



(11)

EP 3 045 656 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
20.12.2017 Bulletin 2017/51

(51) Int Cl.:
F01C 1/44 (2006.01)

F01C 11/00 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **16151876.6**

(22) Date de dépôt: **22.09.2009**

(54) MACHINE ROTATIVE A LOSANGE DEFORMABLE MULTIFONCTIONS

MEHRFUNKTIONSROTATIONSMASCHINE MIT VERFORMBAREM RHOMBUS
MULTIFUNCTION ROTARY MACHINE WITH DEFORMABLE RHOMB

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **22.09.2008 FR 0805177**

(43) Date de publication de la demande:
20.07.2016 Bulletin 2016/29

(62) Numéro(s) de document de la (des) demande(s)
initiale(s) en application de l'article 76 CBE:
09741330.6 / 2 334 906

(73) Titulaire: **Genissieux, Vincent
38100 Grenoble (FR)**

(72) Inventeurs:
• **GENISSIEUX, Vincent
38100 Grenoble (FR)**
• **COLLOMB, Jean-Thomas
20237 Giocatojo (FR)**

(74) Mandataire: **de Jong, Jean Jacques et al
Omnipat
24, place des Martyrs de la Résistance
13100 Aix en Provence (FR)**

(56) Documents cités:
**CA-A- 997 998 DE-A1- 10 001 962
US-A- 6 009 847 US-A1- 2004 079 321**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description**Domaine de l'invention**

5 [0001] La présente invention concerne une machine rotative à losange déformable. Une telle machine comporte généralement un ensemble fixe ou stator et un ensemble mobile ou rotor ayant une forme de losange articulé à ses sommets et tournant autour de son centre, apte à se déformer lors de sa rotation. Chaque côté du losange détermine avec le profil interne du stator ayant une forme générale ovale, une chambre de volume variable lors du mouvement du rotor. Les côtés du losange articulé sont matérialisés par des plaques appelées pistons ayant, pour la plupart, une 10 surface extérieure de forme curviligne. Ces pistons sont parfois munis, dans leur zone de contact avec le profil interne du stator de segments d'étanchéité.

15 [0002] Une telle machine peut être utilisée en tant que moteur à combustion, turbine, compresseur, pompe, ventilateur, etc. Elle présente l'avantage d'avoir un centre de gravité fixe, pouvant ainsi éviter les vibrations, de pouvoir atteindre des compressions équivalentes à celles des moteurs à pistons, d'avoir un débit plus important que les moteurs à pistons, 20 d'avoir un rapport de pression supérieur aux turbines et d'être plus simple que la plupart des machines généralement connues remplissant les mêmes fonctions.

Etat de la technique

25 [0003] Les machines rotatives à losange déformable (MRLD) possèdent un stator généralement constitué d'une enceinte cylindrique non circulaire (on comprend un cylindre dont la courbe directrice n'est pas un cercle) extérieure au rotor en forme de losange et une pluralité (le plus souvent quatre) d'éléments rotatifs articulés entre eux au niveau de leurs bords adjacents selon une liaison pivot d'un axe parallèle à l'axe longitudinal de l'enceinte, chacun des éléments rotatifs délimitant avec la paroi intérieure de l'enceinte une chambre ou cavité à volume variable. Ces machines ont été décrites depuis longtemps, mais elles ne sont guère utilisées. A l'instar du moteur Wankel, bien connu de l'homme du métier, ces machines avaient été imaginées d'abord comme moteur à combustion. Le brevet FR 1 404 453 (J. Lemaitre), le brevet US 3,196,854 (A. Novak), le brevet FR 2 145 133 (J. Martin Artajo) la demande de brevet WO 01/88341 (P. Szorennyi), le brevet CA 997998 (E. Steinbrink) et la demande de brevet FR 2 493 397 (J.P. Ambert) décrivent l'idée et la conception théorique d'un tel moteur. Les demandes de brevet WO 2004/070169 et US2004079321 (G. Saint-Hilaire) 30 décrivent un moteur à combustion interne rotatif à losange déformable en détaillant sa structure. D'autres moteurs à explosion de type MRLD sont décrits par exemple dans les documents EP 1 295 012 B1 (Nivesh SA), et US 3,387,596 (L. Niemand).

35 [0004] Il a été reconnu très tôt que les MRLD peuvent aussi servir comme pompes. Cela est décrit par exemple dans les brevets US 3,295,505 (A. Jordan) et EP 1 092 838 A2 (J. Sanchez Talero) et dans les demandes de brevet WO 86/00370 (I. Contiero) et WO 2005/106204 (P. Okulov). Plus particulièrement, le document WO 86/00370 décrit un concept de MRLD comportant quatre chambres externes à volume variable, définies entre la surface externe du rotor, la surface interne du stator, ainsi qu'une chambre interne à volume variable définie à l'intérieur du rotor déformable, ces chambres étant délimitées axialement par deux flasques latéraux de fermeture. Dans une variante, un même fluide est véhiculé entre la chambre interne fonctionnant comme compresseur et les chambres externes fonctionnant comme moteur.

40 [0005] Une MRLD dispose de plusieurs cavités plus ou moins indépendantes, et qui peuvent être utilisées de différentes manières. La demande de brevet FR 2 911 631 (Ph. Kuzdzal) décrit un moteur à explosion ou à injection de gaz sous pression possédant, en plus des cavités externes limitées par la paroi intérieure de l'enceinte et les éléments rotatifs articulés, quatre cavités internes délimitées chacune par les parois intérieures d'éléments rotatifs adjacents et celles extérieures d'un arbre central. De plus, le moteur comprend deux autres cavités internes situées chacune au niveau 45 d'une articulation entre deux éléments mobiles, destinées à lubrifier les segments de l'articulation. L'huile de lubrification peut être également utilisée pour refroidir le moteur et, dans ce cas, les cavités internes communiquent entre elles en étant reliées par des canaux de circulation de l'huile. L'huile est amenée dans un circuit interne de lubrification/refroidissement du moteur par une pompe, les cavités internes étant utilisées seulement pour ouvrir et fermer des clapets du circuit interne du moteur permettant de refroidir le moteur à explosion en circuit fermé. Il est à noter que la variation 50 de volume des cavités internes au cours d'un cycle complet de la machine est faible, mais probablement suffisante pour un fonctionnement en circuit fermé du lubrifiant.

[0006] La demande de brevet WO 2004/070169, déjà mentionnée, évoque la possibilité d'utiliser les cavités internes comme pompe, alors que les cavités externes servent comme moteur à combustion, ainsi que la possibilité d'utiliser les cavités externes comme pompe ou compresseur, alors que les cavités internes sont utilisées en tant que moteur. Aucun mode de réalisation concret n'est donné pour illustrer ces concepts.

[0007] On souhaite réaliser une machine rotative à losange déformable possédant une densité de puissance et/ou une densité de fonctions supérieure aux machines MRLD connues.

Résumé de l'invention

[0008] Des modes de réalisation de MRLD selon l'invention sont définis dans les revendications jointes.

5 Description des figures

[0009]

- les figures 1a à 1f illustrent l'évolution d'une cavité externe lors d'un cycle complet du losange ;
10 les figures 2a à 2d illustrent l'évolution de cavités externes et internes réalisées selon un premier mode de réalisation de MRLD, lors d'un cycle complet du losange ;
les figures 3a à 3d illustrent des cavités externes et internes selon un deuxième mode de réalisation ;
les figures 4a à 4d illustrent des cavités externes et internes selon un troisième mode de réalisation ;
15 la figure 5 illustre une vue en perspective simplifiée de la machine ;
la figure 6a illustre une vue en coupe transversale d'un ensemble stator et flasques latéraux de la machine ;
les figures 6b et 6c illustrent des vues en coupe de la machine de l'invention, le losange étant représenté en deux positions angulaires différentes ;
les figures 7a et 7b illustrent des vues en perspective simplifiées de la machine, le losange étant représenté en deux positions angulaires différentes ;
20 les figures 8a à 8c illustrent des vues en perspective simplifiées d'un losange déformable de l'invention ;
la figure 9 illustre une vue en coupe transversale de la machine de l'invention.

