

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 922 954

②① N° d'enregistrement national : **07 07555**

⑤① Int Cl⁸ : **F 02 D 15/02** (2006.01), **F 02 B 55/00**

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 26.10.07.

③① Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 01.05.09 Bulletin 09/18.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : **BONNEFOUS EDOUARD — FR.**

⑦② Inventeur(s) : **BONNEFOUS EDOUARD.**

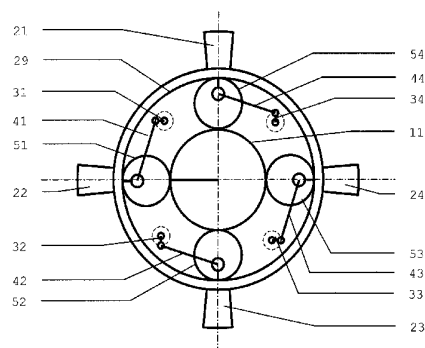
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) :

⑤④ **MOTEUR THERMIQUE ROTATIF A COMBUSTION INTERNE A DEUX ROTORS COAXIAUX ET TAUX DE
COMPRESSION VARIABLE.**

⑤⑦ Architecture cinématique de moteur thermique rotatif
à combustion interne, avec un entraînement du type à orga-
ne dentés et/ou bielles, muni de deux rotors coaxiaux iden-
tiques, tournant en « chat et souris » et à taux de
compression variable.

Chaque rotor comprend 4 pistons (21, 22, 23, 24) et une
couronne (29), entraînée par engrènement, par un pignon
moteur (11) lié à l'arbre moteur, par l'intermédiaire des pi-
gnons satellites (51, 52, 53, 54) excentrés, pivotant sur des
bielles (41, 42, 43, 44), pivotant à leur autre extrémité sur
des manetons de vilebrequins (31, 32, 33, 34). Les vilebre-
quins (31, 32, 33, 34) sont entraînés par l'arbre moteur, en
rotation ou oscillation, synchrones avec la rotation moyenne
des pignons satellites (51, 52, 53, 54), via un entraînement
dont le déphasage angulaire provoque la variation du rap-
port volumétrique de compression.



FR 2 922 954 - A1



- 1 -

La présente invention concerne l'architecture cinématique d'un moteur thermique rotatif à combustion interne, avec un entraînement du type à organes dentés et/ou bielles, muni de deux rotors coaxiaux tournant en « chat et souris » et à taux
5 de compression variable en continu en fonctionnement.

ETAT DE L'ART

La plupart des moteurs rotatifs (moteur Wankel et autres
10 mécanismes à chat et souris) sont à taux de compression fixe.

Le taux de compression variable est une technologie qui permet aux moteurs à allumage commandé de fonctionner avec un rapport volumétrique maximum, toujours en limite de cliquetis
15 et d'auto détonation. Le rendement thermodynamique est donc optimum, en adaptant le meilleur taux de compression.

Les architectures de moteurs à taux de compression variable, pour la très grande majorité, sont une adaptation autour du principe de bielle-manivelle classique. Ces moteurs, à iso-
20 cylindrée, sont plus lourds, parfois jusqu'au double, plus complexes et fragiles.

Le moteur Wankel dispose de chambre de combustion allongée et
25 écrasée :

- qui rend la combustion incomplète pouvant nécessiter une post-combustion
- qui pénalise le rendement de combustion par des pertes thermiques importantes du fait du grand rapport
30 surface/volume de la chambre

Le Wankel dispose d'un système d'étanchéité perfectible :
Le double mouvement de rotation du rotor (planétaire et solaire) fait que le segment d'arrête du rotor forme un angle de raclage variable avec la paroi. L'étanchéité est
35 géométriquement assurée par une ligne de contact.

- 2 -

Le moteur décrit dans le brevet ; délivré le 02/06/2006, N° de publication FR 2 819 553 ; améliorerait déjà les points ci-dessus :

- 5 • La chambre de combustion présente un faible rapport surface/volume et une forme compacte, du fait de la longue course (longue course signifie : course > alésage)
- 10 • L'étanchéité des pistons est structurellement meilleure, car géométriquement assurée par plusieurs segments ayant un contact surfacique avec la paroi.

Le moteur selon l'invention, est un perfectionnement du moteur décrit dans le brevet FR 2 819 553, car en plus, il dispose d'un rapport volumétrique de compression continûment
15 variable (ou taux de compression variable), à tout instant, certes au prix d'une légère sur-masse, mais sans fragilisation de la structure de base.

- 3 -

RESUME DE L'INVENTION

A cet effet, l'objet principal de l'invention est un moteur thermique rotatif à combustion interne et taux de
5 compression continûment variable en fonctionnement comprenant :

- deux ensembles rotors coaxiaux tournant de manière « chat et souris » selon un axe moteur Z, dit axe Z, dans une chambre de travail de révolution selon l'axe
10 Z et étant annulaire, chaque ensemble rotor comprenant :
 - o quatre pistons, et
 - o une couronne,
- au moins un attelage mobile pour chaque ensemble
15 rotor comprenant :
 - o une bielle qui pivote par l'une de ses extrémités porte-bielle autour d'un axe porte-bielle, d'axe parallèle à l'axe Z,
 - o un pignon satellite, qui tourne avec une
20 excentricité selon un axe parallèle à l'axe Z et monté tournant à l'autre extrémité de la bielle, engrenant avec la couronne.

moteur dans lequel chaque ensemble rotor fait tourner ses quatre pistons, dans la chambre de travail, les huit pistons
25 délimitant huit volumes de travail dans lesquels le fluide subit successivement l'admission, la compression et le réchauffement par explosion ou combustion, la détente et l'échappement, chaque ensemble rotor entraînant via sa couronne, par l'engrènement intermédiaire des pignons
30 satellites, un arbre moteur central, par l'intermédiaire d'un pignon moteur qui engrène avec les pignons satellites.

