



⑪ Numéro de publication : **0 539 273 A1**

⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt : **92402826.9**

⑤① Int. Cl.⁵ : **F04C 2/107**

㉔ Date de dépôt : **15.10.92**

③① Priorité : **23.10.91 FR 9113531**

④③ Date de publication de la demande :
28.04.93 Bulletin 93/17

⑥④ Etats contractants désignés :
BE CH DE ES FR GB LI

⑦① Demandeur : **Leroy, André**
64 Chaussée de Binche
B-7030 Mons (Saint Symphorien) (BE)

⑦① Demandeur : **FLAMME, Jean-Marie**
23 Boulevard Richard Lenoir
F-75011 Paris (FR)

⑦② Inventeur : **Leroy, André**
64 Chaussée de Binche
B-7030 Mons (Saint Symphorien) (BE)
Inventeur : **FLAMME, Jean-Marie**
23 Boulevard Richard Lenoir
F-75011 Paris (FR)

⑦④ Mandataire : **Ecrepont, Robert**
Cabinet Ecrepont 12 Place Simon Vollant
F-59800 Lille (FR)

⑤④ **Machine volumétrique à mouvement planétaire et géométrie hypetrochoïdale.**

⑤⑦ Machine volumétrique à mouvement planétaire et géométrie hypetrochoïdale comprenant un capsulisme constitué essentiellement d'un piston (11) et d'une capsule (10) cylindriques ainsi que d'un troisième organe en liaison rotoïde avec ce piston et cette capsule, caractérisée en ce que la directrice du piston ou de la capsule est hypetrochoïdale ou uniformément distante d'une hypetrochoïde.

La machine peut véhiculer tout type de fluide et transformer de l'énergie mécanique en énergie fluide ou réciproquement, selon la nature de la distribution choisie pour assurer l'admission et l'échappement du fluide. Cette admission peut en outre être réglable pour assurer une variation du remplissage.

Pour des géométries bien choisies, le contact direct entre la capsule et le piston peut être utilisé pour créer le mouvement relatif piston-capsule et éviter le recours à une transmission séparée.

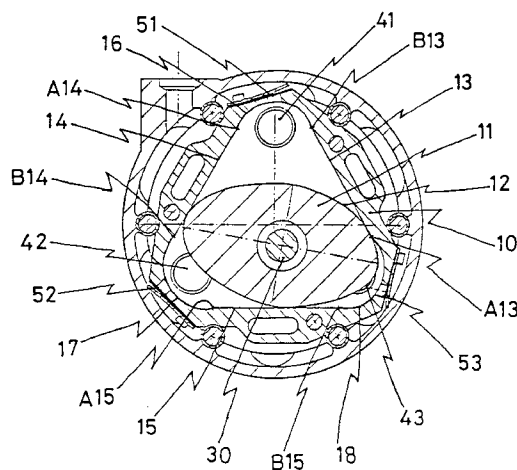


Fig. 9

L'invention concerne une machine volumétrique comprenant un capsulisme cylindrique constitué essentiellement d'un piston cylindrique (organe mâle), d'une capsule cylindrique qui l'entoure (organe femelle) et d'un troisième organe matérialisant deux axes parallèles à ceux des cylindres définissant la forme du piston et de la capsule, ce troisième organe étant en liaison rotoïde autour de ses axes, respectivement avec le piston et avec la capsule. Dans ces machines, le cylindre définissant la forme du piston présente un ordre de symétrie par rapport à son axe égal à s_p , celui de la capsule un ordre de symétrie égal à s_c ; s_p et s_c sont choisis de telle sorte que ces valeurs diffèrent d'une unité. En outre, la géométrie du piston et de la capsule sont choisies pour qu'il y ait contact entre ces éléments.

On connaît de nombreuses machines volumétriques à mouvement planétaire conformes à cette description. On peut citer essentiellement les machines qui sont décrites dans l'article PROJEKTIEREN DER ZYKLOIDENVERZÄHNUNGEN HYDRAULISCHER VERDRAENGERMASHINEN paru dans MECHANISM AND MACHINE THEORY VOL 25 N°6 1990.

On observera que, dans ces machines à mouvement planétaire, où la valeur de s_p est différente de l'unité, l'axe du cylindre définissant la forme extérieure du piston doit être confondu avec l'axe de sa liaison rotoïde avec le troisième organe. De même, dans les machines où la valeur de s_c est différente de l'unité, l'axe du cylindre définissant la forme intérieure de la capsule doit être confondu avec l'axe de sa liaison rotoïde avec le troisième organe. Lorsque s_p est égal à un, l'axe du cylindre définissant la forme extérieure du piston peut être choisi arbitrairement, à condition d'être parallèle aux axes du troisième organe. Lorsque s_c est égal à un, l'axe du cylindre définissant la forme intérieure de la capsule peut être choisi arbitrairement, à condition d'être parallèle aux axes du troisième organe.

Les machines volumétriques à mouvement planétaire qui sont décrites dans l'article cité ci-dessus se distinguent des machines conformes à l'invention par la géométrie de la capsule et celle du piston. En effet dans ces machines connues, soit le piston, soit la capsule a une directrice qui est une hypotrochoïde ou une épitrochoïde raccourcies, ou une courbe uniformément distante d'une hypotrochoïde ou d'une épitrochoïde non allongées (c'est-à-dire ordinaires ou raccourcies). Toutes ces courbes n'ont qu'un ou deux paramètres de forme qui ne peuvent être choisis qu'entre des limites rapprochées. Elles ne permettent pas de satisfaire à toutes les contraintes technologiques, comme on le souhaite dans les machines modernes.

Par opposition, les machines objet de l'invention ont une géométrie beaucoup plus riche en paramètres de forme et dans certains cas présentent des avantages technologiques qui en facilitent la réalisation. Conformément à l'invention, l'un des organes, mâle ou femelle, a une directrice D_1 qui s'identifie à une courbe uniformément distante d'une hypertrochoïde fermée, ne présentant ni point double ni point de rebroussement, en excluant les hypertrochoïdes dégénérées en hypotrochoïdes, épitrochoïdes ou péritrochoïdes. Il est clair que tout en restant dans le cadre de l'invention, la directrice D_1 peut également être à distance nulle d'une telle hypertrochoïde et par conséquent s'y identifier. La définition des hypertrochoïdes est précisée dans le brevet FR-A-2.203.421.

