



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

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2016/207424 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F01C 21/08 (2006.01) *F01C 1/063* (2006.01)
F01C 9/00 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2016/064800

(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 :
1555986 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; Valeo Systèmes
Thermiques, Propriété Industrielle, 8 rue Louis Lormand,
La Verrière, 78320 Le Mesnil Saint-denis (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,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : PISTON FOR COMPRESSION AND EXPANSION MACHINE

(54) Titre : PISTON POUR MACHINE DE COMPRESSION ET DE DÉTENTE

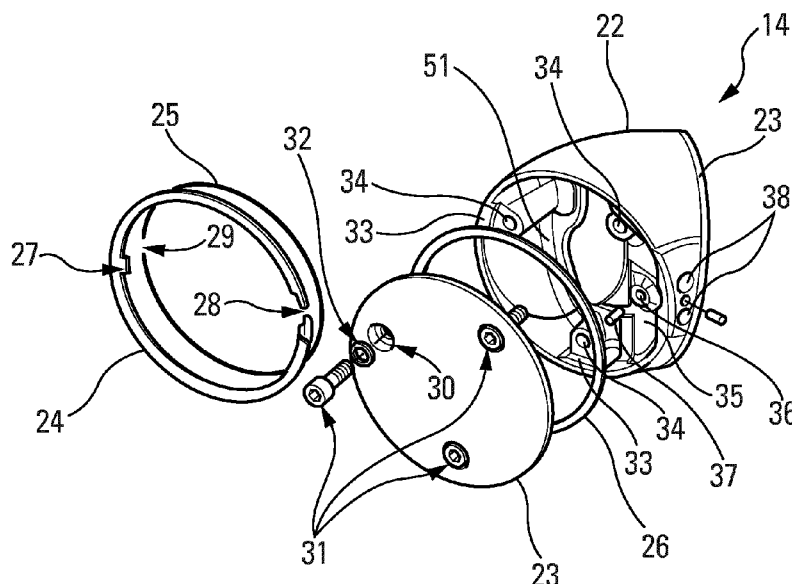


Fig. 5

(57) Abstract : The invention relates to a piston of a compression and expansion machine made up of a sealed, hollow body having a plane of symmetry, said body comprising: a central peripheral wall defining an inner space and having two opposing side openings relative to the plane of symmetry; and two side facades mounted on either side of the plane of symmetry on the central peripheral wall and closing said side openings.

(57) Abrégé : Piston d'une machine de compression et de détente composé d'un corps fermé et creux présentant un plan de symétrie, ledit corps comprenant: une paroi périphérique centrale définissant un volume intérieur et présentant deux ouvertures latérales opposées par rapport au plan de symétrie; deux façades latérales montées de part et d'autre du plan de symétrie sur la paroi périphérique centrale et fermant lesdites ouvertures latérales.



DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, **Publiée :**

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).

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

Piston pour machine de compression et de détente

5

Domaine de l'invention

L'invention concerne une machine de compression et de détente, par exemple de type ciseaux, destinée à être utilisée, en particulier, dans un système de récupération d'énergie thermique, faisant travailler un fluide pour valoriser les pertes thermiques d'un
10 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, fournir de l'énergie mécanique par une détente.

15

Etat de la technique

Ce type de machine de compression et de détente 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 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 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
20 deuxième flux de gaz passant par cette cellule.

25

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 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.

30

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.

35

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.

5 Dans le cadre de la récupération d'énergie, 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.

10 Dans ce type d'utilisation, les façades latérales des pistons subissent de fortes contraintes de température et de pression, notamment lors des phases de compression et de détente des gaz, puisqu'elles sont directement en contact avec les gaz.

Dans une moindre mesure, les parois périphériques des pistons subissent également des contraintes de température et de pression, uniquement lors de leur passage devant les deux ouvertures vers l'échangeur où elles se trouvent en contact avec les gaz chauds sous pression.

15 Les contraintes de température et de pression n'étant pas les mêmes sur toutes les surfaces du piston, ces dernières ne sont pas sollicitées de la même manière. Le piston étant généralement réalisé en une seule pièce, le matériau utilisé pour l'ensemble des surfaces du piston est celui qui résiste à la contrainte la plus sévère. Les pistons doivent donc être conçus dans des matériaux ayant des caractéristiques de robustesse comme l'acier et la fonte. Le piston consiste ainsi un élément uni-matériau et coûteux au sein de la machine.

20 De plus, ces types de matériaux robustes présentent des masses importantes. Les pistons traditionnels présentent ainsi une masse importante puisqu'ils sont généralement conçus en une seule pièce, pleine. Or l'inertie des pistons, lors de leur rotation au sein de la machine, entraîne une diminution des performances de la machine. Ces pertes énergétiques sont importantes et inappropriées pour un système de récupération d'énergie.

Dans le mode de réalisation où le piston est conçu en une seule pièce, la fixation entre le piston et l'arbre est réalisée via l'extérieur du piston, soit de façon permanente par soudage, soit via une fixation externe démontable.

30 La fixation par soudage présente l'inconvénient de ne pas être démontable, et pose problème pour les opérations de maintenance de la machine.

La fixation externe démontable est quant à elle encombrante vu le petit espace disponible dans la chambre, et compliquée de mise en œuvre. De plus, sa tenue mécanique n'est souvent pas suffisante à long terme.

35 Dans les deux cas, l'étanchéité entre le piston et l'arbre auquel il n'est pas relié, pose problème, tout comme l'étanchéité des cellules de la chambre. En effet, les contacts d'un piston avec les parois de la chambre et la portion de surface cylindrique intérieure réalisée

par l'arbre auquel il n'est pas relié, sont mobiles. Ainsi, l'étanchéité d'une cellule entre les pistons la délimitant est traditionnellement assurée par des segments d'étanchéité placés sur les extrémités des pistons et frottant contre les parois sur lesquelles ils glissent.

Plus précisément, ces segments sont montés dans des gorges prévues à cet effet au niveau des extrémités des pistons. Or l'usinage de ces gorges est complexe et coûteux. Par exemple, dans le cas d'une machine toroïdale, avec des pistons ayant la forme d'une portion de tore, il est nécessaire d'avoir des moyens d'usinage à plusieurs axes pour obtenir la forme circulaire de la gorge. 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.

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.

L'objectif de la présente invention est de proposer une structure de piston qui remédie aux différents inconvénients précités. En l'occurrence, le piston selon l'invention doit être léger et peu coûteux, pouvoir être facilement monté sur l'arbre auquel il doit être relié, assurer l'étanchéité au sein de la machine, et permettre une maintenance aisée des segments d'étanchéité.