Selon l'invention, il comprend des moyens pour faire varier la position angulaire autour de l'axe moteur Z de l'axe porte-bielle, à la même fréquence que la rotation des
35 pignons satellites et des moyens pour faire varier en continu le phasage de ladite variation angulaire de l'axe porte-

bielle par rapport à la rotation des pignons satellites, avec pour effet de faire varier le taux de compression du moteur.

Dans la réalisation préférentielle de l'invention, les moyens pour faire varier la position angulaire de l'axe
5 porte-bielle comportent pour chaque attelage mobile :

- un vilebrequin pour faire tourner les positions de ses deux manetons, supérieur et inférieur autour de l'axe du vilebrequin qui est parallèle à l'axe Z, sur chacun des deux manetons pivote une bielle, chaque vilebrequin
10 faisant ainsi tourner les axes porte-bielle de la bielle supérieure et de la bielle inférieure, autour de l'axe vilebrequin ;
- des moyens d'entraînement de chaque vilebrequin pour le faire pivoter à même fréquence de rotation que le pignon
15 satellite correspondant ; et
- des moyens pour faire varier en continu le phasage de l'angle de rotation du vilebrequin par rapport à la rotation du pignon satellite.

Dans ce cas, le vilebrequin, soit tourne toujours dans
20 le même sens, soit oscille.

Les moyens d'entraînement de chaque vilebrequin peuvent être réalisés par un dispositif d'entraînement à roue et pignons qui comporte :

- un pignon, solidaire de chaque vilebrequin pour assurer
25 son entraînement ;
- une roue, dont le rayon est le double des pignons, solidaire en rotation de l'arbre moteur, via ;
- un dispositif de déphasage continu entre la roue et l'arbre moteur.

30 Ils peuvent également être réalisés par un dispositif d'entraînement à courroie ou chaîne qui comporte :

- un pignon, cranté ou à denture, solidaire de chaque vilebrequin pour assurer son entraînement.
- une roue, crantée ou à denture, solidaire de l'axe
35 moteur, dont le rayon est le double des pignons ;

- 5 -

- un porte-pignon libre, dont la position angulaire autour de l'axe Z, est réglable pour contrôler en continu le phasage de la rotation des vilebrequins ;
- deux pignons libres, montés à chaque extrémité du porte-pignon libre ;
- une courroie crantée ou chaîne, qui chemine en engrenant, entre les pignons, la roue et les pignons libres.

Dans une réalisation préférentielle de l'invention, les
10 moyens d'entraînement de chaque vilebrequin comportent :

- un levier à galet(s) solidaire du vilebrequin, pour transmettre son oscillation, le(s) galet(s) étant entraîné(s) par :
- un rail-came, solidaire d'un plateau en rotation d'axe
15 Z, à une vitesse de rotation sous-multiple du nombre de satellites par ensemble rotor, de la vitesse de rotation des satellites.
- Un système de déphasage et de réduction entre le plateau porte rail-came et l'arbre moteur

20 Les moyens pour faire varier en continu le phasage peuvent être constitués par un dispositif de déphasage continu du type à rampe hélicoïdale.

25

LES FIGURES ANNEXEES ILLUSTRONT L'INVENTION

Les figures 1 et 2 représentent, pour le moteur selon l'art antérieur, le cycle thermodynamique du moteur, avec les 8 volumes de travail ménagés par les 8 pistons qui tournent dans la chambre de travail.

La figure 3 représente le schéma cinématique d'un étage, avec le rotor en vitesse de rotation sensiblement minimale.

10

La figure 4 représente le schéma cinématique d'un étage, avec le rotor en vitesse de rotation sensiblement maximale.

Les figures 5 et 6 illustrent la variation du rapport volumétrique de compression.

15

Les figures 7 et 8 illustrent, pour un ensemble rotor, pour 2 instants différents, une « cinématique modifiée », où les dentures des couronnes, satellites et pignon moteur, présentent un primitif non circulaire.

20

Les figures 9 et 10 sont des schémas cinématiques qui illustrent un système d'entraînement en rotation des vilebrequins, à la fréquence des satellites, par engrenage.

25

La figure 11 est un schéma cinématique qui illustre un système d'entraînement en rotation des vilebrequins à la fréquence des satellites, par chaîne/courroie.

30 Les figures 12 et 13 sont des schémas cinématiques qui illustrent un système d'entraînement en oscillation des vilebrequins à la fréquence des satellites, par rail/came et levier à galets.

- 7 -

La figure 14 est un graphique qui représente l'angle (en degrés) des rotors supérieur (S) et inférieur (I), en fonction de l'angle (en degrés) de l'arbre moteur.

- 5 Les figures 15, 16 et 17 représentent un moteur pré-dimensionné et simplifié. Les paliers et roulements ne sont pas représentés sauf 3 roulements des rotors.
- La figure 15 est une coupe brisée, selon un plan contenant l'axe Z et passant par un axe de vilebrequin (à gauche) et les satellites d'un même attelage mobile (à droite).
 - La figure 16 est une vue isométrique, sans le demi-carter supérieur, découvrant les 8 pistons dans la chambre de travail toroïdale.
 - 15 • La figure 17 est une coupe selon un plan perpendiculaire à l'axe Z et passant par les satellites inférieurs.

La figure 18 représente deux attelages mobiles et un vilebrequin.

20

La figure 19 représente une bielle.

La figure 20 représente un vilebrequin.

25

NOMENCLATURE DU MOTEUR

Des pièces sont qualifiées de supérieure et inférieure, pour faciliter la représentation. Cela ne fixe aucune orientation 5 du moteur.