L'autre organe, mâle ou femelle, des machines objet de l'invention a une directrice D_2 qui est l'enveloppe de D_1 dans un mouvement planétaire relatif défini par deux cercles C_1 et C_2 de centres et de rayons respectifs (O_1, R_1) et (O_2, R_2) , ces cercles R_1 et R_2 étant respectivement solidaires des directrices D_1 et D_2 et roulant l'un sur l'autre sans glissement par contact intérieur, $|O_1O_2|$ précisant l'entraxe du troisième organe. Les machines conformes à l'invention peuvent être groupées en quatre familles selon la nature de l'organe dont la forme est définie par D_1 et selon les valeurs comparatives des rayons R_1 et R_2 . Il y a lieu de distinguer :

- Les machines pour lesquelles D_1 est la directrice du piston et D_2 est la directrice de la capsule, celle-ci s'identifiant à l'enveloppe extérieure de D_1 dans le mouvement planétaire de D_1 relativement à D_2 pour lequel $R_1 = s_p E$ et $R_2 = s_c E = (s_p + 1)E$ avec $E = |O_1O_2|$ (famille I).
- Les machines pour lesquelles D_1 est la directrice du piston et D_2 est la directrice de la capsule, celle-ci s'identifiant à l'enveloppe extérieure de D_1 dans le mouvement planétaire de D_1 relativement à D_2 pour lequel $R_1 = s_p E$ et $R_2 = s_c E = (s_p - 1)E$ avec $E = |O_1O_2|$ et $s_p > 1$ (famille II).
- Les machines pour lesquelles D_1 est la directrice de la capsule et D_2 est la directrice du piston, celle-ci s'identifiant à l'enveloppe intérieure de D_1 dans le mouvement planétaire de D_1 relativement à D_2 pour lequel $R_2 = s_p E$ et $R_1 = s_c E = (s_p - 1)E$ avec $E = |O_1O_2|$ et $s_p > 1$ (famille III).
- Les machines pour lesquelles D_1 est la directrice de la capsule et D_2 est la directrice du piston, celle-ci s'identifiant à l'enveloppe intérieure de D_1 dans le mouvement planétaire de D_1 relativement à D_2 pour lequel $R_2 = s_p E$ et $R_1 = s_c E = (s_p + 1)E$ avec $E = |O_1O_2|$ (famille IV).

Il est clair que d'autres machines conformes à l'invention peuvent être dérivées des machines appartenant à l'une des quatre familles précédentes. En effet, on peut utiliser une directrice D_2 dont une partie au moins s'identifie à l'enveloppe de D_1 dans son mouvement relatif à D_2 et dont une partie au moins est extérieure à cette enveloppe dans le cas des familles I ou II et est intérieure à cette enveloppe dans le cas des familles III ou IV, les différentes parties se raccordant pour définir une courbe fermée.

Connaissant l'équation paramétrique de la directrice D_1 , qui s'écrit $Z_1(\kappa)$ dans le plan complexe O_1XY , (κ représentant le paramètre cinématique), on peut obtenir assez facilement, dans le plan complexe O_2XY , l'équation Z_2 des enveloppes de D_1 dans le mouvement relatif de D_1 par rapport à D_2 défini par R_1 et R_2 , au moyen des deux relations suivantes, où γ représente l'angle de rotation de D_1 par rapport au troisième organe et où Z_3 est le nombre complexe conjugué de la dérivée de Z_1 par rapport à κ :

$$\operatorname{Re} \{Z_1 Z_3 - R_1 Z_3 \exp i(-\gamma)\} = 0 \quad (1)$$

$$Z_2 = (R_2 - R_1) \exp i \{-\gamma R_1/R_2\} + Z_1 \exp i \{\gamma(1-R_1/R_2)\} \quad (2)$$

L'expression (1) fournit une relation entre γ et κ qui, introduite dans l'expression (2), permet la définition de Z_2 en fonction d'un seul paramètre cinématique γ ou κ . On observera que si théoriquement, on a intérêt à rechercher l'ensemble $\{\kappa^*\}$ correspondant à une position particulière γ^* de D_1 , il est numériquement beaucoup plus facile de trouver l'ensemble des positions de D_1 définies par $\{\gamma^{**}\}$ pour lesquelles le contact s'établit en un point particulier de D_1 défini par κ^{**} . On remarquera également que Z_2 correspond aux enveloppes intérieure et extérieure, qu'il convient de séparer ces deux enveloppes et d'utiliser l'une d'elles selon la famille de machines que l'on veut réaliser. Cette séparation peut par exemple se fonder sur la comparaison des rayons de courbure aux points de contact de D_1 et D_2 .

Le mouvement planétaire de D_1 relativement à D_2 peut être réalisé dans les machines objet de l'invention de trois manières différentes :

- On peut immobiliser le troisième organe et rendre mobiles le piston et la capsule.
- On peut aussi immobiliser le piston et rendre mobiles la capsule et le troisième organe.
- On peut enfin, et c'est en principe la réalisation la plus simple, immobiliser la capsule et rendre mobiles le troisième organe et le piston.

Quels que soient les mouvements absolus retenus par les machines objet de l'invention, le mouvement planétaire relatif peut être réalisé par une transmission à rapport constant et notamment par un engrenage intérieur à axes parallèles, dont les roues E_1 et E_2 sont respectivement solidaires des piston et capsule et dont les rayons primitifs sont respectivement égaux à R_1 et R_2 .

Lorsque l'on a recours à une transmission à rapport constant pour imposer le mouvement planétaire relatif, un jeu fonctionnel, ménagé entre la capsule et le piston, permet d'éviter le contact direct entre ces deux éléments et autorise un fonctionnement "à sec" de la machine.

Lorsque l'on accepte le contact direct entre le piston et la capsule, on peut, si la géométrie des surfaces en contact de ces deux éléments permet une conduite suffisante et si le fluide véhiculé dans la machine est suffisamment lubrifiant, supprimer la transmission à rapport constant, le mouvement planétaire relatif étant directement imposé par le contact piston-capsule. Il en résulte dans ce cas une grande simplicité de réalisation.

Quelle que soit l'organisation mécanique des machines objet de l'invention, ces machines transforment de l'énergie fluide en énergie mécanique ou réciproquement.

L'énergie mécanique est échangée avec l'extérieur par un arbre. Lorsque le troisième organe est mobile, cet arbre s'identifie avec lui et il est dans ce cas de forme coudée. Lorsque le troisième organe est immobile, cet arbre, de forme rectiligne, en est distinct et il est solidaire de la capsule ou du piston.

L'énergie fluide est introduite et extraite de la machine par un ensemble de clapets, de lumières et/ou de soupapes disposés dans la capsule et/ou le piston, selon les techniques classiques utilisées dans les machines volumétriques connues et directement applicables par l'homme de l'art. Ces dispositifs de distribution du fluide peuvent éventuellement être réglables pour autoriser une variation du remplissage. Qu'elle soit réglable ou non, la distribution du fluide peut être adaptée à la nature de celui-ci (fluide incompressible ou compressible) et au sens de transformation de l'énergie (machine génératrice d'énergie fluide: compresseur ou pompe et machine génératrice d'énergie mécanique: moteur).