Liste des repères :

1	Enceinte
2	Stator
3	Rotor
4	Losange déformable
5	Sommet du losange
6	Piston
7	Articulation pivotante (pivot)
8	Cavité externe
9	Face Extrados du piston
10	Cavité interne
11	Face Intrados du piston
12	Flasque latéral
13	Flasque latéral
14	Cavité périphérique extrados
15	Cavité circulaire extrados
16	Arbre central ovale
17	Cavité périphérique intrados
18	Cavité circulaire intrados
19	Cylindre de révolution
51	Orifice radial d'admission / refoulement de fluide
52	Orifice axial d'admission / refoulement de fluide
53	Lumières périphériques
54	Canaux admission / refoulement dans les articulations

(suite)

5	55 Canaux d'admission/refoulement via les pistons
	56, 56' Canal axial
	57 Arbre de rotation (central)
	58 Première extrémité de l'arbre de rotation
10	59 Orifice sortie plan médian
	60 Deuxième extrémité de l'arbre de rotation

Description de l'invention

[0010] L'invention concerne une machine rotative à losange déformable (MRLD) comportant un stator 2 ayant une forme générale tubulaire de section environ ovale, dont le profil est en accord avec les règles géométriques imposées par la déformation du losange au cours de sa rotation et dont la surface interne définit une enceinte 1 de réception d'un rotor 3 qui est un losange déformable 4.

[0011] Le losange déformable 4 est un ensemble de quatre pistons 6 reliés entre eux par des liaisons pivot, matérialisées par des articulations pivotantes 7, et qui forment une chaîne refermée sur elle-même. Le rotor 3 est généralement la partie tournante de la machine, mais on peut, dans une variante, entraîner l'enceinte 1 en rotation qui tourne alors par rapport au losange 4 fixe en rotation mais dont les côtés se déforment (on comprend par côté le segment qui relie, dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation de la machine, les axes de deux liaisons pivot adjacentes). Les projections des axes de liaisons pivots des pistons dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation de la machine représentent les sommets 5 du losange. Le segment qui relie deux sommets 5 opposés forme une diagonale du losange. On comprend, dans ce qui suit, par diagonale également une pièce ou liaison mécanique construite selon ce segment.

[0012] Un piston 6 est une pièce ayant une forme de portion de cylindre de directrice parallèle à l'axe de rotation de la machine. Les surfaces situées aux deux extrémités de cette pièce assurent chacune une partie d'une liaison pivot d'axe de rotation parallèle à l'axe de rotation de la machine. Le segment qui relie deux points médians des côtés opposés du losange, notamment de deux pistons opposés, forme une médiane du losange. On comprend, dans ce qui suit, par médiane également une pièce ou liaison mécanique construite selon ce segment.

[0013] L'intersection des diagonales ou des médianes du losange définit le centre de la machine. Par arbre de rotation 57 (fig. 9) ou arbre central de la machine, on comprend une pièce ou un ensemble de pièces mécaniques permettant de récupérer le mouvement de rotation du rotor ou du stator via un système de transmission mécanique adapté.

[0014] La machine comporte également deux flasques latéraux 12, 13 de fermeture (fig. 6a), disposés perpendiculairement à l'arbre de rotation de la machine et qui prennent appui contre les faces frontales avant et arrière du stator et du rotor.

[0015] Dans ce qui suit, on comprend par l'extrados 9 du piston la surface externe du piston 6, située à l'extérieur du losange 4, et par l'intrados 11 du piston, la surface interne du piston 6, située à l'intérieur du losange 4.

[0016] Par volume de la machine, on comprend le cylindre de révolution fermé par les flasques latéraux et englobant le profil externe du stator de la machine selon une réalisation classique ou englobant la pièce la plus excentrée par rapport à l'axe de rotation.

[0017] L'invention utilise la propriété de la machine rotative à losange déformable munie de moyens de l'invention afin de créer des cavités dont le volume varie lors de la déformation du losange, ces cavités externes et internes au rotor (ou au losange) pouvant être réalisées de différentes manières.

[0018] Dans un premier mode de réalisation qui est relatif aux cavités externes, représenté sur la figure 1 par un cycle complet du losange 4, une cavité externe 8 (on comprend externe au rotor 3) de travail est formée par une cavité périphérique extrados 14. Une telle cavité périphérique extrados 14 est formée par la face extrados 9 de l'un des pistons 6 du losange 4 contre la paroi intérieure du stator 2 et les flasques de fermeture 12, 13 de part et d'autre de la machine. La figure 1 montre l'exemple de la cavité périphérique extrados 14 gauche. Dans la position initiale (figure 1a), la cavité périphérique extrados en la partie inférieure est initialement vide, ou à volume minimal. Les figures suivantes (1b à 1f) montrent l'évolution de cette cavité (représentée pointillée) quand le losange 4 tourne dans le sens indiqué sur la figure. La figure ne représente pas les dispositifs de remplissage. La figure 1b montre le début de l'admission. La figure 1c montre un état de la phase d'admission où la cavité augmente encore en volume. Sur la figure 1d, la cavité périphérique extrados 14 gauche a atteint son volume maximal ; de manière préférée, le losange 4 prend alors la forme d'un carré. Ensuite (figure 1e), le volume de la cavité décroît et le fluide est évacué. Les dispositifs de refoulement ne sont pas représentés sur cette figure. Sur la figure 1f, la cavité périphérique extrados 14 gauche atteint son volume minimal voire se vide complètement. C'est à la fois la fin du refoulement et le début de l'admission pour la cavité qui suit. Chaque

cavité périphérique extrados 14 effectue un cycle par demi-tour. A titre d'exemple, la cylindrée d'une telle cavité représente environ 1/50^{ème} du volume de la machine, soit une cylindrée de 4/50^{ème} du volume de la machine par tour. Afin de pouvoir échanger un fluide avec un circuit extérieur à la machine, on peut accéder à ces cavités périphériques extrados 14 par des canaux pratiqués dans les pistons 6, ou dans les pivots 7 ou dans le stator 2 ou encore dans les flasques latéraux 12, 13 de fermeture, tel qu'il sera expliqué par la suite.

[0019] On peut ainsi réaliser un dispositif qui exploite une, deux, trois ou quatre cavités périphériques extrados 14 simultanément, l'écart de phase de deux cavités adjacentes étant de 90°. Ces cavités périphériques extrados 14 peuvent avoir la même fonction (pompe, compresseur, moteur etc.) ou non. A titre d'exemple, une cavité peut recevoir un gaz sous pression qui met le rotor en mouvement, alors que les autres travaillent comme compresseur ou comme pompe.

Si plusieurs cavités travaillent comme pompe, elles peuvent travailler avec le même fluide ou avec un fluide différent. Cependant, les cavités périphériques extrados 14 utilisant la même paroi intérieure du stator, il y a un risque de contamination entre les différents fluides des cavités périphériques extrados 14, car il y aura toujours un film permanent qui se forme sur cette paroi intérieure. Il faut évaluer ce risque pour chaque cas ; il peut par exemple être acceptable de transporter deux liquides alimentaires (p.ex. eau et lait ou lait et pâte à base de lait) dans deux cavités périphériques extrados, mais il ne serait probablement pas acceptable de transporter un liquide alimentaire et un liquide non alimentaire dans deux cavités périphériques extrados 14, adjacentes ou non. Pour éviter tout risque de contamination croisée, il faut utiliser deux cavités totalement séparées. Cela sera expliqué ci-dessous.

[0020] Ainsi, à titre d'exemple, la machine illustrée à la figure 1 présente un nombre de cavités périphériques extrados gauche 14 de 2 ou 4 par tour, un nombre de cavités périphériques extrados droite 14 de 2 par tour, et une cavité centrale, ce qui fait un nombre total instantané de 5 cavités, pouvant remplir trois fonctions.