N°	Désignation des éléments et ensembles
1s	Demi-carter supérieur
1i	Demi-carter inférieur
10	Arbre moteur
11s	Pignon moteur supérieur
11i	Pignon moteur inférieur
11	Pignon moteur, supérieur ou inférieur
20s	Ensemble rotor ou rotor, supérieur
20i	Ensemble rotor ou rotor, inférieur
21s, 22s, 23s et 24s	1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} et 4 ^{ème} pistons du rotor supérieur
21i, 22i, 23i et 24i	1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} et 4 ^{ème} pistons du rotor inférieur
21, 22, 23 et 24	1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} et 4 ^{ème} pistons, d'un même rotor supérieur ou inférieur
29s	Couronne supérieure
29i	Couronne inférieure
29	Couronne, d'un rotor supérieur ou inférieur
31, 32, 33, 34,...	1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} , 4 ^{ème} ,... vilebrequins
61s, 62s, 63s, 64s,...	Manetons supérieurs des 1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} , 4 ^{ème} ,... vilebrequins et/ou axes porte-bielle supérieurs
61i, 62i, 63i, 64i,...	Manetons inférieurs des 1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} , 4 ^{ème} ,... vilebrequins et/ou axes porte-bielle inférieurs
61, 62, 63, 64,...	Manetons d'un même ensemble rotor des 1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} , 4 ^{ème} ,... vilebrequins Et/ou axes porte-bielle d'un même ensemble rotor

Attelage mobile	
41s, 42s, 43s, 44s,...	1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} , 4 ^{ème} ,... bielles supérieures
41i, 42i, 43i, 44i,...	1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} , 4 ^{ème} ,... bielles inférieures
41, 42, 43, 44,...	1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} , 4 ^{ème} ,... bielles d'un même ensemble rotor
45	Extrémité porte-bielle (d'une bielle pivotant sur le maneton) ou axe porte-bielle
46	Extrémité de bielle, où pivote le satellite
51s, 52s, 53s, 54s,...	1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} , 4 ^{ème} ,... pignons satellites supérieurs ou satellites supérieurs
51i, 52i, 53i, 54i,...	1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} , 4 ^{ème} ,... pignons satellites inférieurs ou satellites inférieurs
51, 52, 53, 54,...	1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} , 4 ^{ème} ,... pignons satellites ou satellites d'un même ensemble rotor
Mécanisme d'entraînement, en rotation, des manetons et vilebrequins, par engrenage et déphaseur	
70	Roue
71	Pignon
72	Dispositif de déphasage continu
Mécanisme d'entraînement, en rotation, des manetons et vilebrequins, par courroie/chaîne	
80	Roue
81	Pignon
82	Porte-pignon libre
83	Pignon libre
84	Courroie crantée ou chaîne
Mécanisme d'entraînement, en oscillation, des manetons et vilebrequins, par galet et rail-came	
90	Levier à galets
91	Rail-came (ici à 4 périodes dans la circonférence sur un plateau d'axe Z)
92	Système de déphasage et de réduction (en continu, par pignon, couronne et satellite avec porte-satellite(s))
93	Levier de déphasage
95	Galet

DESCRIPTION DE PLUSIEURS REALISATIONS SELON L'INVENTION

Les figures 1 et 2 représentent, pour le moteur de l'art antérieur, le cycle thermodynamique du moteur, avec les 8
5 volumes de travail ménagés entre les 4 pistons (21s, 22s, 23s et 24s) (21i, 22i, 23i et 24i) de chacun des 2 rotors tournant en « chat et souris » dans la chambre de travail. Le fluide subit dans chaque volume, successivement l'admission (I), la compression (II), la réchauffe par explosion ou combustion
10 (II/III), la détente (III) et l'échappement (IV). Le moteur comporte des orifices d'admission et d'échappement, pour provoquer deux cycles moteurs diamétralement opposés, dans la circonférence de la chambre de travail.

La chambre de travail de révolution selon l'axe Z est donc
15 annulaire et selon des modes particuliers de réalisation, de section (selon un plan contenant l'axe Z) circulaire ou autre, ou carrée pour simplifier la forme des pièces.

La figure 3 représente, pour le moteur selon l'invention, le
20 schéma cinématique d'un étage, avec le rotor à la position angulaire de vitesse de rotation sensiblement minimale, pour une vitesse donnée d'arbre moteur. L'étage est composé d'un rotor avec 4 pistons (21, 22, 23, 24) et une couronne (29), d'un pignon moteur (11), ici de 4 manetons de 4 vilebrequins
25 (31, 32, 33 et 34) et ici de 4 attelages mobiles, formés d'une bielle (41, 42, 43 et 44) et d'un pignon satellite (51, 52, 53 et 54).

Les pignons satellites (51, 52, 53 et 54) engrènent entre la couronne (29) et le pignon moteur (11).

30 Le mécanisme cinématique des attelages mobiles impose, pour un régime constant du pignon moteur (11), une vitesse de rotation acyclique et en opposition de phase des 2 rotors. C'est le fonctionnement des rotors en « chat et souris ».

Les vilebrequins (31, 32, 33 et 34) tournent à la même
35 vitesse que la vitesse moyenne des satellites (51, 52, 53 et 54).

Des couronne (29), satellites (51, 52, 53 et 54) et pignon moteur (11), seuls les primitifs circulaires sont représentés.

5 La figure 4 représente, pour le moteur selon l'invention, le schéma cinématique d'un étage, avec le rotor à la position angulaire de vitesse de rotation sensiblement maximale, pour une vitesse donnée d'arbre moteur, équivalent de l'étage
10 précédent de la figure 3, en opposition de phase, du même moteur.

Les figures 5 et 6 illustrent, pour le moteur selon l'invention, la variation du rapport volumétrique de compression, dans les positions angulaires des rotors en
15 phase d'explosion, entre compression et détente, lorsque les pistons (ici 22s et 22i) en vis à vis sont rapprochés.

Le déphasage particulier de la rotation des vilebrequins (31s), modifie le taux de compression.

La figure 5 montre un fort rapport volumétrique de
20 compression : l'angle particulier du maneton (61s) déplace légèrement vers la gauche la position du satellite (51s), via la bielle (41s), ce qui resserre le piston (22s) vers le piston (22i), augmentant ainsi le rapport volumétrique de compression (2 flèches bi-pointes : courtes).