On observera que, dans le cas particulier des machines où le troisième organe est immobile, lorsque ces machines appartiennent aux familles I ou II et lorsque la directrice D_2 ne s'identifie pas complètement à l'enveloppe de D_1 dans le mouvement planétaire relatif, la partie de la directrice D_2 qui est extérieure à cette enveloppe peut être supprimée, les différentes parties de la directrice D_2 qui s'identifient à l'enveloppe sont alors disjointes et la directrice ne constitue plus une courbe fermée. Dans ces machines, un carter fixe qui s'identifie au troisième organe entoure la capsule pour assurer l'étanchéité, la capsule et le piston assurant la distribution du fluide, en découvrant et en obturant périodiquement dans leurs mouvements absolus de rotation, une lumière d'admission au moins et une lumière d'échappement au moins, fixes dans la machine.

Un groupe de machines particulièrement intéressant appartenant à la famille I est celui dont la directrice

D₁ répond à l'équation suivante dans le plan complexe :

$$\begin{aligned}
 Z_1 = & \{(1+S)/2\} E \exp\{i\kappa(1/S)-\kappa\} \\
 & + R_m \exp\{i\kappa(1/S)\} \\
 & + \{(1-S)/2\} E \exp\{i\kappa(1/S)+\kappa\} \quad (3)
 \end{aligned}$$

dans laquelle Z₁ désigne l'affixe du point générateur de la directrice D₁, chaque point étant précisé par une valeur particulière du paramètre cinématique κ dont le domaine de variation est compris entre 0 et $2S\pi$ pour parcourir une seule fois la courbe, S est un nombre entier qui désigne l'ordre de symétrie de D₁ par rapport à l'origine du plan complexe et est choisi arbitrairement, expi représente la fonction exponentielle imaginaire, E et R_m sont deux longueurs choisies librement à condition que la courbe correspondante ne présente ni point double, ni point de rebroussement, ce qui limite indirectement la valeur du rapport E/R_m.

Les figures 1 à 4 représentent schématiquement une machine conforme à l'invention. Les figures 5 à 8 représentent schématiquement une autre machine conforme à l'invention. Ces représentations sont le résultat d'une simulation numérique sur ordinateur.

Les figures 9 et 10 représentent un compresseur où la capsule est immobile et où le troisième organe est un arbre coudé.

Les figures 11 et 12 représentent une machine où le troisième organe, immobile, s'identifie à un carter entourant la capsule, avec lequel le piston et la capsule sont en liaisons rotoïdes.

Dans les machines représentées aux figures 9 à 12, la forme de la surface intérieure de la capsule et de la surface extérieure du piston correspondent aux schémas présentés aux figures 1 à 4.

Les figures 1 et 2 montrent, pour deux positions particulières du piston, une coupe, perpendiculaire aux axes, d'une machine de la famille I caractérisée par $s_p=2$, $s_c=3$, E=10 mm, R₁=20 mm, R₂=30 mm et dont la directrice D₁ est conforme à l'équation (3) avec S=s_p et R_m=45 mm. On distingue, sur ces deux figures, la capsule (10) de directrice D₂ qui entoure le piston (11) de directrice D₁. On aperçoit nettement sur la figure 1, trois points de contact U₁, U₂, U₃ entre D₁ et D₂. La figure 3 représente la directrice D₁ (12), la figure 4 montre plusieurs positions de D₁ par rapport à la capsule, celle-ci n'étant pas figurée par souci de clarté.

L'étude de cette machine donne les résultats suivants:

$$\begin{aligned}
 Z_3 = & -i \left\{ \{(1/S)-1\} \{(1+S)/2\} E \exp\{-i\kappa(1/S)+\kappa\} \right. \\
 & + \{(1/S)\} R_m \exp\{-i\kappa(1/S)\} \\
 & \left. + \{(1/S)+1\} \{(1-S)/2\} E \exp\{-i\kappa(1/S)-\kappa\} \right\}
 \end{aligned}$$

On en déduit:

$$\operatorname{Re}_{\{Z_1 Z_3\}} = -ER_m \sin(\kappa) - \{(1-S^2)/2\} E^2 \sin(2\kappa)$$

et

$$\begin{aligned}
 \operatorname{Re}_{\{R_1 Z_3 \exp(-i\gamma)\}} = & \{(1/S)-1\} \{(1+S)/2\} R_1 E \sin\{-\kappa(1/S)+\kappa-\gamma\} \\
 & + \{(1/S)\} R_1 R_m \sin\{-\kappa(1/S)-\gamma\} \\
 & + \{(1/S)+1\} \{(1-S)/2\} R_1 E \sin\{-\kappa(1/S)-\kappa-\gamma\}
 \end{aligned}$$

Si

$$\kappa + \kappa(1/S) + \gamma = (2l+1)\pi \text{ avec } l = 0, 1, s = 2 \quad (4)$$

$$\sin\{-\kappa-\kappa(1/S)-\gamma\} = 0$$

et, compte tenu de ce que R₁ = s_pE = SE,

$$\operatorname{Re}_{\{R_1 Z_3 \exp(-i\gamma)\}} = \{(1/S)-1\} \{(1+S)/2\} SE^2 \sin\{2\kappa + \pi\} + \{(1/S)\} SER_m \sin\{\kappa + \pi\}$$

ou

$$\operatorname{Re}\{R_2 Z_2 \exp(i - \gamma)\} = \{(1 - S)/S\} \{(1 + S)/2\} SE^2 \sin\{2\kappa + \pi\} + \{(1/S)\} SER_m \sin\{\kappa + \pi\}.$$

Par conséquent, la relation (1) est bien vérifiée simultanément avec la relation (4).

L'expression générale de la relation (2) donne l'expression de Z_2 qui s'écrit ici compte tenu de (4) et de ce que $R_2 = (s_p + 1)E = (S + 1)E$:

5

$$\begin{aligned} Z_2 = & E \exp\{-\gamma(S/S+1)\} \\ & + \{(1+S)/2\} E \exp\{\kappa(1/S) - \kappa + \gamma - \gamma(S/S+1)\} \\ & + R_m \exp\{\kappa(1/S) + \gamma - \gamma(S/S+1)\} \\ & + \{(1-S)/2\} E \exp\{\kappa(1/S) + \kappa + \gamma - \gamma(S/S+1)\} \end{aligned}$$

10

En posant, pour simplifier l'écriture,

15

$$A = \{(1 + S)/2\} E,$$

il vient :

$$Z_2 = \{A \exp(-\kappa) + R_m - A \exp(+\kappa)\} \{\exp\{\kappa(1/S) + \gamma - \gamma(S/S+1)\}\}$$

20

ou encore, compte tenu de (4)

$$Z_2 = \{A \exp(-\kappa) + R_m - A \exp(+\kappa)\} \{\exp\{(1/S+1)(2l+1)\pi\}\}$$

Le terme

25

$$\{A \exp(-\kappa) + R_m - A \exp(+\kappa)\}$$

de cette expression représente un segment de droite dirigé selon l'axe des ordonnées, passant par le point d'abscisse R_m et d'ordonnée 0. Sa longueur est égale à $4A$, c'est-à-dire à $(1+S)2E$.