Résumé de l'invention

A cet effet, le piston selon l'invention se compose d'un corps fermé et creux comprenant :

- une paroi périphérique centrale définissant un volume intérieur et présentant deux ouvertures latérales ;
- deux façades latérales montées sur la paroi périphérique centrale et fermant lesdites ouvertures latérales.

Ainsi, à la différence d'un piston plein dans lequel est éventuellement pratiqué un fraisage pour alléger son poids, le piston selon l'invention est une pièce fermée et creuse, délimitée par différentes parois, à savoir la paroi périphérique et les deux façades latérales. Il s'agit donc d'une pièce légère, qui peut être fabriquée avec des techniques différentes. De préférence, cette pièce est constituée d'une partie centrale vidée formant la paroi périphérique, et de deux façades latérales rapportées. Ces façades latérales renforcent l'enveloppe du piston, et permettent une meilleure tenue mécanique du piston.

Les façades latérales et la paroi périphérique sont construites de façon optimisée afin de ne garder que les zones fonctionnelles qui seront décrites dans la suite de la description, donc sans surplus de matière.

5 Puisque le piston est creux, il est donc possible d'utiliser son volume intérieur pour y prévoir des moyens de fixation à l'arbre auquel il est relié. Ces moyens de fixation seront donc cachés à l'intérieur du piston, faciles d'accès, et n'empièteront pas sur le volume des cellules.

Dans une variante de l'invention, le corps présente un plan de symétrie, et dans ce cas :

- 10
- la paroi périphérique peut présenter deux ouvertures latérales opposées par rapport au plan de symétrie ;
 - les façades latérales peuvent être montées de part et d'autre du plan de symétrie sur la paroi périphérique centrale et fermer les ouvertures latérales.

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

- 20
- la paroi périphérique consiste en une portion de tore : la chambre de travail dans laquelle circule le piston a donc une forme générale toroïdale. Ledit plan de symétrie consiste en un plan médian radial de la portion de tore, et contient un diamètre du tore.
 - chaque façade latérale consiste en un tronçon cylindrique de faible épaisseur : les façades sont donc découpées de manière à ce que leur plan médian passe par l'axe central du tore formant la chambre dans laquelle circulent les pistons. Cette forme cylindrique facilite la réalisation des façades.
 - 25 - les façades latérales sont assemblées à la paroi périphérique de façon permanente, et sont donc non démontables : cet assemblage est par exemple réalisé par soudure, ou frettage.
 - au moins une façade latérale est démontable par rapport à la paroi périphérique : cela présente l'avantage d'avoir facilement accès à l'intérieur du piston pour son montage sur l'arbre, ainsi que pour des opérations de maintenance de manière générale, et surtout lorsqu'il est nécessaire de changer une façade latérale défectueuse. Dans ce cas, il n'est donc plus nécessaire de changer le piston en entier. Seule la paroi latérale sera changée. Par exemple, les façades latérales sont vissées à la paroi périphérique.
 - 30
 - 35 - le piston est doté de moyens de fixation à l'arbre auquel il est relié logés à l'intérieur du corps, au niveau de la surface intérieure de la paroi périphérique :

ces moyens de fixation sont donc cachés à l'intérieur du piston, et ne sont pas visibles depuis la chambre de travail.

- 5 - les deux façades latérales sont identiques : elles sont utilisées de façon symétrique sur le piston. Ainsi, toutes les formes gauche/droite nécessaires sont pré-usinées sur chaque façade, de telle sorte à n'avoir qu'une seule référence, et à pouvoir utiliser chaque façade aussi bien pour le côté droit que pour le côté gauche lors de l'assemblage du piston.
- 10 - chaque façade latérale consiste en une unique pièce.
- chaque façade latérale présente une gorge circulaire apte à accueillir un segment d'étanchéité : cette forme circulaire facilite la réalisation de la gorge dans la façade. De plus, cette gorge est parallèle à la surface externe de la façade. Puisque la gorge est réalisée dans la façade latérale, il n'est désormais plus nécessaire de démonter et déposer les pistons de l'arbre, seul le démontage de la façade latérale est nécessaire. De façon avantageuse, le montage /démontage des segments s'effectue sur la façade latérale avant qu'elle ne soit montée sur la paroi périphérique, ce qui permet un montage/démontage plus aisé des segments (et des ressorts si nécessaire), et limite ainsi les cassures.
- 15 - Le segment d'étanchéité peut être associé ou non à un ressort. Le rôle du ressort est de plaquer le segment contre la paroi de la chambre de travail. Il est surtout important lorsque le matériau présente une faible élasticité, tel qu'un matériau non ferreux comme le graphite.
- 20 - chaque façade latérale présente au moins une encoche pratiquée dans le fond de la gorge et dans laquelle vient se loger une patte prévue à cet effet sur le segment : cela permet d'indexer le segment par rapport à la façade latérale, et de bloquer la rotation du segment.
- 25 - chaque façade latérale consiste en un assemblage de plusieurs pièces : cela permet de monter les segments sans avoir à les ouvrir. Cette variante est adoptée pour les matériaux ayant un risque élevé de cassure lors du montage.
- chaque façade latérale se compose d'un disque externe et d'une bague interne apte à venir se positionner contre le pourtour de l'ouverture correspondante définie par la paroi périphérique, un segment d'étanchéité associé à un ressort étant intercalé entre le disque externe et la bague interne : dans ce cas, un dispositif anti-rotation du segment est prévu à l'extérieur de la façade via une goupille ou un épaulement.
- 30 - la paroi périphérique présente au moins un renflement intérieur doté d'au moins deux orifices filetés débouchant chacun au niveau d'une ouverture latérale, et chaque façade latérale présente au moins un orifice positionné en vis-à-vis d'un
- 35

orifice fileté de la paroi périphérique, l'assemblage de la façade sur la paroi étant réalisé au moyen de vis de fixation pénétrant successivement par les orifices correspondants de la façade latérale et de la paroi périphérique.

- pour chaque façade latérale, il existe des moyens d'indexation pour la mise en position de la façade latérale sur la paroi périphérique : ces moyens d'indexation facilitent la mise en position.
- pour chaque façade latérale, lesdits moyens d'indexation consistent en au moins un trou non débouchant pratiqué dans la façade latérale au niveau de la face dirigée vers l'intérieur du piston, ledit trou étant apte à coopérer avec un pion saillant depuis un renflement intérieur de la paroi périphérique et s'étendant en direction de la façade latérale.
- un joint d'étanchéité est positionné entre chaque façade latérale et la paroi périphérique.
- Les pistons peuvent être réalisés en acier, titane ou aluminium par exemple, traités ou non de façon chimique et/ou thermique pour modifier les caractéristiques mécaniques et de tenue ;
- Les pistons peuvent être réalisés en acier, titane ou aluminium par exemple, traités ou non de façon chimique et/ou thermique pour modifier les caractéristiques mécaniques et de tenue.