25 La figure 6 montre au contraire de la figure 5, un faible rapport volumétrique de compression : l'angle particulier du maneton (61s) déplace légèrement vers la droite la position du satellite (51s), via la bielle (41s), ce qui éloigne le piston (22s) par rapport au piston (22i), diminuant ainsi le
30 rapport volumétrique de compression (2 flèches bi-pointes : longues).

Selon des modes particuliers de réalisation de l'invention, les figures 7 et 8 illustrent, pour un ensemble rotor
35 supérieur ou inférieur, pour 2 angles d'arbre moteur différents, une « cinématique modifiée ». Les courbes primitives des satellites (51, 52, 53 et 54) ne sont pas

circulaires (ici sensiblement elliptique). En choisissant avec soin les courbes primitives des couronnes (29) et pignon moteur (11), le roulement sans glissement aux points de contact des primitifs est assuré quelque soit l'angle de
5 pignon moteur (11) et les rapports de longueur des périmètres des primitifs sont respectés :

- périmètre primitif [couronne / satellite] =4
- périmètre primitif [pignon moteur / satellite] =2

De telles formes de primitifs permettent de modifier ; pour
10 un régime moteur fixé ; le compromis entre les paramètres suivant :

- Course angulaire maximum entre 2 pistons consécutifs de rotors différents
- Vitesse linéaire de glissement maximum des pistons (21,
15 22, 23 et 24)
- Accélération angulaire maximum et minimum des rotors

Les éléments engrenant pignon moteur (11), couronne (29) et satellites (51, 52, 53 et 54), supérieurs et inférieurs sont identiques.

20

De manière générale, les engrènements décrits dans le moteur selon l'invention, sont du type pour assurer un roulement sans glissement aux primitifs, classiquement des dentures droites ou obliques.

25 Selon des modes particuliers de réalisation, une même denture (aspect fonctionnel) peut être réalisée par deux parties distinctes, par exemple un engrènement à chevrons. Aussi le maintien du positionnement de l'engrènement sur les primitifs peut nécessiter que les éléments engrenant
30 comportent chacun une portion lisse, semblable à un galet, suivant le primitif, en appui.

Selon des modes particuliers de réalisation de l'invention, les figures 9 et 10 sont des schémas cinématiques qui
35 illustrent un système d'entraînement en rotation des

vilebrequins (31, 32, 33 et 34) par engrenages (70 et 71) et dispositif de déphasage continu (72).

La figure 9 présente un schéma cinématique comportant un seul vilebrequin (31) et 2 attelages mobiles : supérieur (bielle
5 supérieure (41s) et satellite supérieur (51s)) et attelage mobile inférieur (bielle inférieure (41i) et satellite inférieur (51i)), tandis que la figure 10 représente les 4 vilebrequins (31, 32, 33 et 34), mais sans les attelages mobiles.

10 Dans les figures 9 et 10, les satellites (ici 51s et 51i) et pignons moteur (11s et 11i) sont représentés sans engrener pour des raisons de clarté, car la figure 9 est le schéma d'une coupe brisé qui rassemble la coupe de l'axe moteur (Z) et la coupe d'un vilebrequin (31). Ces deux coupes n'étant
15 pas coplanaires.

L'arbre moteur (10), entraîne, via le dispositif de déphasage continu (72), la roue (70) qui engrène avec les 4 pignons (71), chacun solidaire d'un vilebrequin (31, 32, 33 et 34). Chaque vilebrequin (31, 32, 33 et 34), fait tourner, via ses
20 2 manetons (ici 61s et 61i), les pivots des bielles supérieures (41s et 41i), aux autres extrémités desquelles tournent avec excentricité les satellites (51s et 51i).

Le rapport de vitesse de la roue (70) sur la vitesse des pignons (71) est de 1:2 pour assurer le synchronisme de la
25 rotation des vilebrequins (31, 32, 33 et 34) avec la vitesse moyenne des satellites (ici 51s et 51i). Le déphasage de la roue (70), opéré par le dispositif de déphasage continu (72), par rapport à l'arbre moteur (10), modifie le rapport volumétrique de compression.

30 Le dispositif de déphasage continu (72) peut être du type « à rampes hélicoïdales ». Typiquement, il s'agit d'un type de déphaseur utilisé pour les arbres à cames de moteur thermique automobiles. Il peut être à commande hydraulique ou électromécanique avec un actionneur axial. Exemple BMW Vanos.

35 Pour déphaseur, on parle aussi de « transmission à calage variable » (TCV).

Selon des modes particuliers de réalisation de l'invention, La figure 11 est un schéma cinématique qui illustre un système d'entraînement en rotation des vilebrequins, par chaîne/courroie. Chaque vilebrequin (31, 32, 33 et 34) est
5 entraîné en rotation par un pignon (81) solidaire et une roue (80) d'axe Z, solidaire de l'arbre moteur. Une courroie crantée ou chaîne (84) chemine en engrénant sur les pignons (81), roue (80) et pignons libres (83) intermédiaires. Le rapport de la vitesse de roue (80) sur la vitesse des pignons
10 (81) est de 1:2 pour assurer le synchronisme avec la vitesse moyenne des satellites. Le réglage de l'angle du porte-pignons libres (82), en rotation selon l'axe Z, détermine le phasage de rotation des vilebrequins (31, 32, 33 et 34) et fixe le rapport volumétrique de compression. Deux positions
15 différentes du porte-pignons libres (82), correspondant à deux taux de compression différents, sont représentés en traits pointillés serrés.

Selon des modes particuliers de réalisation de l'invention, les figures 12 et 13 sont des schémas cinématiques qui illustrent un système d'entraînement en oscillation des vilebrequins (31, 32, 33 et 34) à la fréquence des satellites, par rail-came (91) et levier à galets (90), avec un système de déphasage et de réduction (92).