30

Le produit

$$\{A \exp(-\kappa) + R_m - A \exp(+\kappa)\} \{\exp\{(1/S+1)(2l+1)\pi\}\}$$

représente le même segment de droite tourné de

35

$$\{- (1/S + 1)(2l + 1)\pi\} \text{ avec } l = 0, 1, S = 2,$$

c'est-à-dire de 60 degrés, 180 degrés et 300 degrés.

Du résultat précédent, obtenu lorsque la relation (1) est satisfaite par les valeurs de κ et γ compatibles avec la relation (4), il résulte que D_2 comporte trois segments de droite de longueur égale à $(1+S)2E$ disposés à $2\pi/(S+1)$ l'un par rapport à l'autre.

40

Le raccordement de ces trois segments de droite est obtenu pour d'autres relations entre κ et γ satisfaisant la relation (1). Il y correspond trois arcs à courbure variable.

Lorsque la relation (4) est vérifiée, il existe, pour toutes les positions angulaires du piston définies par γ , trois points de contact avec la directrice définis par les trois valeurs correspondantes de l et donc de κ .

45

Une valeur de κ et une valeur de γ vérifiant l'une des déterminations de la relation (4) définissent un point de contact situé sur l'un des trois segments de droite de D_2 et, pour une valeur particulière de γ , à chaque détermination de la relation (4), correspond un segment de droite de D_2 . Il en résulte que d'une part la directrice de la capsule doit s'identifier à ces trois segments de droite et peut, en dehors de ces segments, s'écarter de la directrice D_2 à condition d'être extérieure à celle-ci. Dans ce cas, les contacts de la directrice de la capsule avec la directrice D_1 du piston s'effectuent toujours en trois points et le mouvement planétaire relatif piston-capsule peut être réalisé directement par ces contacts, sans que l'on ait besoin de recourir à un engrenage matérialisant les roues E_1 et E_2 . Il en résulte une grande facilité de fabrication, puisque le nombre d'organes constitutifs de la machine est réduit au strict minimum et que l'usinage de la capsule est extrêmement simple, puisque réduit à celui de trois plans. On observera que dans cette machine, il existe en permanence trois chambres de travail dans lesquelles le fluide peut être introduit et hors desquelles il peut s'échapper.

50

55

Les figures 5 à 8 ont respectivement la même signification que celle des figures 1 à 4 {capsule (20), piston (21) et directrice D_1 (22) du piston (21)}, mais pour une machine de la famille II avec $s_p=3$, $s_c=2$ $E=10$ mm, $R_1=30$ mm, $R_2=20$ mm et une directrice D_1 du piston définie par l'équation:

$$Z_1 = 15 \exp(-2\kappa/3) + 120 \exp(+\kappa/3) - 5 \exp(4\kappa/3).$$

La directrice D_2 de la capsule correspondante a une symétrie d'ordre 2. La résolution de la relation (1) pour toutes les positions relatives piston-capsule montre que l'on a en permanence trois contacts entre D_1 et son enveloppe extérieure D_2 . Ceci conduit à l'existence de trois chambres de travail pour le fluide.

5 En se référant aux figures 3 et 4 d'une part, 7 et 8 d'autre part, on peut encore observer les résultats suivants :

La figure 4 représente le mouvement planétaire d'une courbe D_1 d'ordre de symétrie égal à 2, représentée à la figure 3. Le mouvement planétaire est caractérisé par le roulement d'une circonférence C_1 de rayon égal à $2E$ (à laquelle est associée la directrice D_1) sur une circonférence fixe C_2 de rayon égal à $3E$. Sur la figure 4, on peut observer les enveloppes extérieure et intérieure solidaires de cette circonférence fixe C_2 . Ces enveloppes ont toutes les deux un ordre de symétrie égal à 3.

Si on matérialise D_1 et son enveloppe extérieure D_2 , avec $R_1=2E$ et $R_2=3E$,

D_1 est le piston

D_2 est la capsule

15 $s_p=2$ $s_c=3$, R_1 est bien égal à s_pE et R_2 à $s_cE=(s_p+1)E$.

La machine correspondante appartient à la famille I.

Si on matérialise D_1 et son enveloppe intérieure D_2 , avec $R_1=2E$ et $R_2=3E$,

D_1 est la capsule

D_2 est le piston

20 $s_c=2$ $s_p=3$, R_2 est bien égal à s_pE et R_1 à $s_cE=(s_p-1)E$.

La machine correspondante appartient à la famille III.

La figure 8 représente le mouvement planétaire d'une courbe D_1 d'ordre de symétrie égal à 3, représentée à la figure 7. Le mouvement planétaire est caractérisé par le roulement d'une circonférence C_1 de rayon égal à $3E$ (à laquelle est associée la directrice D_1) sur une circonférence fixe C_2 de rayon égal à $2E$. Sur la figure 8, on peut distinguer les enveloppes extérieure et intérieure solidaires de cette circonférence fixe C_2 . Ces enveloppes ont toutes les deux un ordre de symétrie égal à 2.

Si on matérialise D_1 et son enveloppe extérieure D_2 , avec $R_1=3E$ et $R_2=2E$,

D_1 est le piston

D_2 est la capsule

30 $s_p=3$ $s_c=2$, R_1 est bien égal à s_pE et R_2 à $s_cE=(s_p-1)E$.

La machine correspondante appartient à la famille II.

Si on matérialise D_1 et son enveloppe intérieure D_2 , avec $R_1=3E$ et $R_2=2E$,

D_1 est la capsule

D_2 est le piston

35 $s_c=3$ $s_p=2$, R_2 est bien égal à s_pE et R_1 à $s_cE=(s_p+1)E$.

La machine correspondante appartient à la famille IV.

Les figures 9 et 10 présentent une coupe transversale et une coupe axiale respectivement, dans un compresseur où le fluide comprimé est suffisamment lubrifiant pour permettre au couple piston-capsule de réaliser directement le mouvement planétaire.