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

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 une paire de pistons associée à un arbre de la machine ciseaux ;
- la figure 4 montre deux paires de pistons associées à deux arbres de la machine ciseaux ;
- 5 - la figure 5 est une vue éclatée d'un piston selon un premier mode de réalisation ;
- la figure 6 montre la première paire de pistons avec l'un des pistons en vue éclatée, selon le premier mode de réalisation ;
- la figure 7 représente la face externe d'une façade latérale d'un piston, selon le premier mode de réalisation ;
- 10 - la figure 8 représente la face interne d'une façade latérale d'un piston, selon le premier mode de réalisation ;
- la figure 9 montre le profil d'une façade latérale d'un piston, selon le premier mode de réalisation ;
- la figure 10 est une vue agrandie d'un dispositif anti-rotation d'un segment emboîté dans une façade latérale d'un piston, selon le premier mode de réalisation ;
- 15 - la figure 11 est une vue éclatée d'un piston selon un second mode de réalisation ;
- la figure 12 illustre la fixation entre les pistons et l'arbre auquel ils sont reliés.

20 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, 25 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 30 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 35 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
5 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
10 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.

15

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
20 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.

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.

25

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) :

- une première ouverture 16 est située en bas et est destinée à être reliée à la
30 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
35 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.

5 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.

10 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
15 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.

20

 Pour obtenir ce résultat, comme illustré aux figures 3 et 4, 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
25 en rotation par les deux arbres d'entrée 20, 21.

 Dans l'exemple choisi, la chambre de travail 12 a une forme toroïdale, et les pistons 14 consistent alors en des portions de tore. Ces portions sont découpées de manière à ce que les façades latérales 23 des pistons soient circulaires. Pour se faire, les façades
30 latérales 23 appartiennent à des plans passant par l'axe du tore. L'axe du tore est concentrique avec les axes des premier et second arbres 20, 21.

 Comme illustré aux figures 5 et 11, le piston 14 se compose d'une paroi périphérique 22 définissant le volume général du piston 14, et présentant deux ouvertures latérales de
35 part et d'autre d'un plan de symétrie du piston. Ces ouvertures sont fermées par deux façades latérales 23 circulaires identiques, fixées à la paroi périphérique 22 par vissage. Le piston 14 est donc creux, et accessible pour les opérations de maintenance.

Un joint d'étanchéité 26 est toujours placé entre la façade latérale 23 et la paroi périphérique 22 afin d'empêcher toute fuite d'air vers l'intérieur du piston 14.

La description suivante sera faite pour un côté du piston, sachant que l'autre côté est symétrique et présente les mêmes caractéristiques techniques.

La façade latérale 23 consiste en un tronçon cylindrique, de faible épaisseur.

Dans un premier mode de réalisation conforme aux figures 5 à 10, la façade latérale 23 est constituée d'une seule pièce et présente une gorge 39 circulaire apte à accueillir un segment 24 d'étanchéité associé à un ressort 25.

Un segment 24 est un moyen d'étanchéité entre le piston 14 et les parois internes de la chambre 12, et est conçu pour séparer les cellules et permettre un frottement à sec sur les parois de la chambre 12.

Comme illustré aux figures 7 et 9, la gorge 39 est pratiquée dans l'épaisseur de la façade 23, au niveau de son pourtour. Les deux lèvres 43, 44 délimitant la gorge 39 ont une épaisseur comprise entre $1\mu\text{m}$ et 1mm . Il est nécessaire que les lèvres 43, 44 présentent suffisamment de matière pour résister aux sollicitations mécaniques des segments 24.

Un segment 24 consiste en une rondelle circulaire présentant une découpe 28 permettant ainsi de l'ouvrir et de la déformer élastiquement de manière à pouvoir l'insérer dans la gorge 39.

Pour que le segment 24 ne puisse pas tourner dans la gorge 39 et reste maintenu en position, il est doté d'une patte 27 saillant vers l'intérieur de la rondelle, étant diamétralement opposée à l'ouverture 28, et venant se loger dans une encoche 45 prévue à cet effet dans la gorge 39 de la façade 23, comme cela est représenté en figure 10.

Afin d'avoir un positionnement symétrique des façades 23 et des segments 24 par rapport au plan de symétrie du piston 14, la gorge 39 de la façade 23 comprend deux encoches 45 distantes d'un secteur angulaire α , comme illustré en figure 9, l'une d'elles étant prévue pour retenir un segment 24 qui sera placé sur l'extrémité droite du piston 14, l'autre étant prévue pour retenir un segment 24 qui sera placé sur l'extrémité gauche du piston 14. Cela permet de n'avoir qu'un seul type de façade 23 quel que soit le côté du piston 14.

En sus du segment 24, un ressort 25 est placé dans la gorge 39. Ce ressort 25, montré en figure 5, consiste également en une rondelle circulaire présentant une découpe 29 permettant ainsi de l'ouvrir et de la déformer élastiquement de manière à pouvoir l'insérer

dans la gorge 39. Le ressort 25 est cependant positionné dans la gorge 39 de manière à ce que sa découpe 29 soit diamétralement opposée à la découpe 28 du segment 24.

Une fois que la façade 23 est équipée du segment et du ressort 25, elle est tout d'abord mise en position, grâce à une indexation, sur l'ouverture latérale correspondante de la paroi périphérique 22.

Cette indexation, visible aux figures 5 et 8, est réalisée grâce à un pion 37, dont une première extrémité est introduite dans un trou 36 non débouchant prévu dans un renflement intérieur 35 de la paroi périphérique 22, l'axe dudit trou 36 étant dirigé perpendiculairement à l'ouverture latérale de la paroi périphérique 22, et une deuxième extrémité est introduite dans un trou 40 non débouchant prévu à cet effet dans la surface interne de la façade latérale 23, c'est-à-dire la face dirigée vers l'intérieur du piston 14.

De la même manière que pour les encoches 45, la façade latérale 23 comporte deux trous 40 non débouchant distants d'un secteur angulaire α , l'un d'eux étant prévu pour accueillir un pion 37 saillant du côté droit du piston 14, l'autre étant prévu pour accueillir un pion 37 saillant du côté gauche du piston 14. Cela permet toujours de n'avoir qu'un seul type de façade 23 quel que soit le côté du piston 14.

Une fois que la façade 23 est correctement positionnée sur la paroi périphérique 22, elle y est fixée via des vis de fixation 31 et des rondelles 32.