25 La figure 12 présente un schéma cinématique comportant un seul vilebrequin (31) et 2 attelages mobiles : supérieur (bielle supérieure (41s) et satellite supérieur (51s)) et attelage mobile inférieur (bielle inférieure (41i) et satellite inférieur (51i)), tandis que la figure 13
30 représente les 4 vilebrequins (31, 32, 33 et 34), mais sans les attelages mobiles.

Dans les figures 12 et 13, les satellites (ici 51s et 51i), sont représentés sans engrener pour des raisons de clarté, car la figure 9 est le schéma d'une coupe brisé qui rassemble
35 la coupe de l'axe moteur (Z) partielle et la coupe d'un vilebrequin (31). Ces deux coupes n'étant pas coplanaires.

L'arbre moteur (10), entraîne, via le système de déphasage et de réduction (92), un rail-came (91), sur lequel roulent et sont guidés les galets (95) d'un levier à galets (90), solidaire de chaque vilebrequin (31, 32, 33 et 34). Par
5 conséquent, les vilebrequins (31, 32, 33 et 34) sont entraînés en oscillation. Chaque levier à galet (90) exécute une oscillation pour un quart de tour du rail-came (91) car son profil polaire comprend 4 motifs périodiques, répétés dans sa circonférence. 4 motifs, car chaque ensemble rotor
10 dispose ici de 4 satellites. Ces rapports de réduction et d'oscillation assurent le synchronisme de la rotation moyenne des satellites avec l'oscillation des vilebrequins (31, 32, 33 et 34). Le système de déphasage et de réduction (92) fonctionne ici sur le principe du différentiel, mais
15 différentiel sous forme de train épicycloïdal. Modifier l'angle d'orientation du levier de déphasage (93) par rapport au châssis, change le phasage du rail-came (91), par rapport à la rotation des satellites, ce qui modifie le rapport volumétrique de compression.

20

La figure 14 est un graphique qui représente l'angle (en degrés) des rotors supérieur (courbes (S)) et inférieur (courbes (I)), en fonction de l'angle (en degrés) de l'arbre moteur. Les courbes (S) et (I) « ondulent » ce qui provoque
25 des resserrement et écartements verticaux. C'est le fonctionnement en « chat et souris ». Selon l'invention, la variation du rapport volumétrique de compression est indiquée par la légère fluctuation de ces courbes (S) et (I), par les courbes en pointillés autour des courbes en trait continu. La
30 longue flèche indique un taux de compression faible, tandis que la flèche courte indique un taux de compression élevé.

Les figures 15, 16 et 17 représentent un moteur pré-dimensionné et simplifié, selon des modes particuliers de
35 réalisation de l'invention. La chambre de travail est toroïdale, les pistons étant à section circulaire. Les paliers et roulements ne sont pas représentés sauf 3

roulements des rotors (20i et 20s). Le dispositif d'entraînement des vilebrequins (31) est du type à engrenage avec roue (70) et pignon (71) et utilise un dispositif de déphasage continu (72) ici du type à « rampes hélicoïdales »
5 et commande axiale par translation, non détaillé.

- La figure 15 est une coupe brisée, selon un plan contenant l'axe Z et passant par un axe de vilebrequin (31) (à gauche) et les satellites (53s et 53i) d'un même attelage mobile (à droite). On retrouve entre autres sur
10 cette figure 15, le demi-carter supérieur (1s), les pignons moteurs supérieur (11s) et inférieur (11i), solidaires de l'arbre moteur (10), deux bielles, supérieure (43s) et inférieure (43i) et deux satellites, supérieur (53s) et inférieur (53i).
- La figure 16 est une vue isométrique, sans le demi-carter supérieur (1s) de la figure 15, découvrant les 8 pistons dans la chambre de travail toroïdale, ainsi que les attelages mobiles, couronne et pignon moteur.
- La figure 17 est une coupe selon un plan perpendiculaire
20 à l'axe Z et passant par les satellites inférieurs. Cette figure est à rapprocher des figures 1, 2, 3 et 4. Le plan de coupe ici ne fait pas figurer les manetons de vilebrequins. On retrouve entre autres, notamment, le rotor inférieur (20i), le demi-carter inférieur (1i),
25 ces 4 bons vieux satellites inférieurs qui engrènent entre la couronne inférieure (29i) et le pignon moteur inférieur (11i).

Selon des modes particuliers de réalisation de l'invention,
30 la figure 18 représente, un vilebrequin (31) sur les deux manetons duquel, pivotent deux attelages mobiles, un supérieur composé d'une bielle supérieure (41s) et d'un satellite supérieur (51s) pivotant, un attelage mobile inférieur composé d'une bielle inférieure (41i) et d'un
35 satellite inférieur (51i) pivotant.

- 17 -

Selon l'art antérieur, la figure 19 représente une bielle, avec son extrémité porte-bielle (45) s'articulant autour d'un maneton de vilebrequin, et son extrémité de bielle (46) où pivote le satellite.

5

Selon des modes particuliers de réalisation de l'invention, la figure 20 représente un vilebrequin (31), disposant de ses deux manetons, un maneton supérieur (61s) et un maneton inférieur (61i), sur lesquels pivotent les bielles.