40 Dans ces coupes, on distingue le piston (11) d'ordre de symétrie $s_p = 2$ et sa directrice (12), la capsule (10) et sa directrice d'ordre de symétrie $s_c = 3$ constituée de trois segments de droite (13,14 et 15) ainsi que de trois arcs (16,17 et 18) extérieurs à l'enveloppe du piston entre les points A_{13} B_{13} , A_{14} B_{14} et A_{15} B_{15} . Le troisième organe, matérialisé par un arbre coudé, (30) est en liaison rotoïde avec la capsule (10) par l'intermédiaire des roulements (31 et 32) et est en liaison rotoïde avec le piston (11) par l'intermédiaire des roulements (33 et 34). Cet arbre coudé est entraîné par la poulie (35) calée sur lui. Le fluide est admis dans le compresseur par les clapets (41,42,43) localisés dans le flasque arrière (101) de la capsule (10) et s'en échappe par les clapets (51,52,53) localisés dans la partie tubulaire (100) de la capsule (10). Des obturateurs commandés tels que (61), localisés dans le flasque avant (102) de la capsule (10) permettent le maintien à la pression d'admission d'une, de deux ou de trois chambres de travail du compresseur. On peut ainsi assurer la régulation du débit en trois échelons et faire fonctionner le compresseur à débit nul sans cesser de l'entraîner, en évitant ainsi de recourir à un embrayage interposé entre l'arbre coudé et la poulie ou en évitant d'arrêter le moteur lorsque celui-ci doit continuer à entraîner d'autres machines.

50 La figure 11 est une machine qui comporte un piston et une capsule, en liaison rotoïdes avec un carter fixe; cette vue selon la direction des axes des liaisons rotoïdes représente la machine sans le flasque situé du côté de l'entraînement.

La figure 12 est une coupe dans la machine par un plan contenant les axes des deux liaisons rotoïdes. On distingue, dans cette coupe, le piston 11, la capsule 10 et le carter constitué d'une partie tubulaire 130 et de deux flasques 230 et 330.

Le piston 11 est, dans la machine représentée, d'une seule pièce avec l'arbre 111 dont les paliers 112 et 113 matérialisent la liaison rotoïde du piston 11 avec les flasques 230 et 330 du carter. La capsule 10 est en liaison rotoïde par le palier lisse 110 avec la partie tubulaire 130 du carter. L'admission du fluide dans la machine se fait par la lumière 140 reliée, dans le flasque 230, à la tubulure 340 et l'échappement se fait par la lumière 150 reliée à la tubulure 350 dans le flasque 330.

Dans la présente description, les formes revendiquées pour le piston et la capsule ainsi que le caractère planétaire du mouvement sont à comprendre comme des caractéristiques nominales des machines conformes à l'invention.

Revendications

1. Machine volumétrique comprenant un capsulisme cylindrique, constitué essentiellement d'un piston cylindrique (organe mâle) présentant par rapport à son axe un ordre de symétrie entier s_p , d'une capsule cylindrique qui l'entoure (organe femelle) présentant par rapport à son axe un ordre de symétrie entier s_c et d'un troisième organe matérialisant deux axes, parallèles à ceux des cylindres définissant la forme du piston et de la capsule, ce troisième organe étant en liaison rotoïde autour de ses axes, respectivement avec le piston et avec la capsule, les ordres de symétrie s_p et s_c différant d'une unité et les géométries des piston et capsule étant définies pour que ces organes soient en contact, CARACTERISEE EN CE QUE l'un des organes mâle ou femelle a une directrice D_1 qui s'identifie à une courbe uniformément distante (la distance uniforme étant éventuellement nulle) d'une hypertrochoïde fermée, en excluant les hypertrochoïdes dégénérées en hypotrochoïdes, péritrochoïdes et épitrochoïdes ou en courbes uniformément distantes de ces hypotrochoïdes, péritrochoïdes et épitrochoïdes, cette hypertrochoïde ne présentant ni point double, ni point de rebroussement, l'autre organe ayant une directrice D_2 qui est l'enveloppe de D_1 dans un mouvement planétaire relatif défini par deux cercles C_1 et C_2 , de centres et de rayons respectifs (O_1, R_1) et (O_2, R_2) , respectivement solidaires des directrices D_1 et D_2 et roulant l'un sur l'autre sans glissement par contact intérieur, $|O_1O_2|$ précisant l'entraxe du troisième organe.
2. Machine volumétrique conforme à la revendication 1, CARACTERISEE EN CE QUE D_1 (12) est la directrice du piston (11), D_2 est la directrice de la capsule (10) qui s'identifie à l'enveloppe extérieure de D_1 dans le mouvement planétaire de D_1 relativement à D_2 , défini par $R_1 = S_p E$ et $R_2 = S_c E = (S_p + 1) E$ avec $E = |O_1O_2|$
3. Machine volumétrique conforme à la revendication 1, CARACTERISEE EN CE QUE D_1 (22) est la directrice du piston (21), D_2 est la directrice de la capsule (20) qui s'identifie à l'enveloppe extérieure de D_1 dans le mouvement planétaire de D_1 relativement à D_2 , défini par $R_1 = S_p E$ et $R_2 = S_c E = (S_p - 1) E$ avec $E = |O_1O_2|$ et $S_p > 1$
4. Machine volumétrique conforme à la revendication 1, CARACTERISEE EN CE QUE D_1 est la directrice de la capsule, D_2 est la directrice du piston qui s'identifie à l'enveloppe intérieure de D_1 dans le mouvement planétaire de D_1 relativement à D_2 , défini par $R_2 = S_p E$ et $R_1 = S_c E = (S_p + 1) E$ avec $E = |O_1O_2|$
5. Machine volumétrique conforme à la revendication 1, CARACTERISEE EN CE QUE le mouvement planétaire est défini par $R_2 = S_p E$ et $R_1 = S_c E = (S_p - 1) E$ avec $E = |O_1O_2|$ et $S_p > 1$
6. Machine volumétrique conforme à la revendication 2 ou 3, CARACTERISEE EN CE QUE une partie au moins de la directrice D_2 est extérieure à l'enveloppe extérieure de D_1 dans son mouvement planétaire relativement à D_2 et une autre partie de la directrice D_2 au moins s'identifie à une partie de cette enveloppe, les différentes parties se raccordant pour définir une courbe fermée.
7. Machine volumétrique conforme à la revendication 4 ou 5, CARACTERISEE EN CE QUE une partie au moins de la directrice D_2 est intérieure à l'enveloppe intérieure de D_1 dans son mouvement relativement à D_2 et une autre partie de la directrice D_2 au moins s'identifie à une partie de cette enveloppe, les parties se raccordant pour définir une courbe fermée.
8. Machine volumétrique conforme à la revendication 2, CARACTERISEE EN CE QUE l'hypertrochoïde répond, dans le plan complexe, à l'équation :

$$\begin{aligned}
Z_1 = & \{(1+S)/2\} E \exp i \{ \kappa(1/S) - \kappa \} \\
& + R_m \exp i \{ \kappa(1/S) \} \\
& + \{(1-S)/2\} E \exp i \{ \kappa(1/S) + \kappa \},
\end{aligned}$$

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

dans laquelle, Z_1 désigne l'affixe du point générateur de la directrice D_1 , chaque point étant précisé par une valeur particulière du paramètre cinématique κ dont le domaine de variation est compris entre 0 et $2S\pi$, pour parcourir une seule fois la courbe, S est un nombre entier qui désigne l'ordre de symétrie de la courbe par rapport à l'origine du plan complexe et est choisi arbitrairement, $\exp i$ représente la fonction exponentielle imaginaire, E et R_m sont deux longueurs choisies librement à condition que la courbe correspondante ne représente ni point double ni point de rebroussement, ce qui limite indirectement la valeur du rapport E/R_m .