[0021] Dans un mode de réalisation illustré à la figure 2, une cavité externe est une cavité externe de jonction en étant définie par l'espace compris entre deux pistons 6 connexes du rotor 3 ou qui ont une liaison pivot (ou articulation pivotante) 7 en commun et la paroi intérieure du stator 2 (ou enceinte 1), quatre cavités étant ainsi définies dans l'espace compris entre le rotor 3 et le stator 2. Le stator 2 peut présenter une enceinte 1 de forme ovale ou circulaire. Dans le cas où l'enceinte est circulaire, elle présente un axe longitudinal qui est commun avec celui de rotation de la machine et la cavité définie avec les flasques latéraux de fermeture est une cavité circulaire extrados 15. Une telle cavité circulaire extrados 15 effectue un cycle par demi-tour de rotation du rotor, et les quatre cavités se succèdent sur un tour. A titre d'exemple, la cylindrée de la cavité circulaire extrados 15 peut représenter 1/100^{ème} du volume de la machine, soit une cylindrée de 2/25^{ème} du volume de la machine par tour si les cycles effectués à chaque demi-tour et les quatre cavités sont cumulés sur une même fonction. Le guidage de la déformation du rotor 3 est réalisé par un arbre central de section ovale 16. Le volume de cette cavité varie en fonction de la position du rotor 3, notamment, il croît d'une position où le volume est minimal (fig. 2a) à une position d'admission de fluide (fig. 2b), atteint son volume maximal en position de déformation maximum du losange 4 (fig. 2c), pour décroître encore et comprimer le fluide (fig. 2d) avant de l'éliminer complètement de la cavité circulaire extrados 15 (position du losange similaire à celle de la position 2a). Afin de pouvoir échanger un fluide avec un circuit extérieur à la machine, on peut accéder à ces cavités circulaires extrados 15 par des canaux pratiqués dans les pistons 6, ou dans les pivots 7 ou dans le stator 2 ou encore dans les flasques latéraux 12,13 de fermeture.

[0022] Avantageusement, lorsque l'enceinte 1 est circulaire, cette variante de réalisation comporte une simplification constructive associée à une réduction significative du coût de fabrication, dans la mesure où le stator 2 et l'enceinte 1 peuvent être obtenus directement à partir un profil standard de section circulaire, évitant les opérations d'usinage par enlèvement de matière.

[0023] Ainsi, à titre d'exemple, la machine illustrée aux figures 2 présente un nombre de cavités circulaires extrados 15 de 8 par tour, un nombre de cavités périphériques intrados 17 de 8 par tour, ce qui fait un nombre total instantané de 8 cavités, pouvant remplir quatre fonctions. Dans un second mode de réalisation relatif aux cavités internes, qui peut être combiné avec le premier mode, une cavité de travail est formée par une cavité interne au rotor 3. Cette cavité utilise un profil interne au losange 4, ce profil étant de type MRDL, c'est à dire un profil qui respecte les lois de déformation du losange, qui est, dans une première variante illustrée aux figures 3a à 3d, associé avec la surface intérieure appelée face intrados 11 des pistons 6. La figure 3a montre un exemple de quatre cavités périphériques intrados 17, dont deux à gauche et deux à droite, tel que vu par rapport à un axe vertical passant par le centre du rotor 3. On peut aussi utiliser, alternativement ou en même temps, la cavité périphérique intrados gauche ou celle de droite. Ainsi, on dispose, comme dans le cas des cavités périphériques extrados 14, de jusqu'à quatre cavités périphériques intrados 17 de travail en simultané, qui peuvent remplir différentes fonctions, mais qui partagent un élément commun, l'arbre central, susceptible de conduire à une contamination croisée. Le profil qui est à l'extérieur du losange offre une surface commune à toutes les cavités périphériques extrados. De la même manière, le profil qui est à l'intérieur du losange offre une surface commune à toutes les cavités périphériques intrados. Toutefois, l'étanchéité dynamique entre les flasques de la machine et les pistons peuvent permettre une contamination croisée. Comme indiqué ci-dessus, il y a peu de risque de contamination croisée entre les cavités périphériques extrados 14 et les cavités périphériques intrados 17, et si l'on veut utiliser deux fluides de travail incompatibles entre eux, on emploie le premier de ces fluides dans une cavité périphérique

extrados 14, et le second dans une cavité périphérique intrados 17. Il est à noter sur les figures 3b à 3d que les cavités extrados 14 gauche et intrados 17 gauche sont en opposition de phase (le volume de l'une croît, alors que le volume de l'autre décroît avec la rotation du losange 4, et arrive à une valeur maximale alors que la valeur de l'autre est minimale) et il en est de même pour les cavités extrados 14 et intrados 17 de droite. La cylindrée d'une cavité périphérique intrados 17 est légèrement plus faible que celle de la cavité périphérique extrados 14, cette différence de cylindrée est essentiellement liée à l'épaisseur des pistons. Le rapport de la cylindrée des cavités intrados sur celle des cavités extrados est inférieur à 1. Afin de pouvoir échanger un fluide avec un circuit extérieur à la machine, on peut accéder à ces cavités périphériques intrados 17 par des canaux pratiqués dans les pistons 6, ou dans les pivots 7 ou dans le stator 2 ou encore dans les flasques latéraux 12,13 de fermeture.

[0024] Dans un cas extrême, on dispose ainsi de huit cavités de travail différentes. A titre d'exemple, si le rotor est mu par un moteur externe, toutes les deux fois quatre cavités peuvent être utilisées comme compresseur ou comme pompe.

[0025] Ainsi, à titre d'exemple, la machine illustrée aux figures 3 présente deux cavités périphériques extrados gauches 14, deux cavités périphériques extrados droites 14, deux cavités périphériques intrados gauches 17 et deux cavités périphériques intrados droites 17, ce qui fait un nombre total instantané de 8 cavités, pouvant remplir quatre fonctions.

[0026] Les figures 2a à 2d montrent par ailleurs des cavités périphériques intrados 17, gauche et droite, qui peuvent être combinées avec des cavités circulaires extrados 15, tel qu'il a été expliqué plus haut, afin d'obtenir jusqu'à huit cavités de travail différentes.

[0027] Dans une deuxième variante de ce mode de réalisation illustrée aux figures 4a à 4d, les cavités internes sont des cavités circulaires intrados 18, une cavité étant formée par l'espace compris entre deux pistons 6 connexes (ou qui ont une liaison pivot 7 en commun), un cylindre de révolution 19 interne au losange 4, dont l'axe longitudinal est commun à l'arbre central de la machine. Une telle cavité circulaire intrados 18 effectue un cycle par demi-tour et les quatre cavités se succèdent sur un tour. A titre d'exemple, la cylindrée d'une telle cavité circulaire intrados 18 représente environ 1/100^{ème} du volume de la machine, soit une cylindrée de 2/25^{ème} du volume de la machine par tour si on cumule les quatre cavités et les deux cycles par tour. Il est à noter que la déformation du losange 4 est dans ce cas guidée par le profil interne de l'enceinte 1 du stator 2. Afin de pouvoir échanger un fluide avec un circuit extérieur à la machine, on peut accéder à ces cavités circulaires intrados 18 par des canaux pratiqués dans les pistons 6, ou dans les pivots 7 ou dans le stator 2 ou encore dans les flasques latéraux 12,13 de fermeture.

[0028] Ainsi, à titre d'exemple, la machine illustrée aux figures 4 présente deux cavités périphériques extrados gauches 14, deux cavités périphériques extrados droites 14, et quatre cavités circulaires intrados 18, ce qui fait un nombre total instantané de 8 cavités, pouvant remplir quatre fonctions.

[0029] La machine rotative à losange déformable de l'invention permet, de par sa construction avec au moins trois cavités à volume variable, d'assurer plusieurs fonctions choisies parmi celles de : moteur, pompe, compresseur ou turbine, ou une combinaison de celles-ci, un échange de fluide étant établi avec un ou plusieurs circuits externes à la machine, ainsi qu'entre les diverses cavités à volume variable de celle-ci. Les zones d'échange (ou moyens de transfert ou d'échange) de fluide au sein de la machine sont illustrées dans les figures 5 à 9. Ces zones d'échanges sont des orifices d'admission ou de refoulement communiquant, d'une part, avec des circuits de fluide externes à la machine et d'autre part, avec des canaux pratiqués au sein de ses éléments débouchant dans des cavités externes ou internes de la machine, tel qu'il sera expliqué par la suite.

[0030] La figure 5 illustre quatre orifices radiaux 51 d'admission ou refoulement du fluide dans les cavités externes de la machine, ces orifices sont pratiqués sur la surface externe du stator 2 et traversent radialement son épaisseur pour déboucher dans les cavités externes 8 de la machine.