10

REVENDICATIONS

- 1) Moteur thermique rotatif à combustion interne comprenant :
- deux ensembles rotors coaxiaux (20s et 20i) tournant
 5 de manière « chat et souris » selon un axe moteur (Z), dit axe (Z), dans une chambre de travail de révolution selon l'axe (Z) et étant annulaire, chaque ensemble rotor comprenant :
 - o quatre pistons (21, 22, 23 et 24), et
 10 o une couronne (29)
 - au moins un attelage mobile pour chaque ensemble rotor comprenant,
 - o une bielle (41, 42, 43, 44,...), qui pivote
 15 par l'une de ses extrémités porte-bielle (45) autour d'un axe porte-bielle (61, 62, 63, 64,...), d'axe parallèle à l'axe (Z)
 - o un pignon satellite (51, 52, 53, 54,...), qui
 tourne avec une excentricité selon un axe
 parallèle à l'axe (Z) et monté tournant à
 20 l'autre extrémité de la bielle (46),
 engrenant avec la couronne (29),
- moteur dans lequel chaque ensemble rotor fait tourner ses quatre pistons, dans la chambre de travail, les huit pistons (21s, 21i, 22s, 22i, 23s, 23i, 24s et 24i) délimitant huit
 25 volumes de travail dans lesquels le fluide subit successivement l'admission (I), la compression (II), le réchauffement par explosion ou combustion (II/III), la détente (III) et l'échappement (IV), chaque ensemble rotor entraînant via sa couronne (29s et 29i), par l'engrènement
 30 intermédiaire des pignons satellites (51s, 51i, 52s, 52i, 53s, 53i, 54s, 54i,...), un arbre moteur (10) central, solidaire d'un pignon moteur (11s et 11i) qui engrène avec les pignons satellites,
- 35 moteur caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour faire varier la position angulaire autour de l'axe moteur (Z) de

l'axe porte-bielle (61, 62, 63, 64,...), à la même fréquence que la rotation moyenne sur un tour des pignons satellites et des moyens pour faire varier en continu le phasage de ladite variation angulaire de l'axe porte-bielle par rapport à la
5 rotation moyenne des pignons satellites, avec pour effet de faire varier le taux de compression du moteur.

2) Moteur selon la revendication 1), caractérisé en ce que les moyens pour faire varier la position angulaire de l'axe
10 porte-bielle comportent pour chaque attelage mobile :

- un vilebrequin (31, 32, 33, 34,...) pour faire tourner les positions de ses deux manetons, supérieur et inférieur (61s et 61i, 62s et 62i, 63s et 63i, 64s et 64i,...) autour de l'axe du vilebrequin qui est parallèle à l'axe
15 (Z), sur chacun des deux manetons pivote une bielle (41s, 41i, 42s, 42i, 43s, 43i, 44s, 44i,...), chaque vilebrequin faisant ainsi tourner les axes porte-bielle (45) de la bielle supérieure et de la bielle inférieure, autour de l'axe vilebrequin ;
- 20 - des moyens d'entraînement de chaque vilebrequin pour le faire pivoter à même fréquence de rotation que la fréquence de rotation moyenne sur un tour du pignon satellite correspondant ; et
- des moyens pour faire varier en continu le phasage de
25 l'angle de rotation du vilebrequin par rapport à la rotation moyenne sur un tour du pignon satellite.

3) Moteur selon la revendication 2), caractérisé en ce que le vilebrequin tourne toujours dans le même sens.
30

4) Moteur, selon la revendication 2), caractérisé en ce que le vilebrequin oscille.

5) Moteur, selon la revendication 3), caractérisé en ce que
35 les moyens d'entraînement de chaque vilebrequin sont réalisés par un dispositif à roue et pignons qui comporte :

- 20 -

- un pignon (71), solidaire de chaque vilebrequin pour assurer son entraînement, sur lequel engrène :
- une roue (70), dont le rayon est le double des pignons (71), solidaire de l'axe moteur, via,
- 5 - un dispositif de déphasage continu (72) entre la roue et l'arbre moteur, qui constitue les moyens pour faire varier en continu le phasage.

6) Moteur, selon la revendication 3), caractérisé en ce que
10 les moyens d'entraînement de chaque vilebrequin et les moyens pour faire varier en continu le phasage, sont réalisés par un dispositif à courroie ou chaîne qui comporte :

- un pignon (81), cranté ou à denture, solidaire de chaque vilebrequin pour assurer son entraînement,
- 15 - une roue (80), crantée ou à denture, solidaire de l'arbre moteur (10), dont le rayon est le double des pignons (81),
- un porte-pignon libre (82), dont la position angulaire autour de l'axe Z, est réglable pour contrôler en
20 continu le phasage de la rotation des vilebrequins,
- deux pignons libres (83), montés à chaque extrémité du porte-pignon libre,
- une courroie crantée ou chaîne (84), qui chemine en engrenant, entre les pignons (81), la roue (80) et les
25 pignons libres (83).

7) Moteur, selon la revendication 4), caractérisé en ce que le moyen d'entraînement de chaque vilebrequin comporte :

- un levier à galet(s) (90) solidaire du vilebrequin, pour
30 transmettre son oscillation, le(s) galet(s) (95) étant entraîné(s) par :
- un rail-came (91), solidaire d'un plateau en rotation d'axe Z, à une vitesse de rotation sous-multiple du nombre de satellites, de la vitesse de rotation des
35 satellites,

- 21 -

- un système de déphasage et de réduction (92) de la rotation entre le plateau porte rail-came (91) et l'arbre moteur (10), système qui contient donc les moyens pour faire varier en continu le phasage.

5

8) Moteur, selon la revendication 1) ou 5) ou 7), caractérisé en ce que les moyens pour faire varier en continu le phasage, sont un dispositif de déphasage continu (72) du type à rampe hélicoïdale.