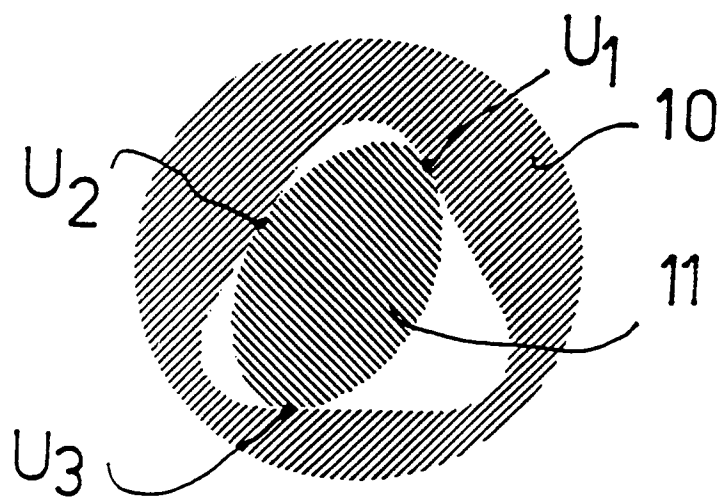


Fig 1

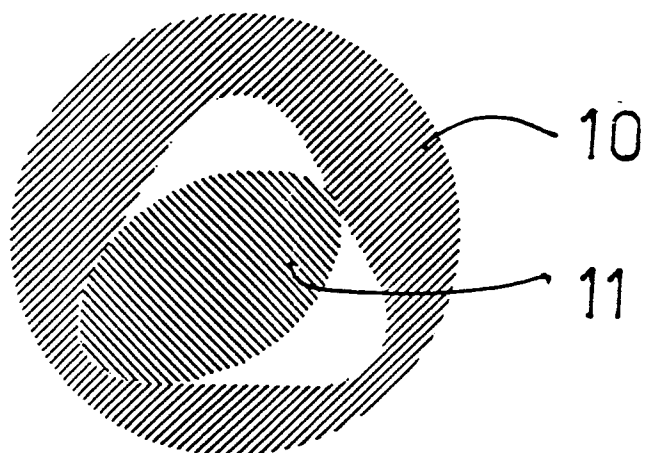


Fig 2

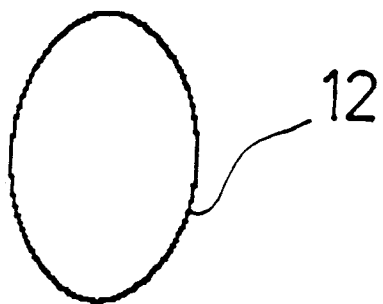


Fig 3

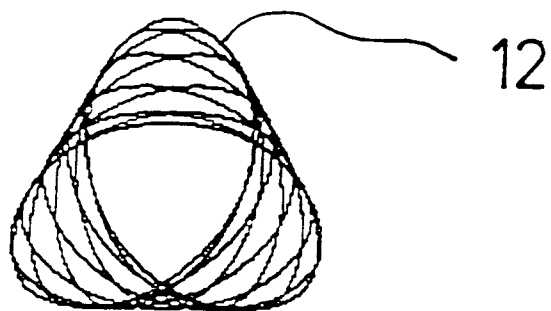


Fig 4

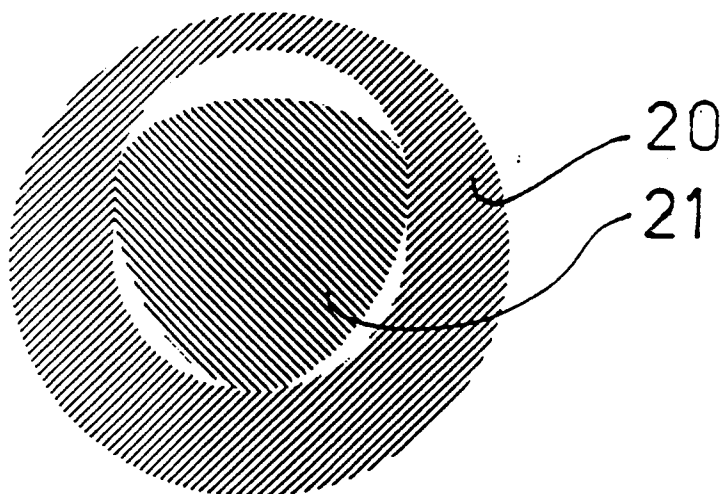


Fig 5

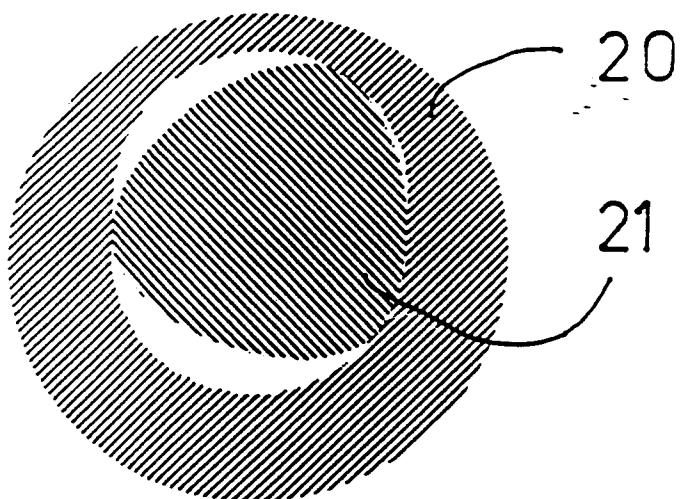


Fig 6

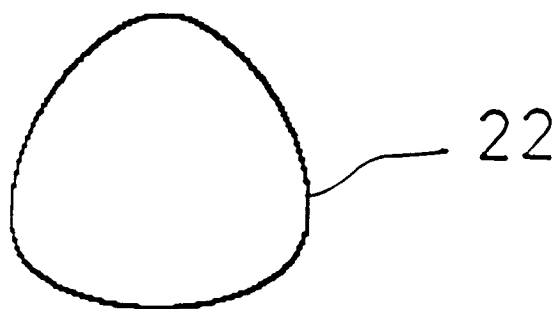


