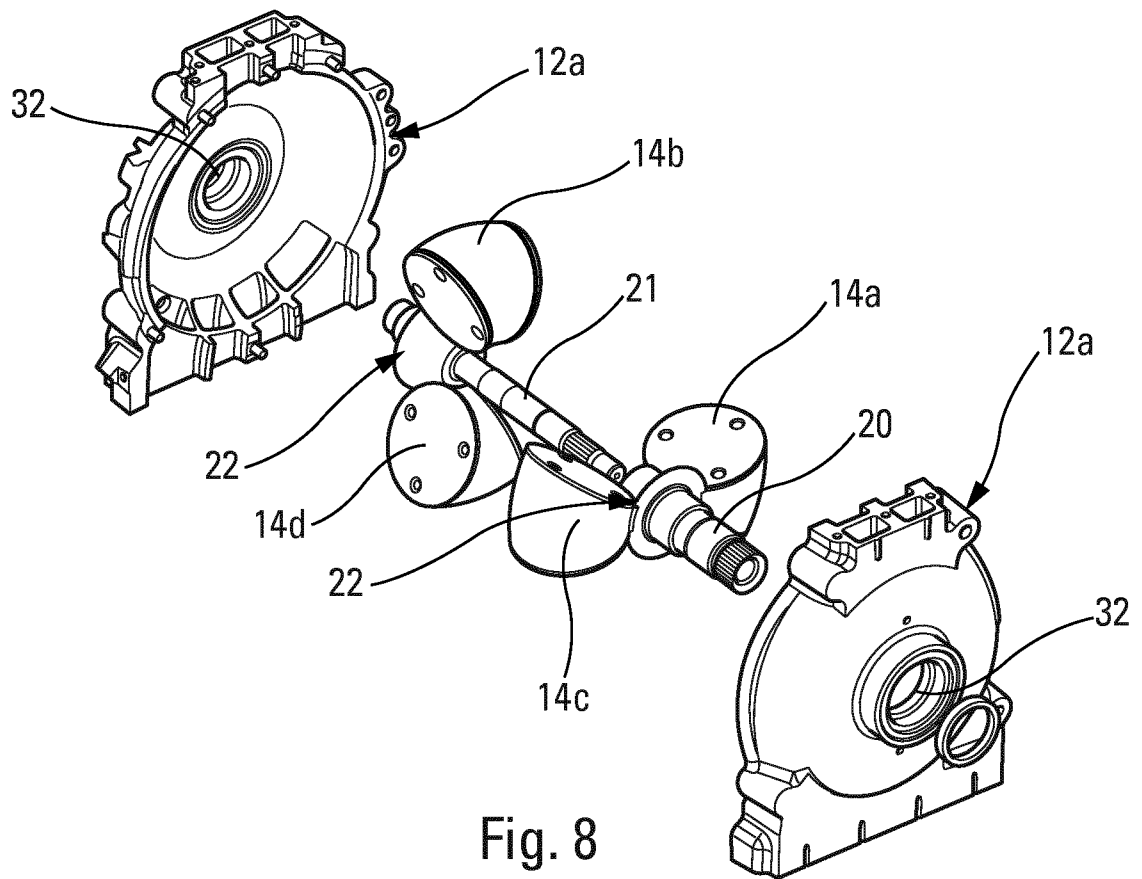


Fig. 8

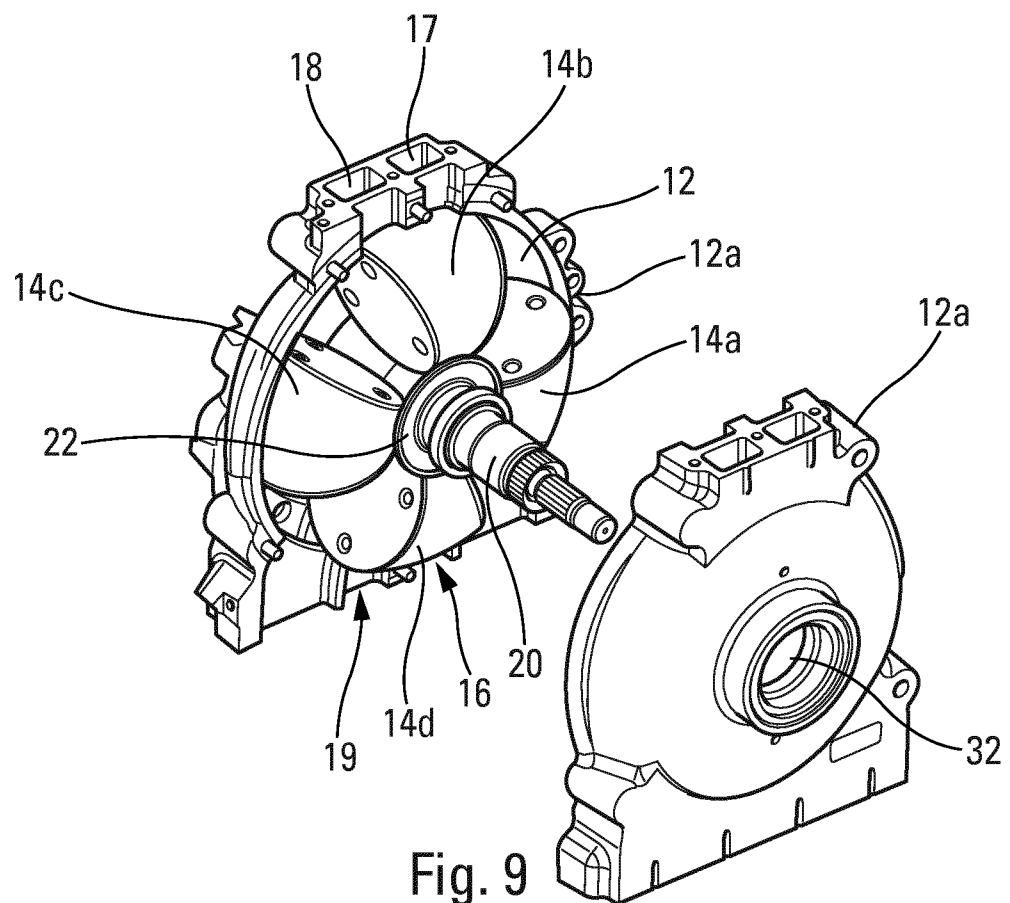


Fig. 9

4/4

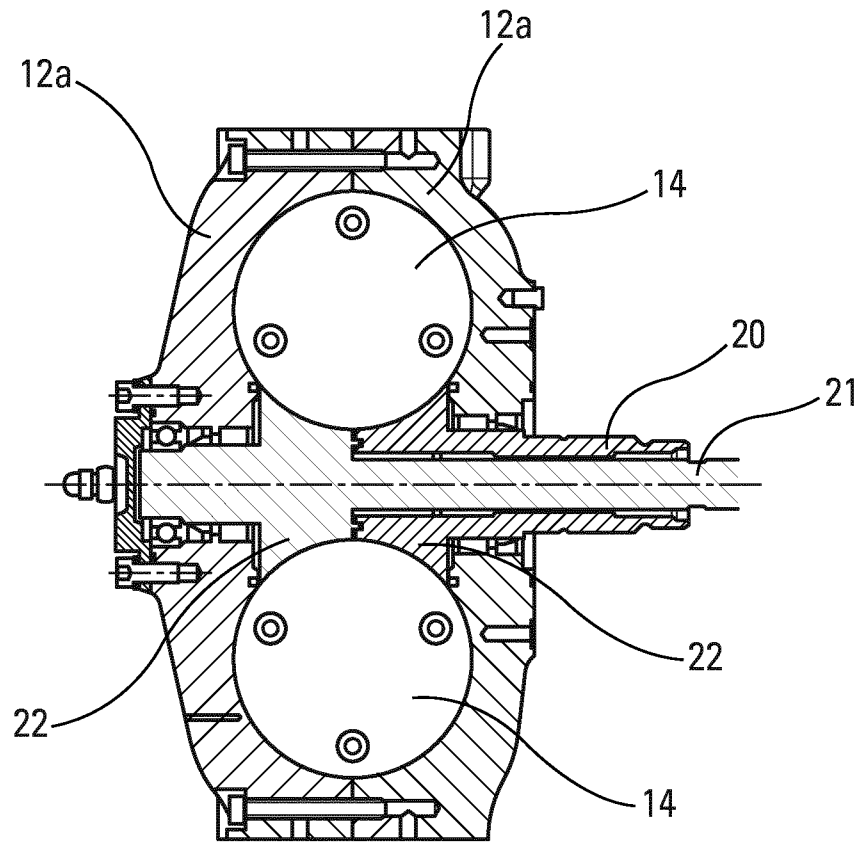


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/064798

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F01C1/063 F01C19/06
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F01C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2006/075353 A2 (POMAR ELIODORO [IT]) 20 July 2006 (2006-07-20)	1-7
Y	page 5, line 10 - page 6, line 19 page 10, line 29 - page 12, line 28 claims 1,6; figures 1,2,5-8 -----	8,9
Y	FR 1 332 064 A (JEAN MICHEL LABES) 16 December 1963 (1963-12-16)	8,9
A	page 1, left-hand column, line 16 - right-hand column, line 17 page 2, left-hand column, line 13 - right-hand column, line 24 figures 1-4 -----	1-7
A	US 2003/147761 A1 (SAKITA MASAMI [US]) 7 August 2003 (2003-08-07) figures 1-3,6,8 paragraph [0035] - paragraph [0051] -----	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 September 2016