Trois orifices 30 sont prévus dans la façade 23 à cet effet, et sont chanfreinés afin de noyer la tête de vis et de conserver une surface extérieure plane de la façade 23.

Trois orifices filetés 34 sont également prévus à cet effet à l'intérieur de la paroi périphérique 22, et affleurent l'ouverture latérale de la paroi périphérique 22. Ces orifices filetés 34 sont pratiqués dans des renflements 33 intérieurs de la paroi périphérique 22.

Les vis 31 pénètrent ainsi successivement dans les orifices 30 de la façade 23 puis dans les orifices filetés 34 de la paroi périphérique 22.

La figure 6 montre l'assemblage des façades 23 latérales des deux côtés du piston 14. Chaque côté du piston 14 présente ainsi trois trous filetés 34 débouchant sur l'ouverture latérale correspondante. Le piston 14 comporte ainsi trois renflements intérieurs 33 s'étendant d'un côté à l'autre du piston, chaque renflement 33 contenant deux trous filetés 34 symétriques débouchant respectivement d'un côté et de l'autre du piston 14. Ces renflements 33 sont symétriques par rapport au plan de symétrie du piston 14. Une nervure centrale 51 disposée dans le plan de symétrie du piston 14, joint les trois renflements 33. Cette nervure centrale 51 joue le rôle de renfort intérieur du piston 14.

Afin de renforcer la structure de la façade 23, pour résister à toutes les sollicitations thermiques et de pression, des branches 41 de renfort sont prévues sur la surface interne de la façade 23, et relient notamment les trois orifices 30.

5 La surface interne de la façade 23 comporte également une partie bombée 42 en arc de cercle reliant les trois orifices 30. Le joint d'étanchéité 26 placé entre la façade latérale 23 et la paroi périphérique 22 vient se caler contre cette partie bombée 42 afin d'être correctement positionnée. Cette dernière peut également entourer notamment les orifices 30, afin de réaliser une étanchéité supplémentaire spécifique au niveau des orifices 30.

10

Dans un second mode de réalisation conforme à la figure 11, la façade latérale 23 se compose de plusieurs pièces, à savoir :

- un disque externe 50 doté des trois orifices 30 pour la fixation par vissage aux orifices 34 filetés de la paroi périphérique 22 ;
- 15 - une bague interne 46 apte à venir se positionner contre le pourtour de l'ouverture définie par la paroi périphérique 22.

Le segment 24 d'étanchéité et le ressort 25 sont intercalés entre le disque externe 50 et la bague interne 46. Dans ce cas, il n'est plus nécessaire d'ouvrir le segment 24 pour le mettre en position. Il en est de même pour le ressort 25.

20

Le segment 24 est maintenu en position sur la façade 23 grâce à une goupille 47 fixée sur le disque externe 50.

Quel que soit le mode de réalisation, les façades 23 sont démontables et permettent d'accéder à l'intérieur du piston 14 où se trouvent des moyens de fixation à l'arbre 21 auquel
25 il est relié. Ces moyens consistent en deux orifices 38 dans lesquels sont introduits des vis ou des goujons 49 venant ensuite se visser dans des orifices prévus à cet effet dans une pièce intermédiaire 48 solidaire de l'arbre 21, comme illustré en figure 12.

Les configurations montrées aux figures citées ne sont que des exemples possibles,
30 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 composé d'un corps fermé et creux, caractérisé en ce que ledit corps comprend :
 - une paroi périphérique (22) centrale définissant un volume intérieur et présentant deux ouvertures latérales ;
 - deux façades latérales (23) montées sur la paroi périphérique (22) centrale et fermant lesdites ouvertures latérales.
- 10 2. Piston (14) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la paroi périphérique (22) consiste en une portion de tore.
- 15 3. Piston (14) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que chaque façade latérale (23) consiste en un tronçon cylindrique.
- 20 4. Piston (14) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que au moins une façade latérale (23) est démontable par rapport à la paroi périphérique (22).
- 25 5. Piston (14) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit corps présente un plan de symétrie :
 - la paroi périphérique (22) présentant deux ouvertures latérales opposées par rapport au plan de symétrie ;
 - les façades latérales (23) étant montées de part et d'autre du plan de symétrie sur la paroi périphérique (22) centrale et fermant lesdites ouvertures latérales.
- 30 6. Piston (14) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est doté de moyens de fixation à un arbre (21,20) auquel il est relié logés à l'intérieur du corps, au niveau de la surface intérieure de la paroi périphérique (22).
7. Piston (14) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque façade latérale (23) consiste en une unique pièce.

8. Piston (14) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que chaque façade latérale (23) présente une gorge (39) circulaire apte à accueillir un segment d'étanchéité (24).
- 5 9. Piston (14) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que chaque façade latérale (23) présente au moins une encoche (45) pratiquée dans le fond de la gorge (39) et dans laquelle vient se loger une patte (27) prévue à cet effet sur le segment (24).
- 10 10. Piston (14) selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que chaque façade latérale (23) consiste en un assemblage de plusieurs pièces.
- 15 11. Piston (14) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que chaque façade latérale (23) se compose d'un disque externe (50) et d'une bague interne (46) apte à venir se positionner contre le pourtour de l'ouverture correspondante définie par la paroi périphérique (22), un segment d'étanchéité (24) étant intercalé entre le disque externe (50) et la bague interne (46).
- 20 12. Piston (14) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la paroi périphérique (22) présente au moins un renflement (33) intérieur doté d'au moins deux orifices (34) filetés débouchant chacun au niveau d'une ouverture latérale, et chaque façade latérale (23) présente au moins un orifice (30) positionné en vis-à-vis d'un orifice fileté (34) de la paroi périphérique (22), l'assemblage de la façade (23) sur la paroi (22) étant réalisé au moyen de vis de fixation (31) pénétrant
- 25 successivement par les orifices (30,34) correspondants de la façade latérale (23) et de la paroi périphérique (22).
- 30 13. Piston (14) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend, pour chaque façade latérale (23), des moyens d'indexation pour la mise en position de la façade latérale (23) sur la paroi périphérique (22).
- 35 14. Piston (14) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que, pour chaque façade latérale (23), lesdits moyens d'indexation consistent en au moins un trou (40) non débouchant pratiqué dans la façade latérale (23) au niveau de la face dirigée vers l'intérieur du piston (14), ledit trou (40) étant apte à coopérer avec un pion (37)

saillant depuis un renflement intérieur (35) de la paroi périphérique (22) et s'étendant en direction de la façade latérale (23).

15. Machine de compression et de détente comportant un carter (12a) avec au moins
5 une chambre (12) de révolution autour d'un axe de symétrie et des pistons (14) tels
que décrits dans les revendications précédentes tournant autour de l'axe de symétrie
et divisant la chambre (12) en cellules (15a,15b,15c,15d) tournant avec les pistons
(14).