10

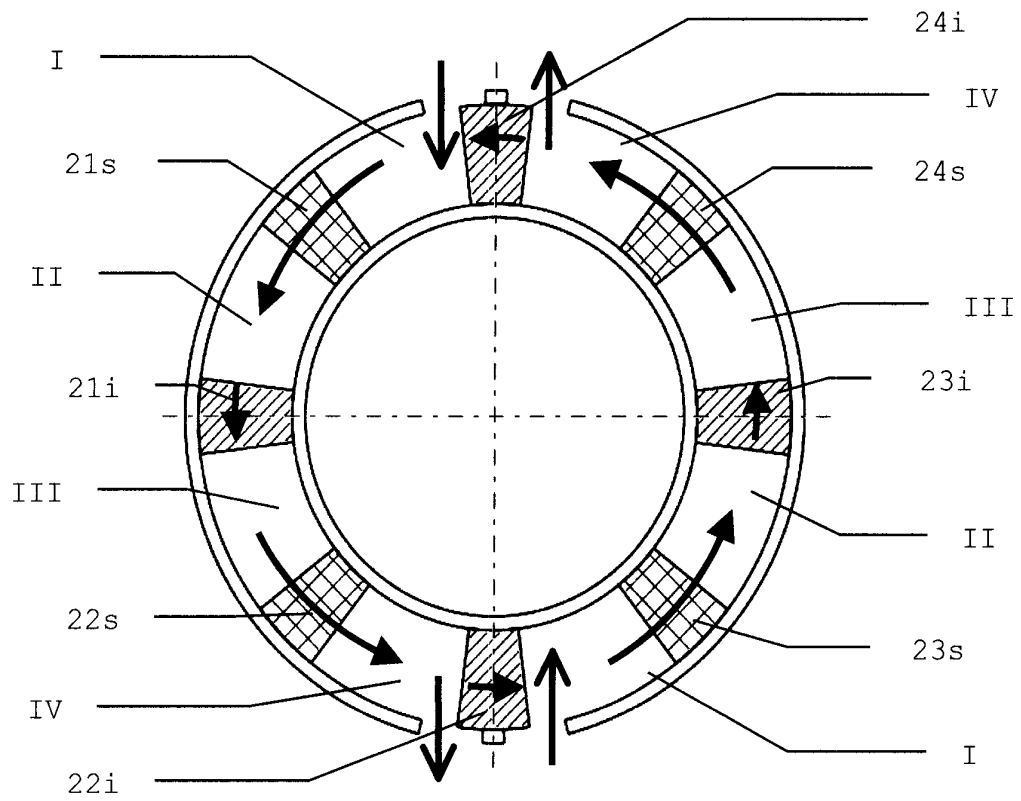


Fig. 1

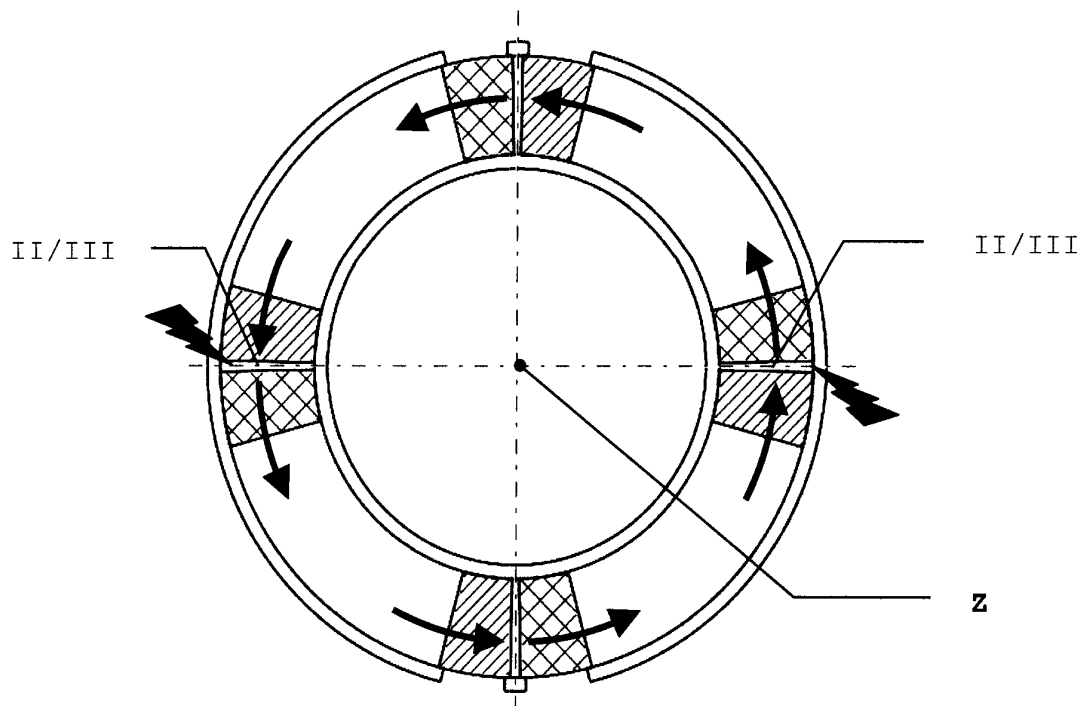


Fig. 2

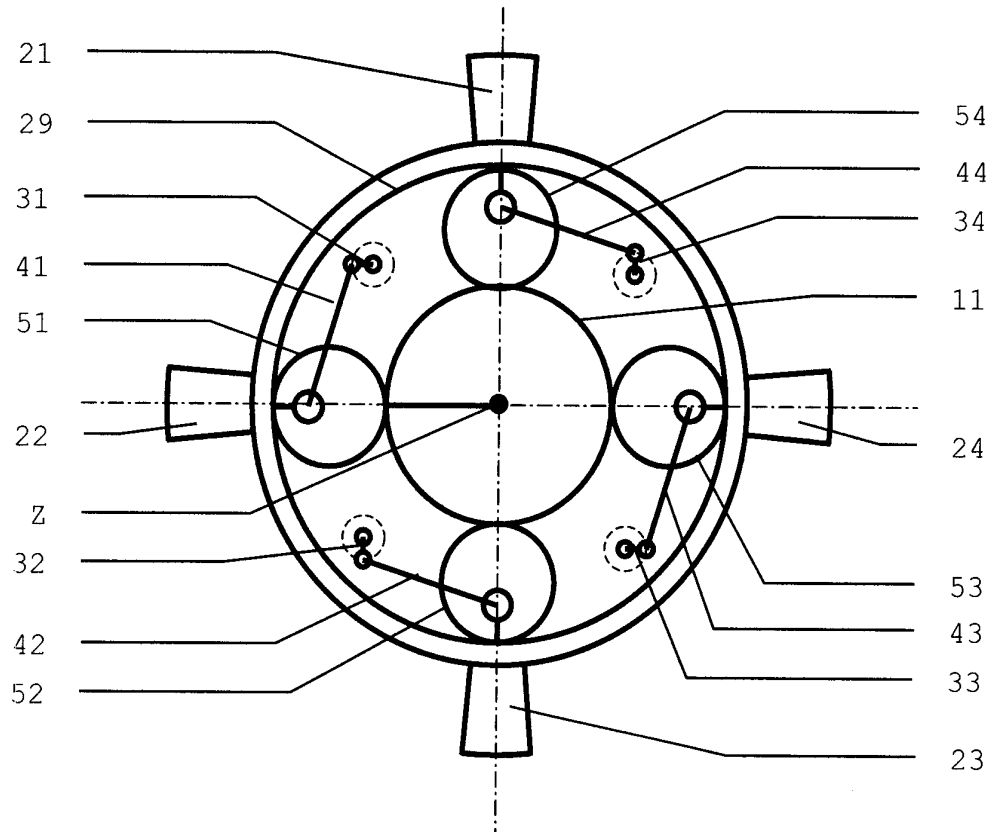