[0031] Les figures 6a à 6c illustrent des orifices pratiqués dans les flasques latéraux 12,13 de fermeture de la machine, réalisés notamment sous forme d'orifices axiaux et de lumières périphériques. Tel que visible à la figure 6a, deux orifices axiaux 52 permettent une admission du fluide axialement (dans le sens de l'axe longitudinal de la machine) à l'intérieur du rotor, ces orifices pouvant avantageusement être munis de clapets assurant leur fermeture et respectivement leur ouverture. Les deux flasques latéraux 12,13 sont également munis chacun de quatre lumières périphériques 53 qui sont des fentes ayant une forme générale de demi-lune leurs dimensions et leur agencement étant réalisés de manière à ce que, au moins dans l'une des positions du rotor 3, ces lumières périphériques 53 soient complètement obstruées par les articulations pivotantes 7 du rotor 3. La figure 6b illustre une telle position où les quatre lumières périphériques 53 sont recouvertes par les quatre articulations pivotantes 7 du rotor 3. Lors de la rotation du rotor 3 dans le sens indiqué par la flèche dans les figures 6b et 6c, les lumières périphériques 53 sont découvertes progressivement et la surface de la zone d'échange augmente avec l'angle de rotation jusqu'à une position où elles sont complètement ouvertes (fig. 6c), puis la section de la zone d'échange de fluide diminue ensuite jusqu'à la position illustrée dans la figure 6b. Cette solution assure une ouverture et une fermeture progressives et automatiques de la zone d'échange entre un circuit de fluide en amont ou en aval de la machine et les cavités externes 8 de la machine, toutes les fermetures et ouvertures d'orifices étant en phase entre elles.

[0032] Les figures 7a et 7b illustrent une autre variante de réalisation des zones d'échange de fluide à l'intérieur de

la machine, notamment via des canaux 54 d'admission ou refoulement pratiqués au niveau des articulations pivotantes 7 du rotor 3. La rotation qui a lieu entre les pistons 6 et leur pivots 7 permet une ouverture et une fermeture automatique de ces canaux 54 s'étendant radialement et sur une certaine profondeur le long de l'articulation pivotante 7. On note que l'ouverture et la fermeture des canaux appartenant à deux articulations pivotantes opposées (se faisant face) sont en phase.

[0033] Les figures 8a à 8c illustrent une autre variante de réalisation des zones d'échange de fluide, cet échange se faisant par des canaux 55 pratiqués dans une direction radiale dans les pistons 6. La figure 8a illustre le rotor 3 de la machine où chaque piston 6 comprend deux orifices traversants, le passage de fluide pouvant être réalisé dans les deux sens (intérieur vers l'extérieur et vice-versa). La figure 8b illustre un exemple de rotor où chaque piston comprend un orifice traversant réalisé de manière à pouvoir recevoir un clapet de fermeture assurant le passage du fluide de l'intérieur vers l'extérieur du rotor (dans le sens des flèches de la fig.8b). La figure 8c illustre un exemple similaire au précédent, mais où le passage du fluide est permis depuis l'extérieur vers l'intérieur du rotor (dans le sens des flèches de la fig.8c).

[0034] La figure 9 illustre une autre variante de réalisation de canal axial 56 d'admission ou de refoulement de fluide, celui-ci étant réalisé dans l'arbre central ou de rotation 57 de la machine. La cavité interne de l'arbre de rotation 57 comprend un premier canal axial 56 dont l'orifice d'entrée se trouve à une première extrémité 58 de l'arbre et l'orifice de sortie 59 au niveau du plan médian de la machine, ainsi qu'un deuxième canal axial 56' qui part de ce plan milieu et va jusqu'à la deuxième extrémité 60 de l'arbre de rotation 57. Des orifices, munis de préférence de clapets, permettent l'admission du fluide véhiculé par l'arbre central dans les cavités qu'il traverse, voire le refoulement du fluide des cavités via le canal axial de l'arbre vers un circuit externe de la machine.

[0035] Les canaux d'admission et de refoulement de fluide dans diverses cavités de la machine peuvent présenter des sections dites libres (par exemple des orifices, des lumières ou fentes) qui sont successivement obstruées, puis ouvertes lors de la rotation du rotor, ou ils peuvent être munis de clapets ou soupapes (éventuellement à ressort de rappel) actionnés en ouverture/fermeture par une différence de pression de fluide, ou, dans une autre variante de réalisation, ils peuvent être munis de dispositifs de fermeture/ouverture commandés par des actionneurs électriques ou électromécaniques (par exemple électrovannes, soupapes commandées, etc ...). Une combinaison des moyens de fermeture/ouverture des canaux peut également être envisagée, par exemple lesdites sections libres peuvent comporter, de plus, un dispositif piloté (tel un obturateur rotatif à rotation contrôlée) pouvant par exemple effectuer une variation de la surface de la zone d'échange.

[0036] Les caractéristiques techniques de la machine sont données ci-dessous à titre d'exemple. La machine a une taille très compacte. En effet, la longueur (selon le grand axe de la section transversale du stator) est d'environ 70 mm, la largeur (selon le petit axe de la section transversale du stator) est d'environ 60 mm et la profondeur (selon l'axe longitudinal) est d'environ 40 mm.

[0037] Une machine améliorée, plus compacte et plus légère peut être conçue pour des vitesses de rotation plus élevées, tout en la munissant de systèmes d'étanchéité au niveau de ses zones d'échange de fluide. À l'inverse, il est aussi possible d'envisager un dimensionnement plus important de la machine, lorsque l'on alourdit les pistons afin d'augmenter le moment d'inertie du losange autour de l'axe de rotation.

[0038] A titre indicatif, les tolérances dimensionnelles et géométriques sont de l'ordre du centième de mm afin de limiter les fuites. Le volume maximal d'une cavité périphérique extrados 14 est d'environ 5 cm³. Le volume mort d'une cavité périphérique extrados 14 est négligeable et dépend essentiellement des conduites d'admission et de refoulement, soit d'environ 0,1 cm³ pour une conduite de la pompe à air et 1 cm³ pour une conduite de la turbine à eau. La machine est étanche vis-à-vis de l'extérieur car elle se satisfait d'étanchéités statiques (sans mouvement relatifs de pièces). Les étanchéités internes de la machine se font essentiellement par des jeux réduits, de grandes zones de laminage de fuites et l'utilisation des déformations des pièces sous pression pour diminuer les jeux et améliorer l'étanchéité.

[0039] La machine peut être réalisée à l'aide de matériaux plastiques à bas coefficient de frottement pour assurer la légèreté de l'ensemble, car la pression est faible et les pièces ont une conception très robuste.

[0040] La machine peut encaisser les problèmes de présence d'eau dans les pompes à air, grâce notamment aux volumes morts, ceux-ci servant d'amortisseurs pneumatiques pour éviter le choc hydraulique lors de la diminution du volume. De plus, en cas de fort excès de liquide dans les zones pneumatiques, la pression augmentant fortement, les pistons et les flasques se déforment pour libérer un passage au fluide.

Revendications

55 1. Machine rotative à losange déformable comprenant :

- un stator (2) définissant une enceinte de section ovale (1) ;
- quatre pistons de forme similaire (6) reliés l'un à l'autre par des liaisons pivot (7) à axes parallèles pour former

un rotor (3) à losange déformable (4), chaque piston ayant une surface (9) externe au losange coopérant avec la paroi de l'enceinte pour définir une cavité externe (14, 15) à volume variable ; et caractérisé en ce qu'il comprend un arbre central (16, 19) de section ovale centré dans l'enceinte, et en ce que chaque piston a une surface (11) interne au losange coopérant avec l'arbre central pour définir une cavité interne (17, 18) à volume variable, la surface interne de chaque piston comprenant une partie configurée pour épouser intégralement l'arbre central à chaque demi tour de rotation du rotor.

2. Machine selon la revendication 1, dans laquelle ladite partie de la surface interne des pistons est configurée pour épouser les parties de plus petit rayon de l'arbre central (16).

10 3. Machine selon la revendication 2, dans laquelle :

- l'enceinte (1) est de section circulaire,
 - l'arbre central (16) est de section non-circulaire, et
- 15 • les pistons (6) sont configurés pour que les liaisons pivot (7) soient continument en contact avec l'arbre central au cours d'un tour de rotation du rotor (3).