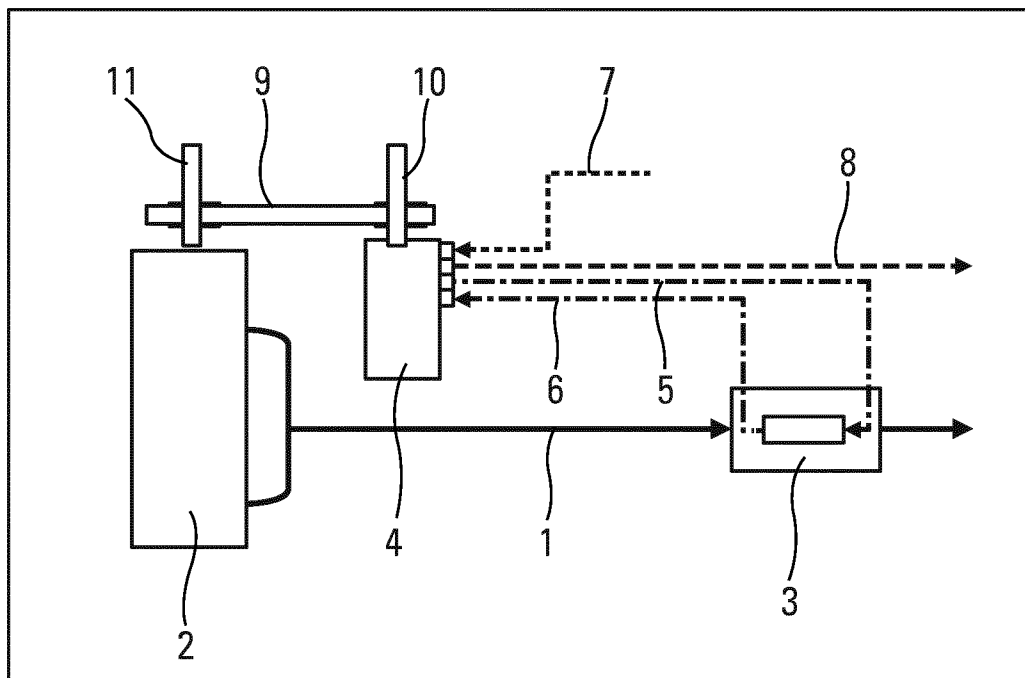


Fig. 1

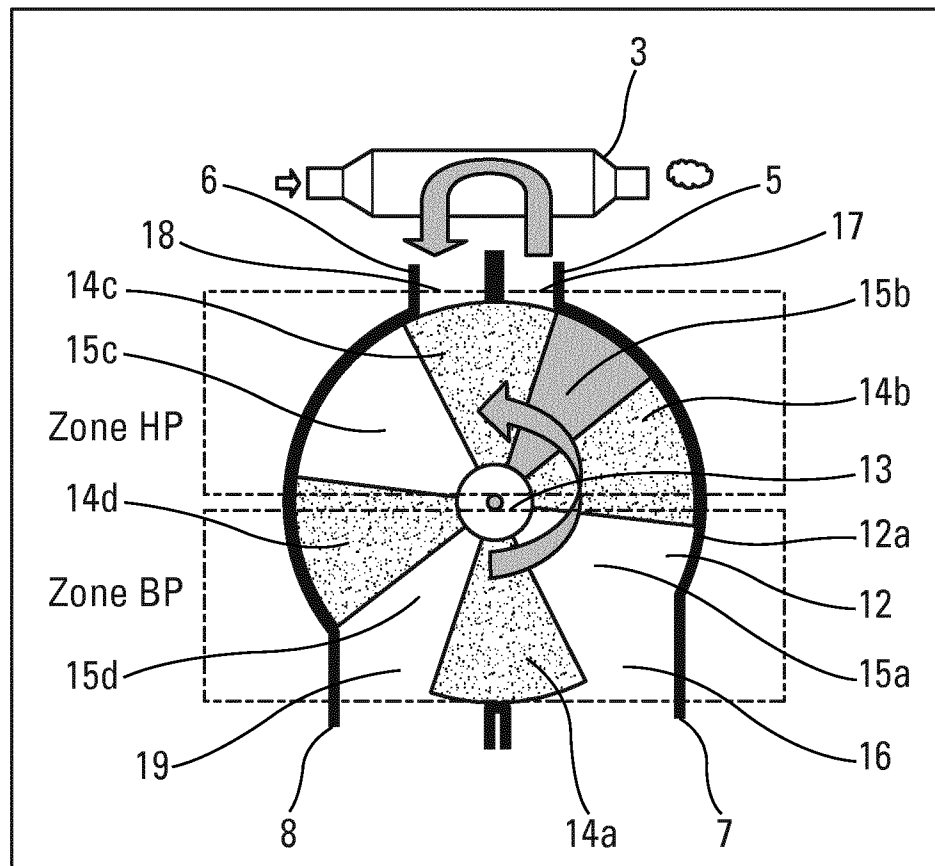


Fig. 2

2/5

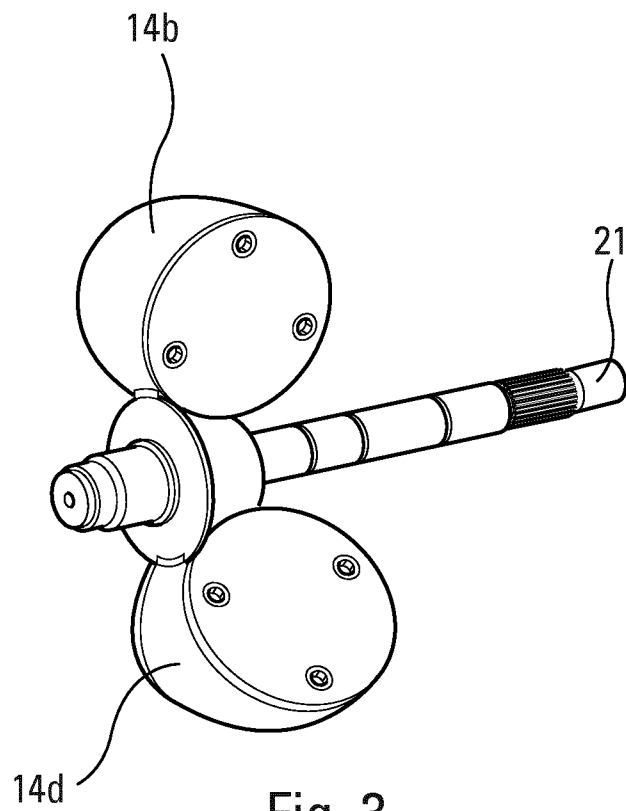


Fig. 3

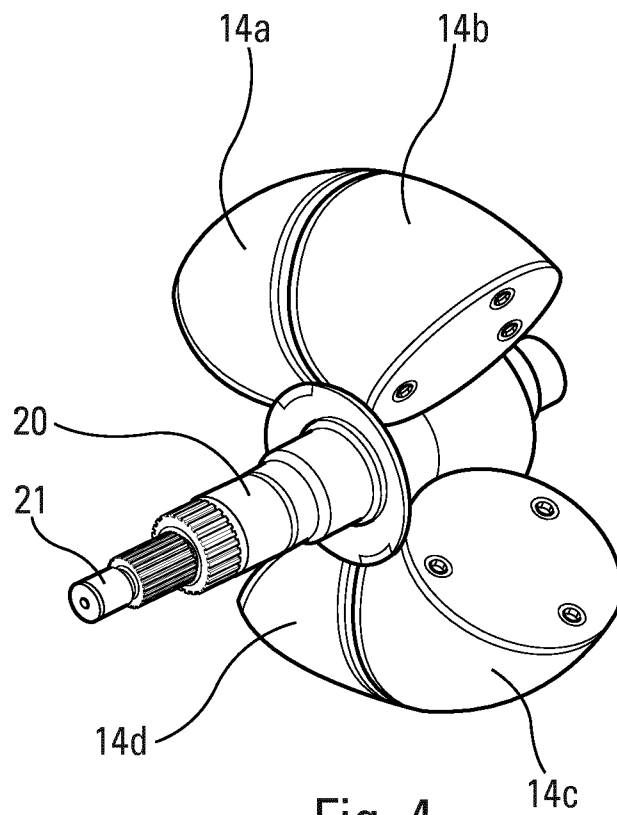


Fig. 4

3/5

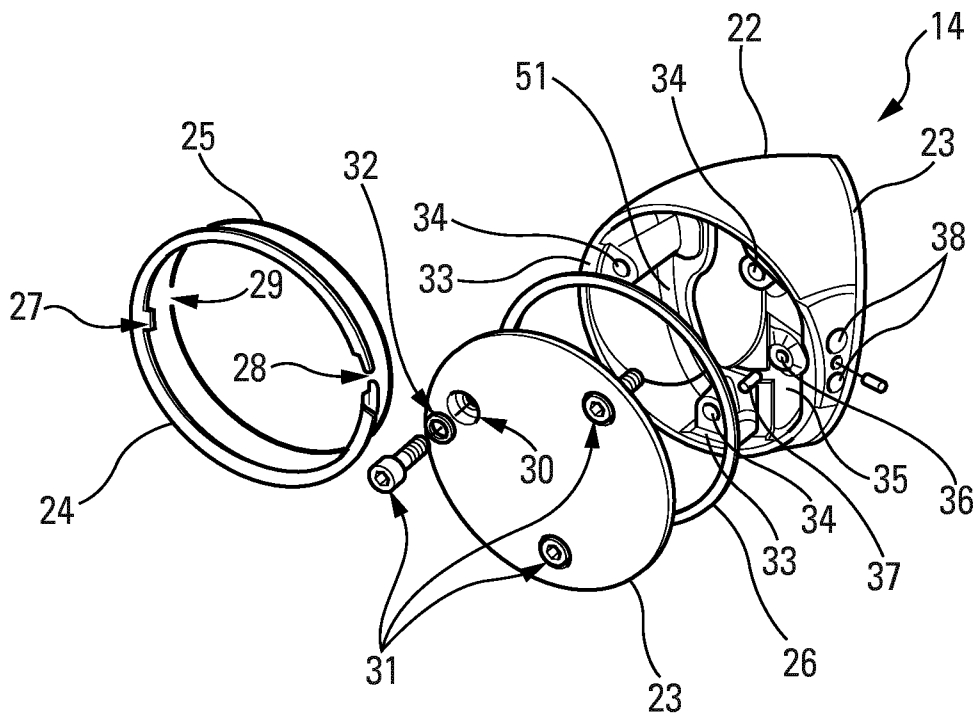


Fig. 5

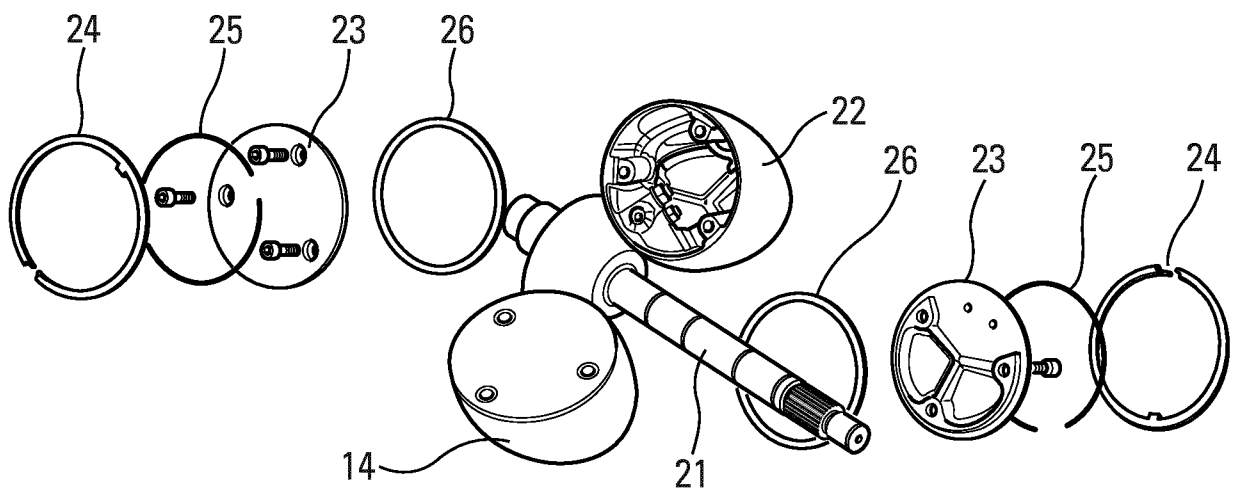


Fig. 6

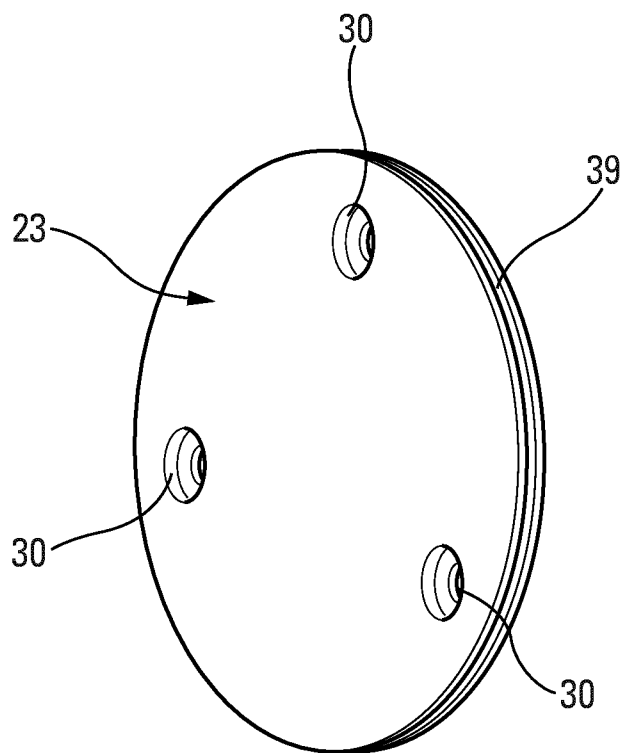


Fig. 7

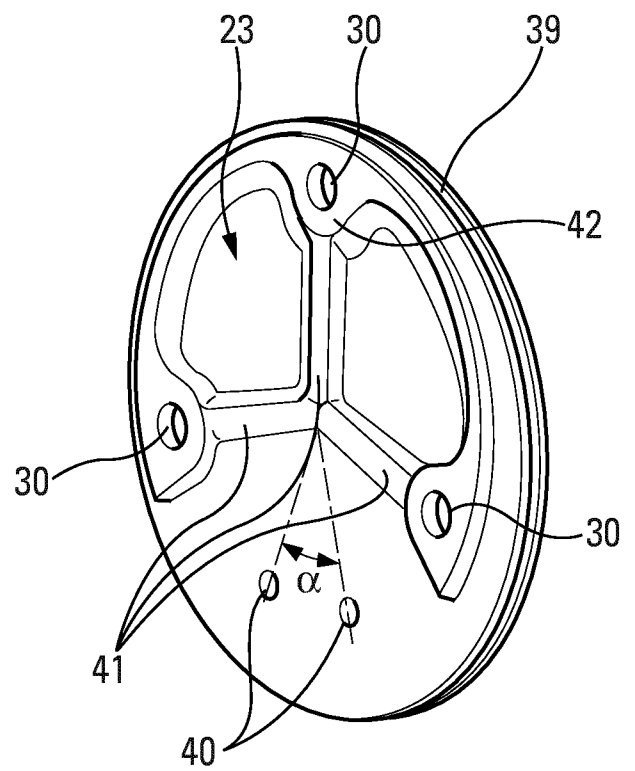


Fig. 8

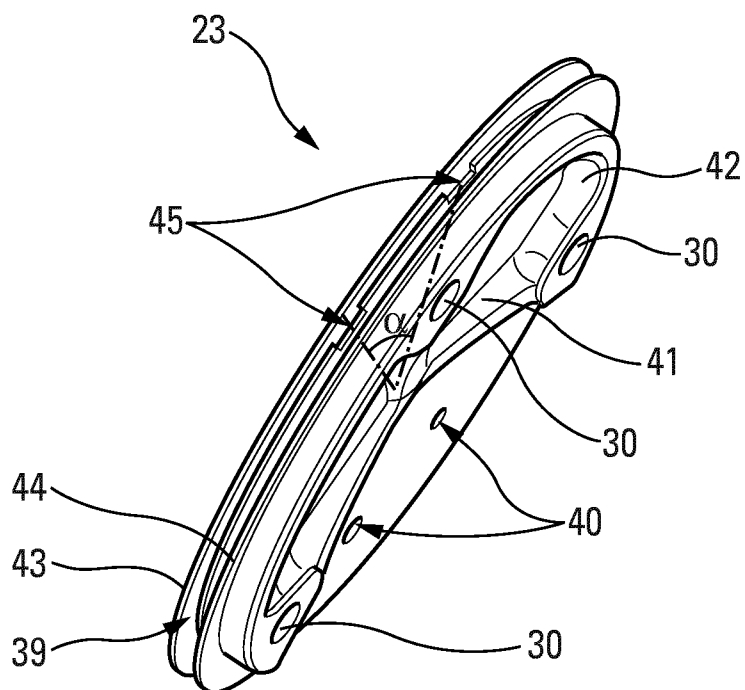


Fig. 9

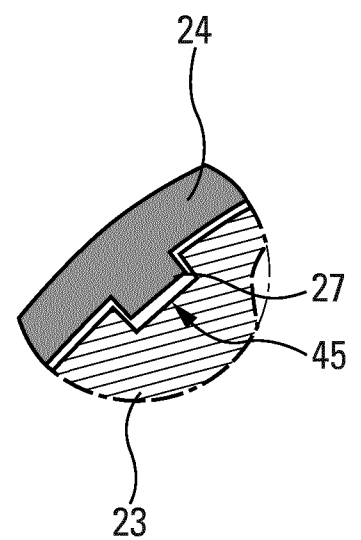


Fig. 10

5/5

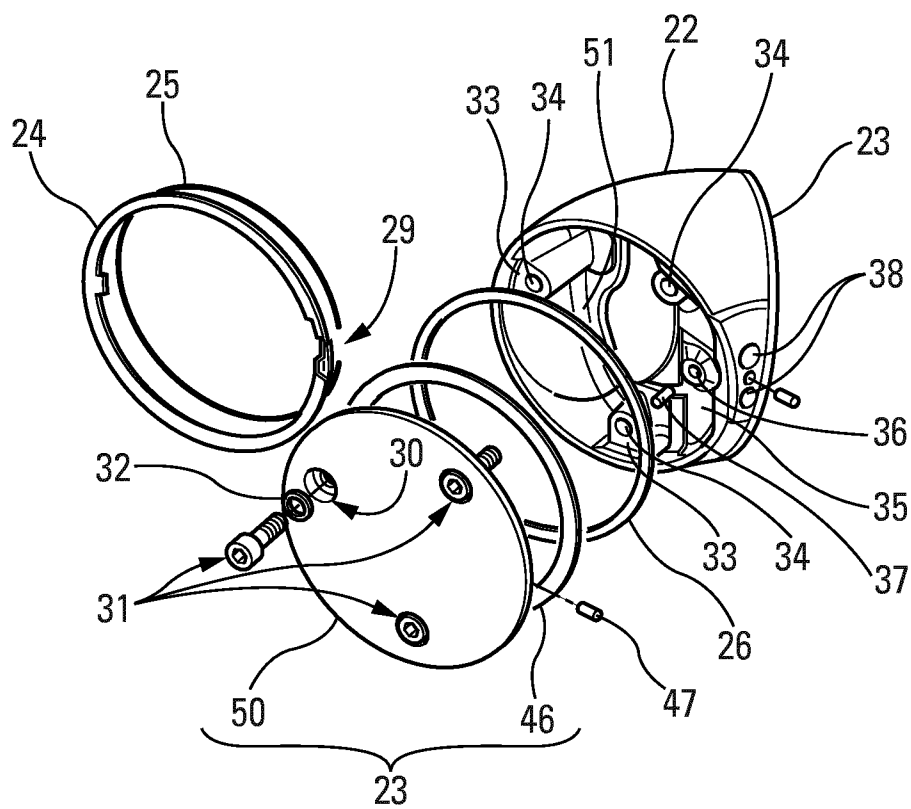


Fig. 11

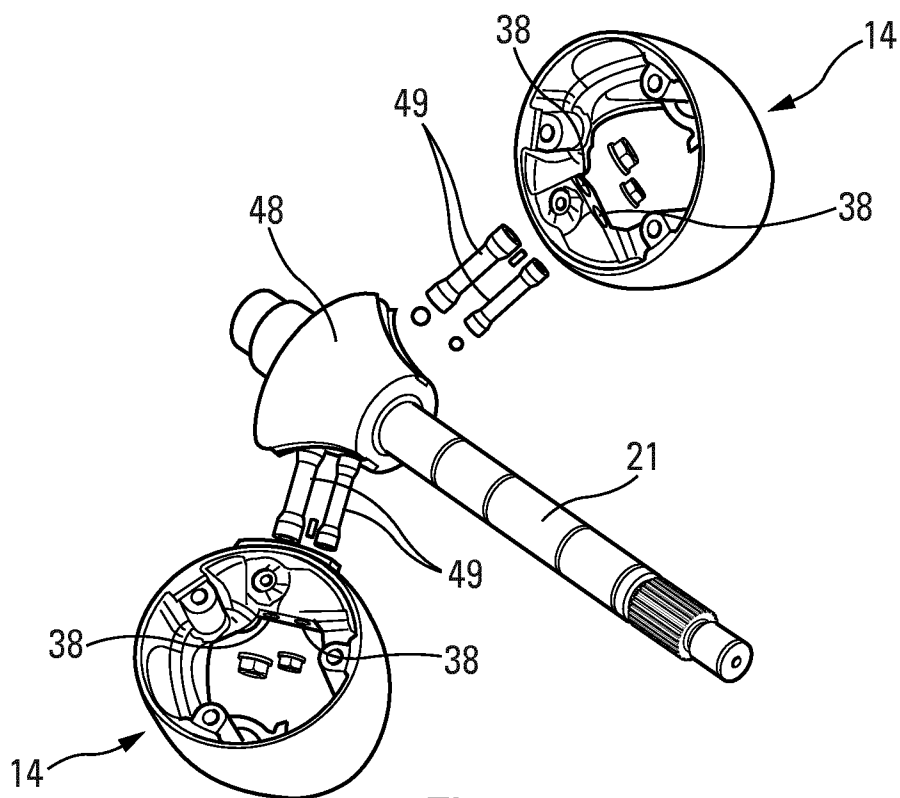


Fig. 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/064800

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01C21/08 F01C9/00 F01C1/063
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 F04C

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 Y A	US 1 318 017 A (SHANK, KELLER) 7 October 1919 (1919-10-07) the whole document page 3, line 36 - line 49 figures 1-3 -----	1-7,10, 12,15 8,11 9,13,14