Fig 7

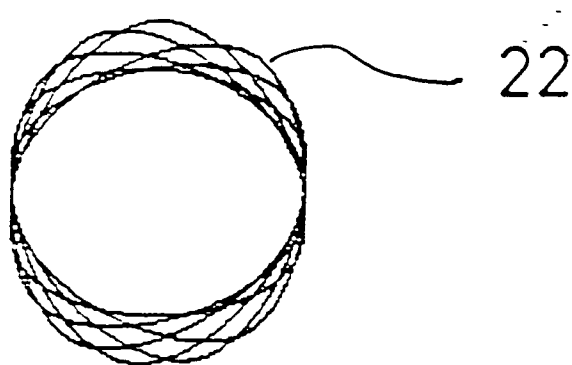


Fig 8

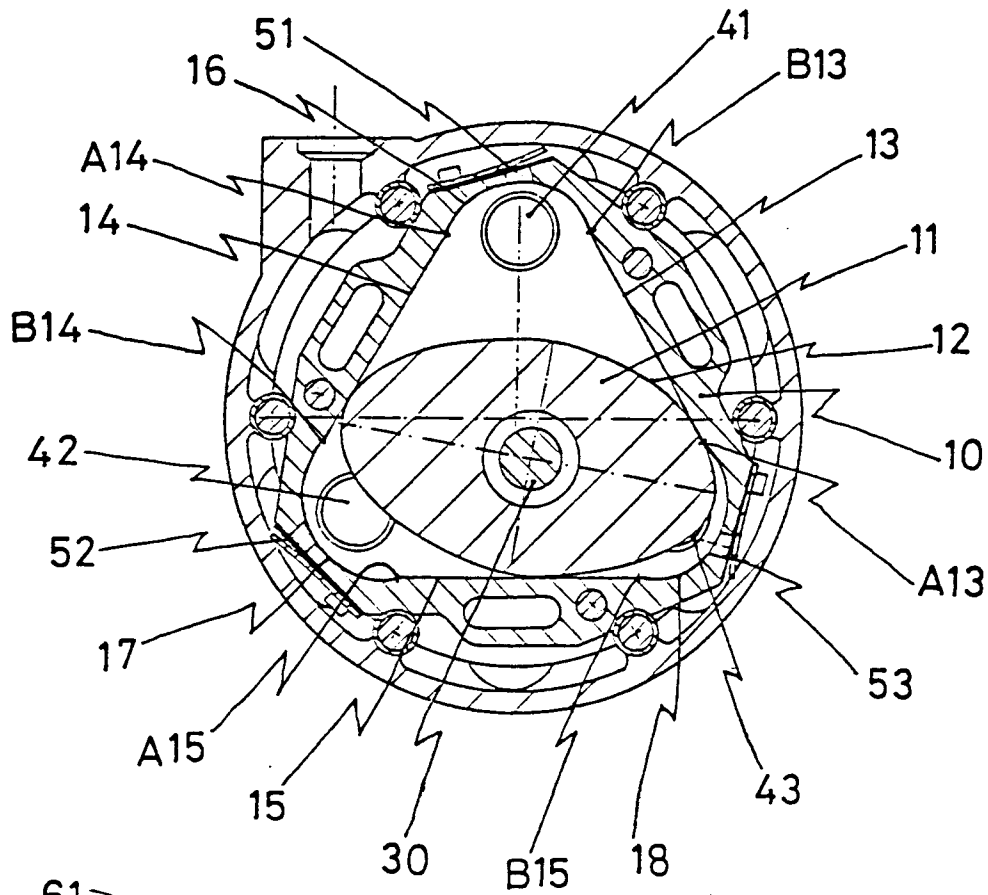


Fig. 9

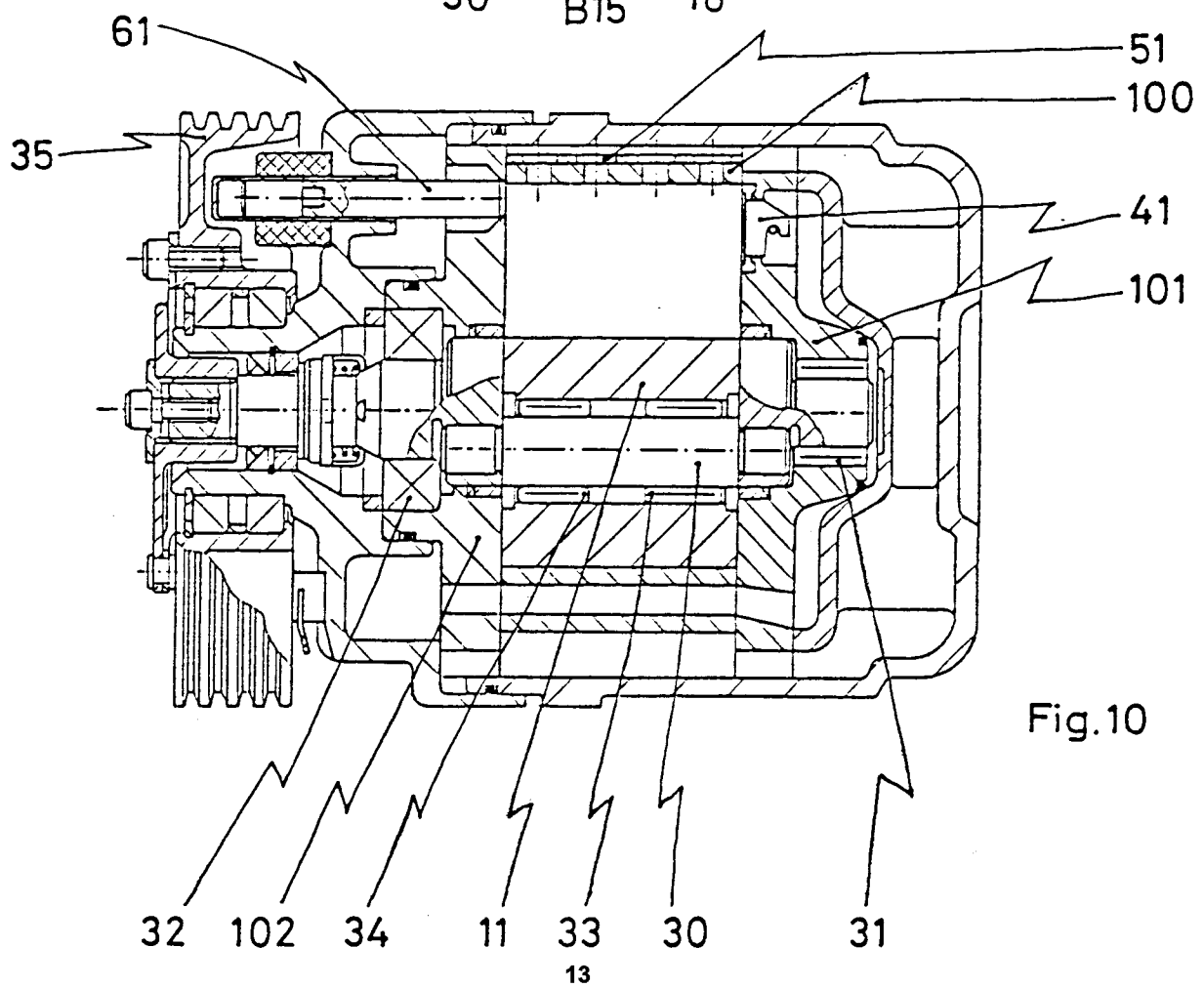
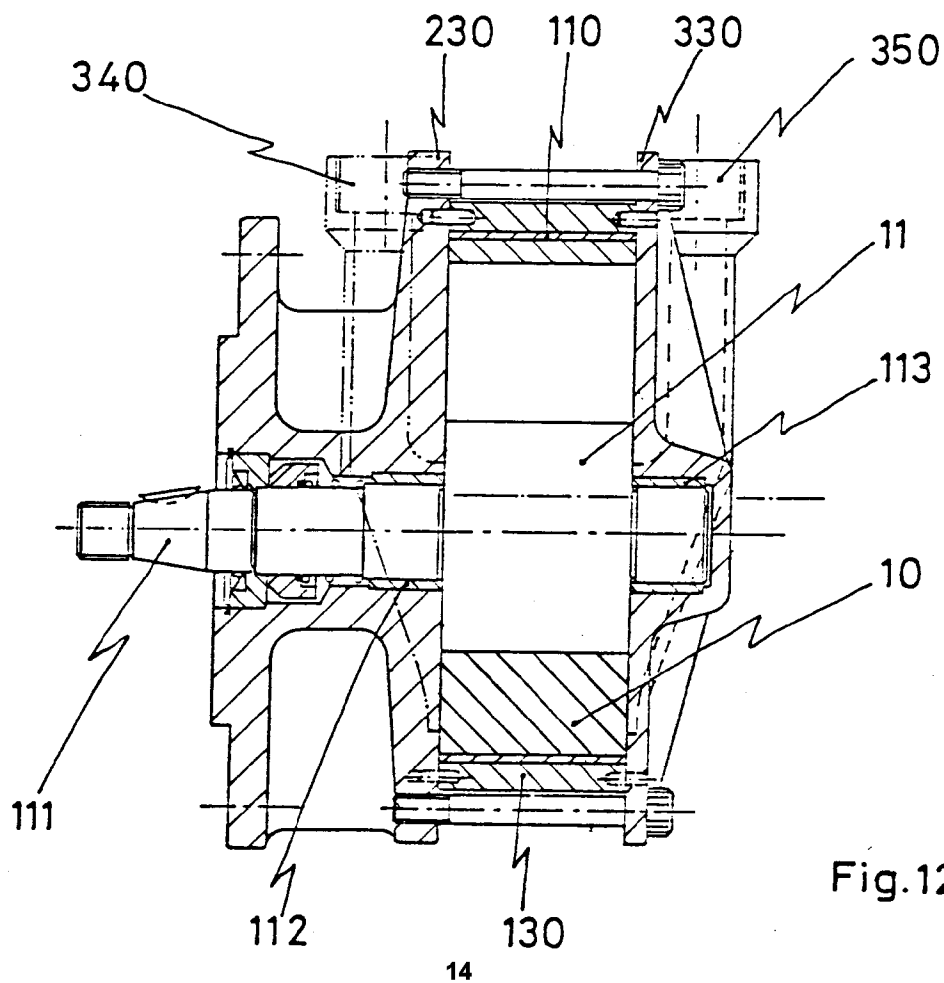
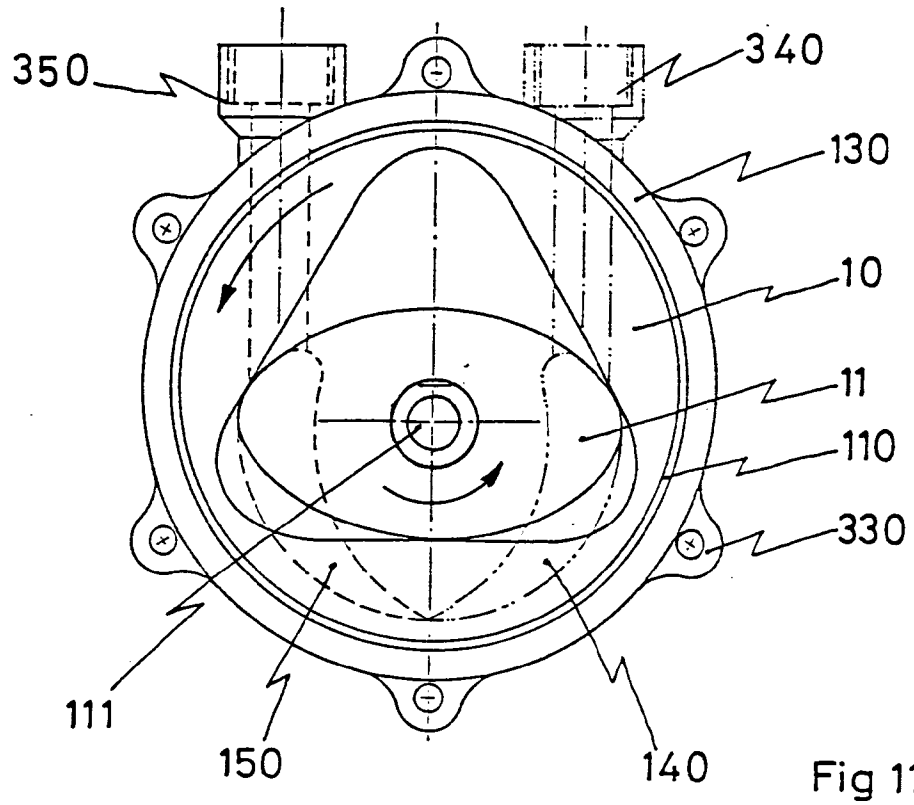


Fig. 10





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 2826

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	FR-A-997 957 (MOINEAU) * le document en entier *	1	F04C2/107
A	US-A-3 975 120 (TSCHIRKY) * le document en entier *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			F04C F01C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 14 JANVIER 1993	Examineur DIMITROULAS P.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)