4. Machine selon la revendication 3, dans laquelle la surface externe (9) de chaque piston est configurée pour que sa zone centrale soit continument en contact avec la paroi de l'enceinte au cours d'un tour de rotation du rotor (3).

20 5. Machine selon la revendication 2, dans laquelle :

- l'enceinte (1) et l'arbre central (16) ont des sections non-circulaires parallèles, et
- les pistons (6) sont configurés pour que les liaisons pivot (7) soient continument en contact avec les parois de l'enceinte (1) et de l'arbre central au cours d'un tour de rotation du rotor.

6. Machine selon la revendication 1, dans laquelle :

- l'arbre central (19) est de section circulaire,
- l'enceinte (1) est de section non-circulaire,
- les pistons (6) sont configurés pour que les liaisons pivot (7) soient continument en contact avec la paroi de l'enceinte (1) au cours d'un tour de rotation du rotor, et
- la surface interne de chaque piston est configurée en deux secteurs cylindriques concaves symétriques, de même rayon que l'arbre central, et agencés pour que leur zone de raccord soit continument en contact avec l'arbre central.

Patentansprüche

40 1. Rotationsmaschine mit verformbarem Rhombus, umfassend:

- einen Stator (2), der einen abgeschlossenen Raum mit ovalem Querschnitt (1) definiert;
- vier Kolben in ähnlicher Form (6), die durch Drehzapfenverbindungen (7) mit parallelen Achsen miteinander verbunden sind, um einen Rotor (3) mit verformbarem Rhombus (4) zu bilden, wobei jeder Kolben eine Oberfläche (9) außerhalb des Rhombus aufweist, die mit der Wand des abgeschlossenen Raumes zusammenwirkt, um einen äußeren Hohlraum (14, 15) mit variablem Volumen zu definieren; und

dadurch gekennzeichnet, dass er eine im abgeschlossenen Raum zentrierte zentrale Welle (16, 19) mit ovalem Querschnitt umfasst, und dadurch, dass jeder Kolben eine Oberfläche (11) innerhalb des Rhombus aufweist, die mit der zentralen Welle zusammenwirkt, um einen inneren Hohlraum (17, 18) mit variablem Volumen zu definieren, wobei die innere Oberfläche eines jeden Kolbens einen Abschnitt umfasst, der konfiguriert ist, um sich bei jeder halben Rotationsumdrehung des Rotors vollständig an die zentrale Welle anzulegen.

55 2. Maschine nach Anspruch 1, wobei der besagte Abschnitt der inneren Oberfläche der Kolben konfiguriert ist, um sich an die Abschnitte mit dem kleinsten Radius der zentralen Welle (16) anzulegen.

3. Maschine nach Anspruch 2, wobei:

- der abgeschlossene Raum (1) einen kreisrunden Querschnitt aufweist,
- die zentrale Welle (16) einen nicht kreisrunden Querschnitt aufweist, und
- die Kolben (6) konfiguriert sind, damit die Drehzapfenverbindungen (7) im Laufe einer Rotationsumdrehung des Rotors (3) ununterbrochen in Kontakt mit der zentralen Welle sind.

5 4. Maschine nach Anspruch 3, wobei die äußere Oberfläche (9) eines jeden Kolbens konfiguriert ist, damit ihre zentrale Zone im Laufe einer Rotationsumdrehung des Rotors (3) ununterbrochen in Kontakt mit der Wand des abgeschlossenen Raumes ist.

10 5. Maschine nach Anspruch 2, wobei:

- der abgeschlossene Raum (1) und die zentrale Welle (16) parallele nicht kreisrunde Querschnitte aufweisen, und
- die Kolben (6) konfiguriert sind, damit die Drehzapfenverbindungen (7) im Laufe einer Rotationsumdrehung des Rotors ununterbrochen in Kontakt mit den Wänden des abgeschlossenen Raumes (1) und der zentralen Welle sind.

15 6. Maschine nach Anspruch 1, wobei:

- die zentrale Welle (19) einen kreisrunden Querschnitt aufweist,
- der abgeschlossene Raum (1) einen nicht kreisrunden Querschnitt aufweist,
- die Kolben (6) konfiguriert sind, damit die Drehzapfenverbindungen (7) im Laufe einer Rotationsumdrehung des Rotors ununterbrochen in Kontakt mit der Wand des abgeschlossenen Raumes sind, und
- die innere Oberfläche eines jeden Kolbens in zwei symmetrischen, konkaven zylindrischen Sektoren mit demselben Radius wie die zentrale Welle konfiguriert ist, und sie angeordnet sind, damit ihre Anschlusszone ununterbrochen in Kontakt mit der zentralen Welle ist.

Claims

30 1. Rotary machine with a deformable lozenge comprising:

- a stator (2) defining an oval-section enclosure (1);
- four pistons of similar shape (6) connected to each other by pivoting connectors (7) with parallel axes to form a rotor (3) with a deformable lozenge (4), each piston having a surface (9) external to the lozenge cooperating with the wall of the enclosure to define an external cavity (14, 15) with a variable volume; and

35 characterized in that it comprises a central shaft (16, 19) of oval section centered in the enclosure, and in that each piston has a surface (11) internal to the lozenge cooperating with the central shaft to define an internal cavity (17, 18) of variable volume, the internal surface of each piston comprising a part configured to completely marry up with the central shaft at each half-turn of the rotor rotation.

40 2. Machine according to claim 1, wherein said part of the internal surface of the pistons is configured to marry up with the smallest radius parts of the central shaft (16).

45 3. Machine according to claim 2, wherein:

- the enclosure (1) is of circular section,
- the central shaft (16) is of non-circular section, and
- the pistons (6) are configured so that the pivoting connectors (7) are continuously in contact with the central shaft during one turn of the rotor (3) rotation.

50 4. Machine according to claim 3, wherein the external surface (9) of each piston is configured so that its central zone is continuously in contact with the wall of the enclosure during one turn of the rotor (3) rotation.

55 5. Machine according to claim 2, wherein:

- the enclosure (1) and the central shaft (16) have parallel non-circular sections, and

- the pistons (6) are configured so that the pivoting connectors (7) are continuously in contact with the walls of the enclosure (1) and the central shaft during one turn of the rotor rotation.

6. Machine according to claim 1, wherein:

- 5
- the central shaft (19) is of circular section,
 - the enclosure (1) is of non-circular section,
 - the pistons (6) are configured so that the pivoting connectors (7) are continuously in contact with the wall of the enclosure (1) during one turn of the rotor rotation, and

10

 - the internal surface of each piston is configured in two symmetrical concave cylindrical sectors, of the same radius as the central shaft, and arranged so that their connecting zone is continuously in contact with the central shaft.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