X A	US 1 028 848 A (AABEL JOHN T [US]) 11 June 1912 (1912-06-11) the whole document figures 9,13,16 page 3, line 16 - line 41 page 5, line 36 - line 70 -----	1,4-8, 10,13,15 9,14
X A	DE 96 813 C (MORRELL, DAVID) 3 May 1898 (1898-05-03) the whole document figures 1,2 column 2, line 2 - column 3, line 27 ----- -/-	1-5,10, 12,15 7-9,13, 14



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

13 September 2016

Date of mailing of the international search report

20/09/2016

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

Sbresny, Heiko

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/064800

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 114 781 A1 (GAZ DE FRANCE [FR]; BRAS	8,11
A	JEAN [FR]) 1 August 1984 (1984-08-01) the whole document figures 2,3,6 page 10, line 29 - page 11, line 21 -----	9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/064800

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 1318017	A	07-10-1919	NONE
US 1028848	A	11-06-1912	NONE
DE 96813	C	03-05-1898	NONE
EP 0114781	A1	01-08-1984	CA 1244249 A 08-11-1988
		DE 3463551 D1	11-06-1987
		EP 0114781 A1	01-08-1984
		FR 2539811 A1	27-07-1984
		JP S59196955 A	08-11-1984
		US 4545205 A	08-10-1985

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2016/064800

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F01C21/08 F01C9/00 F01C1/063 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 F04C		
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 Y A	US 1 318 017 A (SHANK, KELLER) 7 octobre 1919 (1919-10-07) le document en entier page 3, ligne 36 - ligne 49 figures 1-3 -----	1-7,10, 12,15 8,11 9,13,14
X A	US 1 028 848 A (AABEL JOHN T [US]) 11 juin 1912 (1912-06-11) le document en entier figures 9,13,16 page 3, ligne 16 - ligne 41 page 5, ligne 36 - ligne 70 -----	1,4-8, 10,13,15 9,14
X A	DE 96 813 C (MORRELL, DAVID) 3 mai 1898 (1898-05-03) le document en entier figures 1,2 colonne 2, ligne 2 - colonne 3, ligne 27 ----- -/--	1-5,10, 12,15 7-9,13, 14
☒ 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 13 septembre 2016		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 20/09/2016
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 Sbresny, Heiko

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	EP 0 114 781 A1 (GAZ DE FRANCE [FR]; BRAS	8,11
A	JEAN [FR]) 1 août 1984 (1984-08-01) le document en entier figures 2,3,6 page 10, ligne 29 - page 11, ligne 21 -----	9

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2016/064800

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 1318017	A	07-10-1919	AUCUN	
US 1028848	A	11-06-1912	AUCUN	
DE 96813	C	03-05-1898	AUCUN	
EP 0114781	A1	01-08-1984	CA 1244249 A	08-11-1988
			DE 3463551 D1	11-06-1987
			EP 0114781 A1	01-08-1984
			FR 2539811 A1	27-07-1984
			JP S59196955 A	08-11-1984
			US 4545205 A	08-10-1985