Date of mailing of the international search report

14/09/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bocage, Stéphane

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/064798

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2006075353	A2	20-07-2006	
		AU 2006205527 A1	20-07-2006
		EP 1864002 A2	12-12-2007
		ES 2467615 T3	12-06-2014
		JP 4988601 B2	01-08-2012
		JP 2008527242 A	24-07-2008
		US 2008159897 A1	03-07-2008
		WO 2006075353 A2	20-07-2006

FR 1332064	A	16-12-1963	NONE

US 2003147761	A1	07-08-2003	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/064798

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F01C1/063 F01C19/06
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
F01C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2006/075353 A2 (POMAR ELIODORO [IT]) 20 juillet 2006 (2006-07-20)	1-7
Y	page 5, ligne 10 - page 6, ligne 19 page 10, ligne 29 - page 12, ligne 28 revendications 1,6; figures 1,2,5-8	8,9
Y	----- FR 1 332 064 A (JEAN MICHEL LABES) 16 décembre 1963 (1963-12-16)	8,9
A	page 1, colonne de gauche, ligne 16 - colonne de droite, ligne 17 page 2, colonne de gauche, ligne 13 - colonne de droite, ligne 24 figures 1-4	1-7
A	----- US 2003/147761 A1 (SAKITA MASAMI [US]) 7 août 2003 (2003-08-07) figures 1-3,6,8 alinéa [0035] - alinéa [0051] -----	1-9



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

7 septembre 2016

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

14/09/2016

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Bocage, Stéphane

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/064798

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2006075353	A2	20-07-2006	AU 2006205527 A1 20-07-2006
			EP 1864002 A2 12-12-2007
			ES 2467615 T3 12-06-2014
			JP 4988601 B2 01-08-2012
			JP 2008527242 A 24-07-2008
			US 2008159897 A1 03-07-2008
			WO 2006075353 A2 20-07-2006
FR 1332064	A	16-12-1963	AUCUN
US 2003147761	A1	07-08-2003	AUCUN