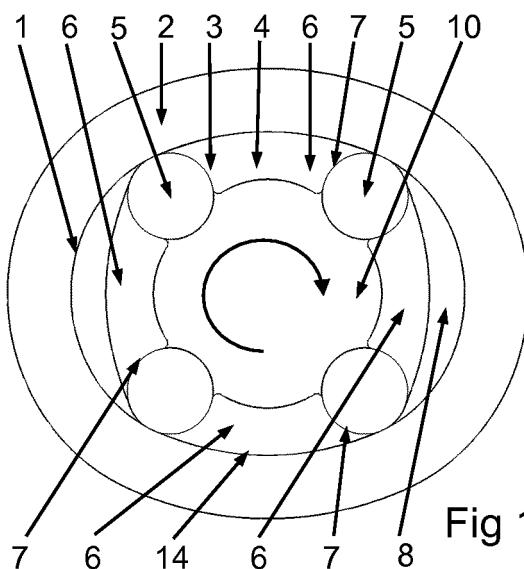


Fig 1a

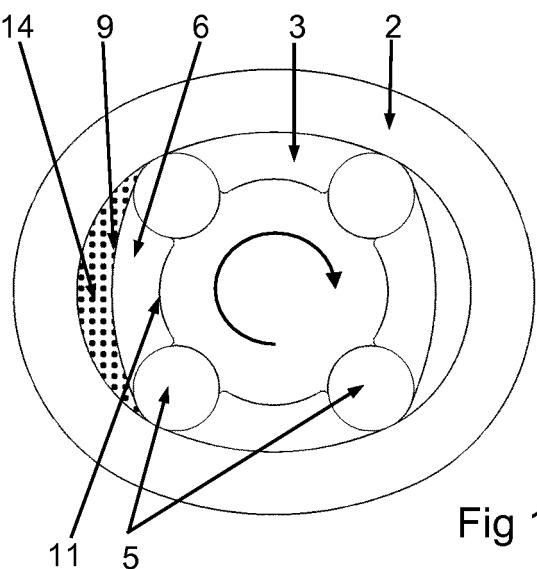


Fig 1d

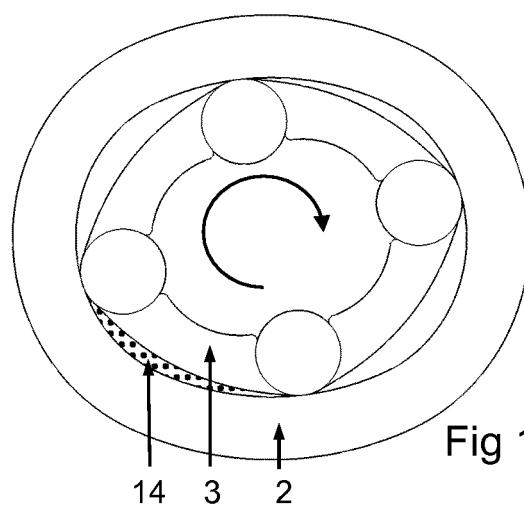


Fig 1b

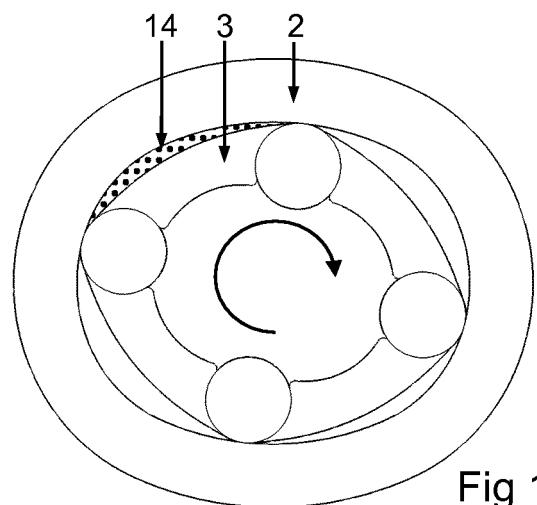


Fig 1e

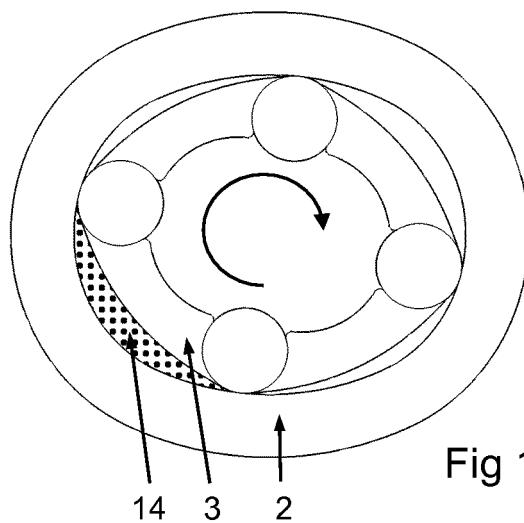


Fig 1c

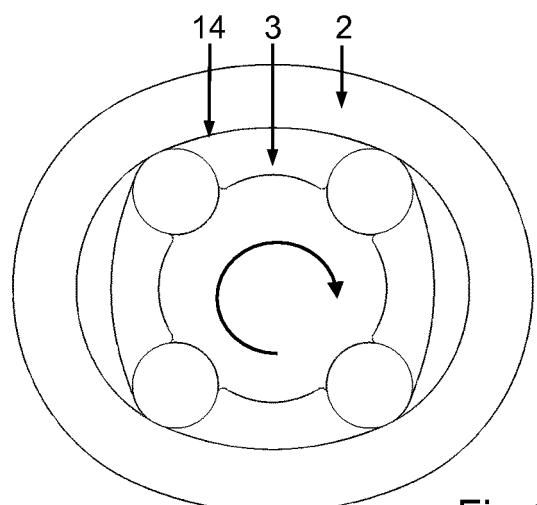


Fig 1f

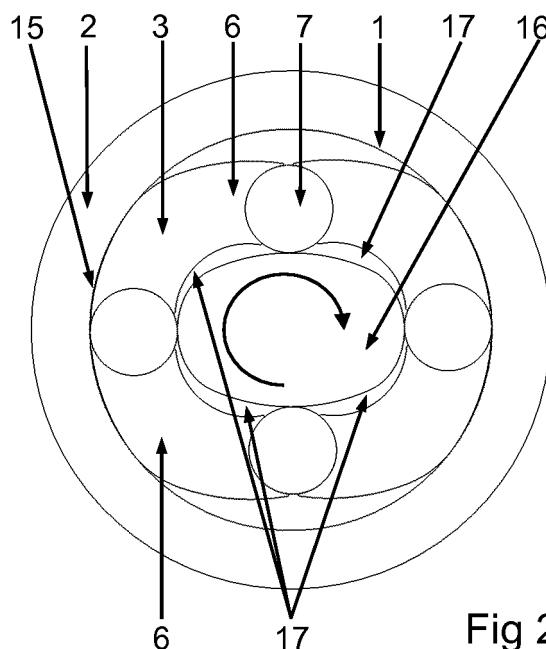


Fig 2a

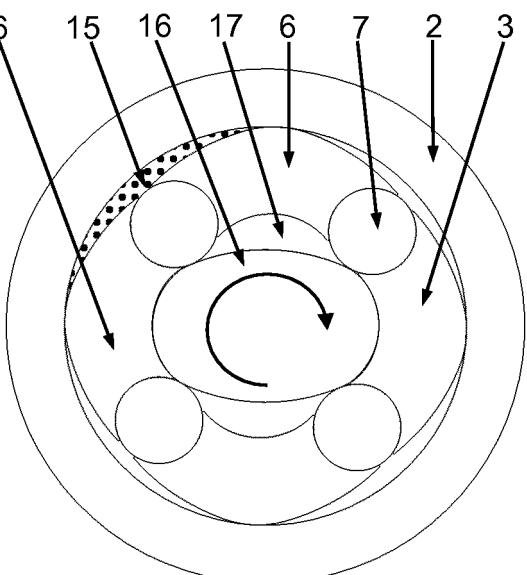


Fig 2b

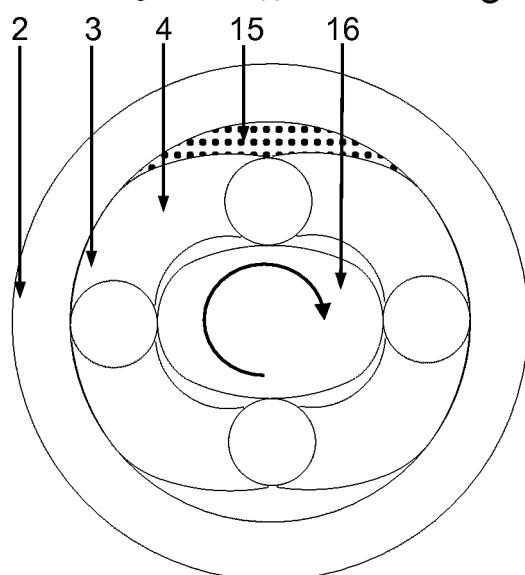


Fig 2c

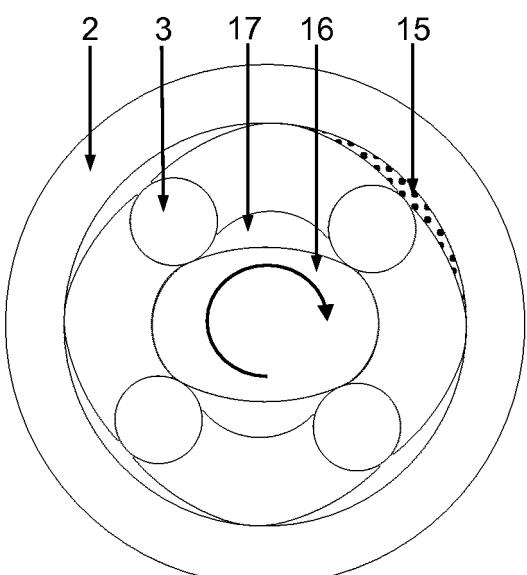


Fig 2d

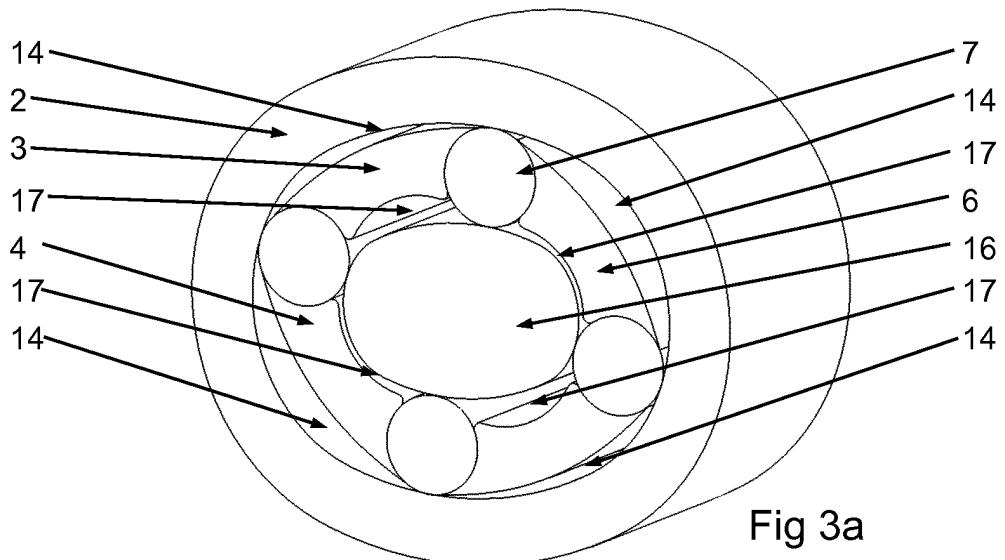


Fig 3a

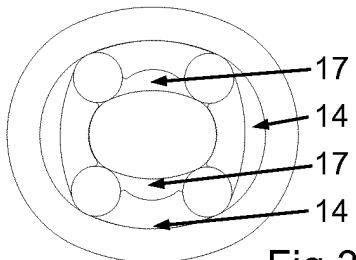


Fig 3b

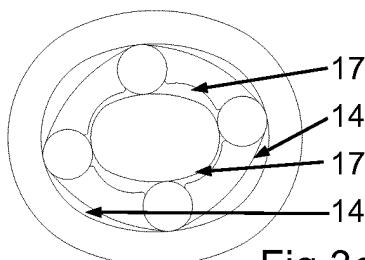


Fig 3c

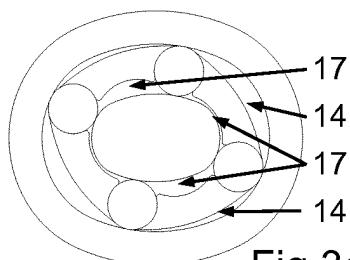


Fig 3d

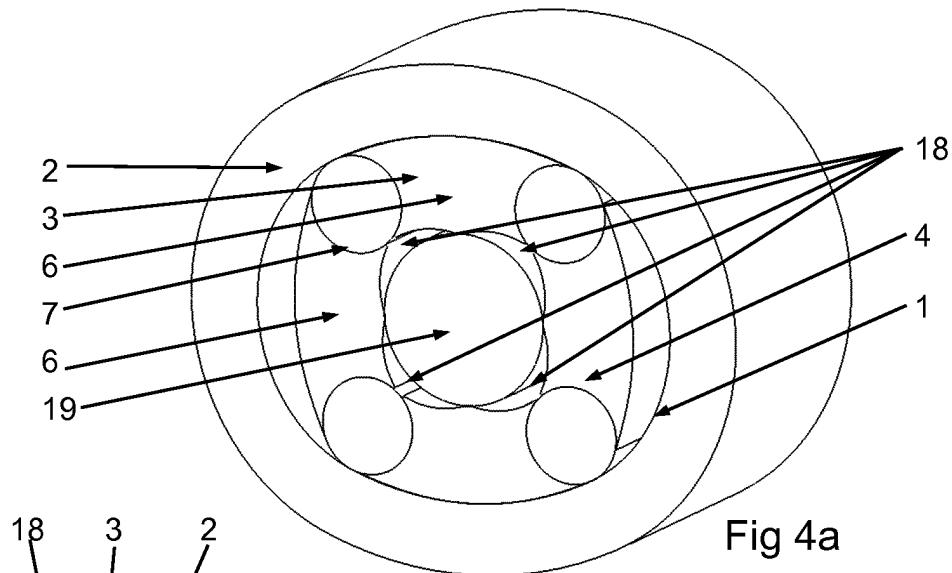


Fig 4a

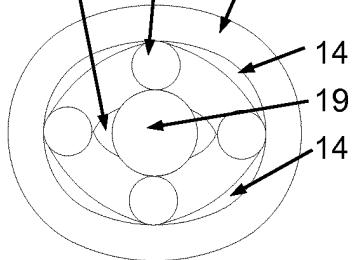


Fig 4b

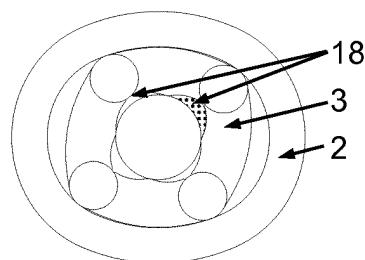


Fig 4c

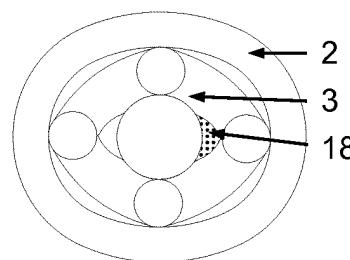


Fig 4d

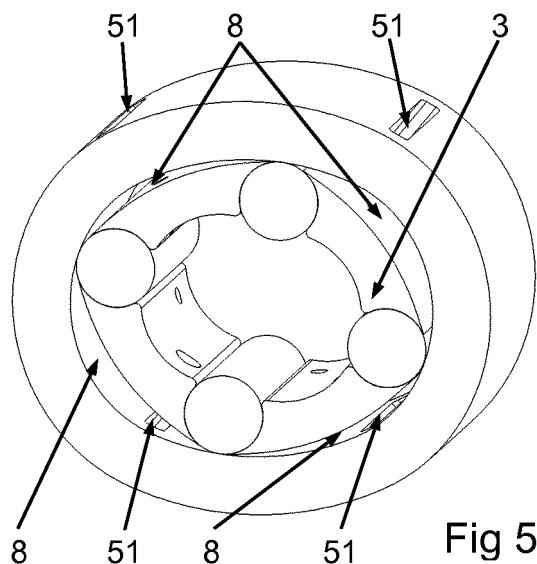


Fig 5

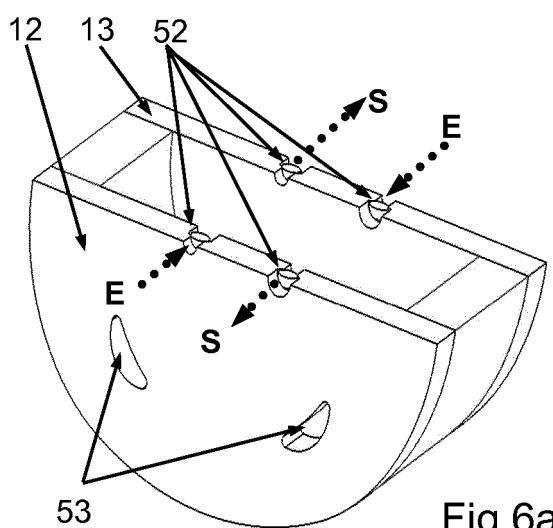


Fig 6a

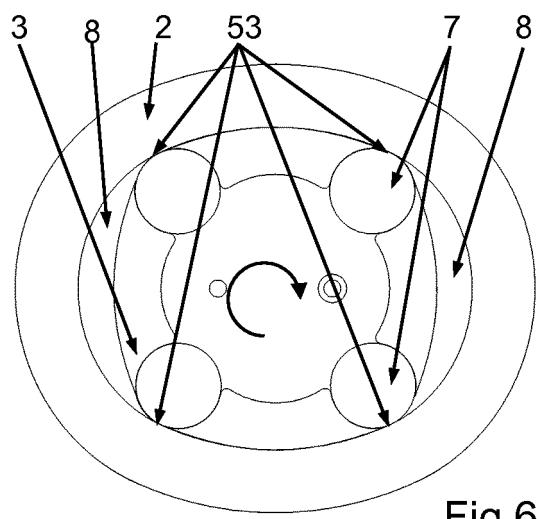


Fig 6b

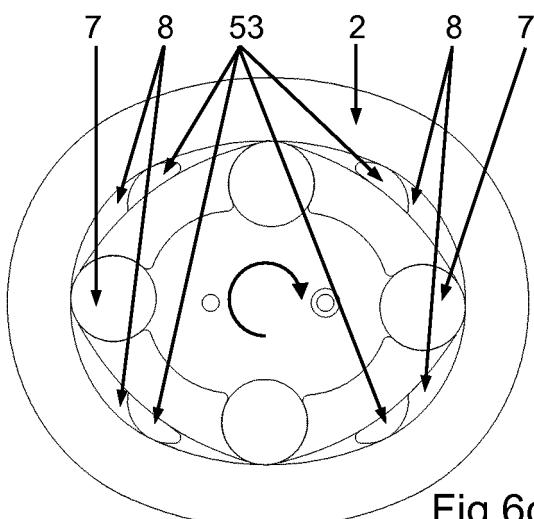
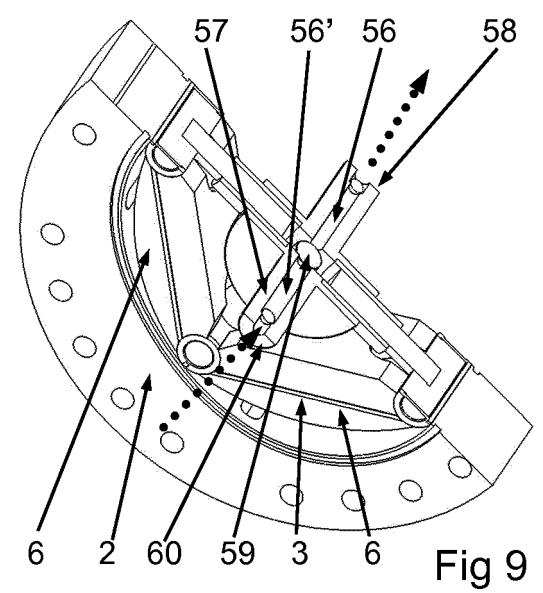
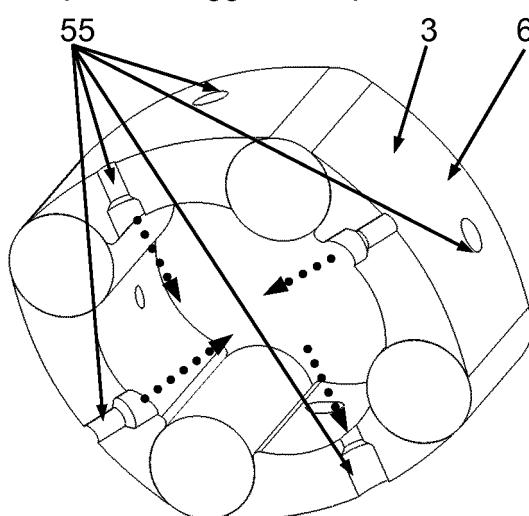
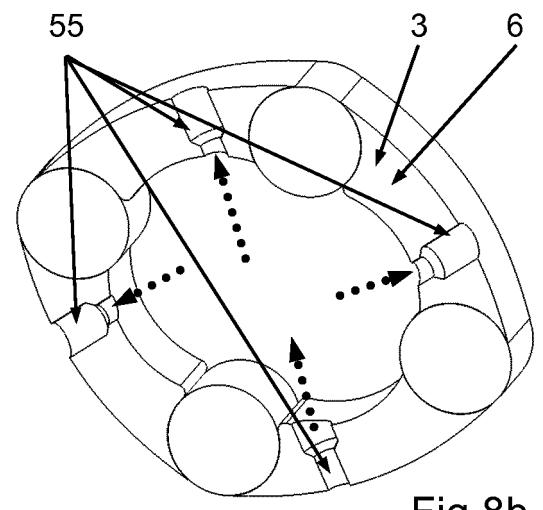
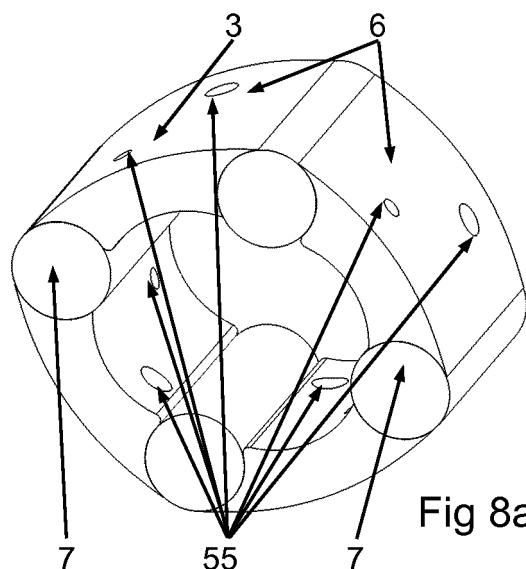
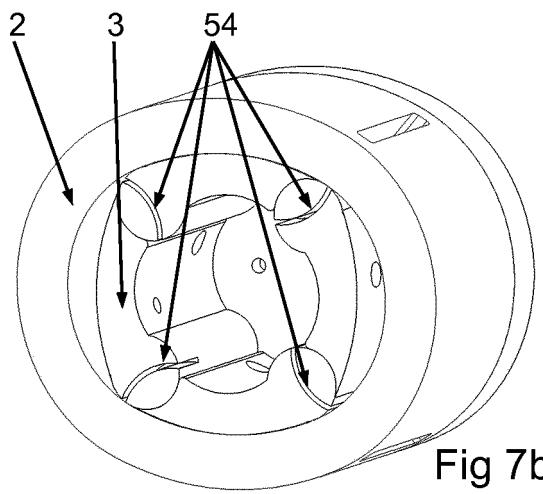
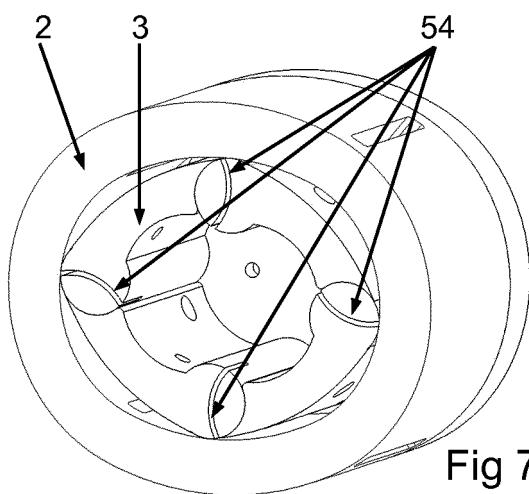


Fig 6c



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 1404453, J. Lemaitre [0003]
- US 3196854 A, Novak [0003]
- FR 2145133, J. Martin Artajo [0003]
- WO 0188341 P, Szorenyi [0003]
- CA 997998, E. Steinbrink [0003]
- FR 2493397, J.P. Ambert [0003]
- WO 2004070169 A [0003] [0006]
- US 2004079321 A, G. Saint-Hilaire [0003]
- EP 1295012 B1, Nivesh SA [0003]
- US 3387596 A, L. Niemand [0003]
- US 3295505 A, Jordan [0004]
- EP 1092838 A2, J. Sanchez Talero [0004]
- WO 8600370 A, I. Contiero [0004]
- WO 2005106204 A, P. Okulov [0004]
- FR 2911631, Ph. Kuzdzal [0005]