Fig. 3

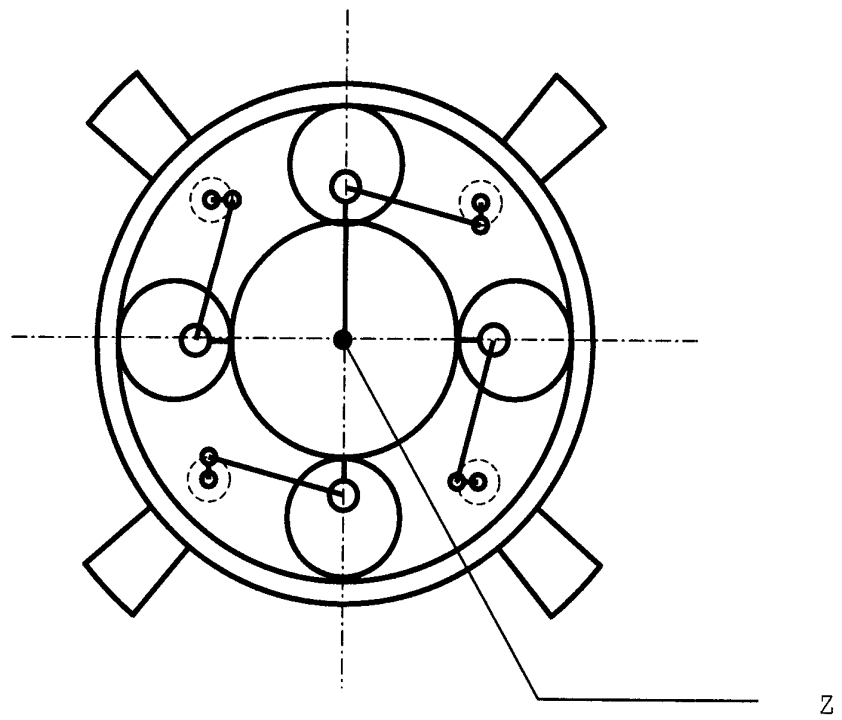


Fig. 4

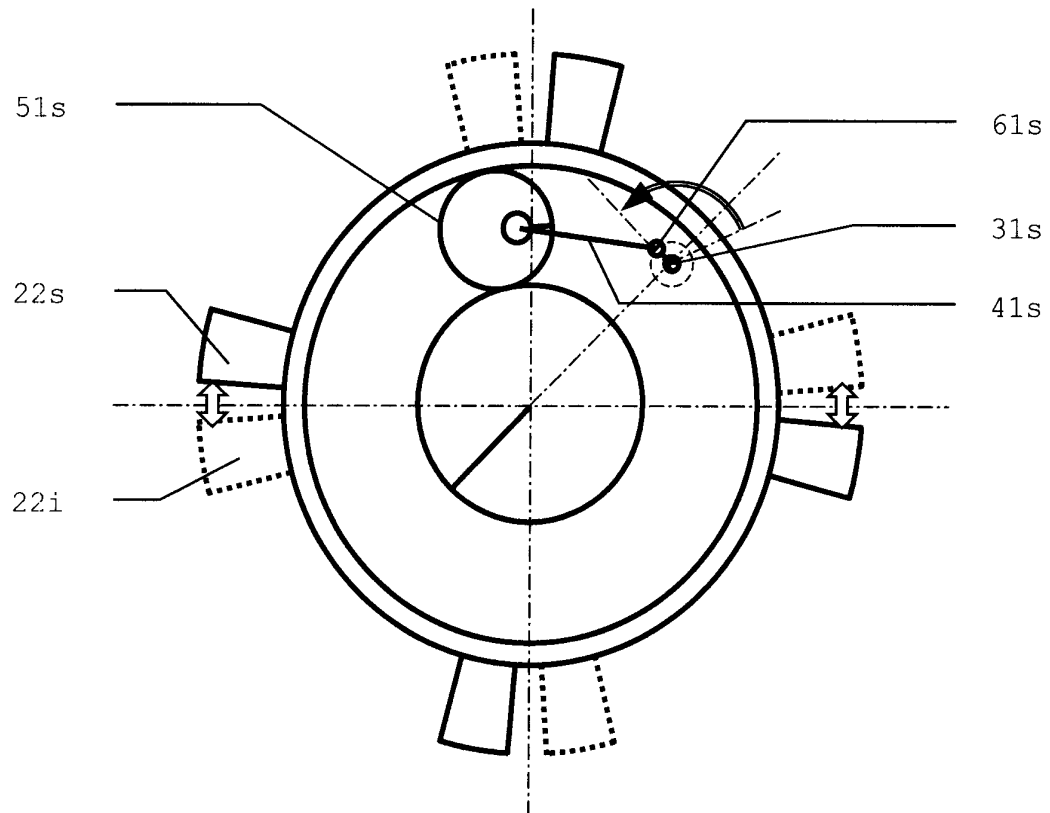


Fig. 5

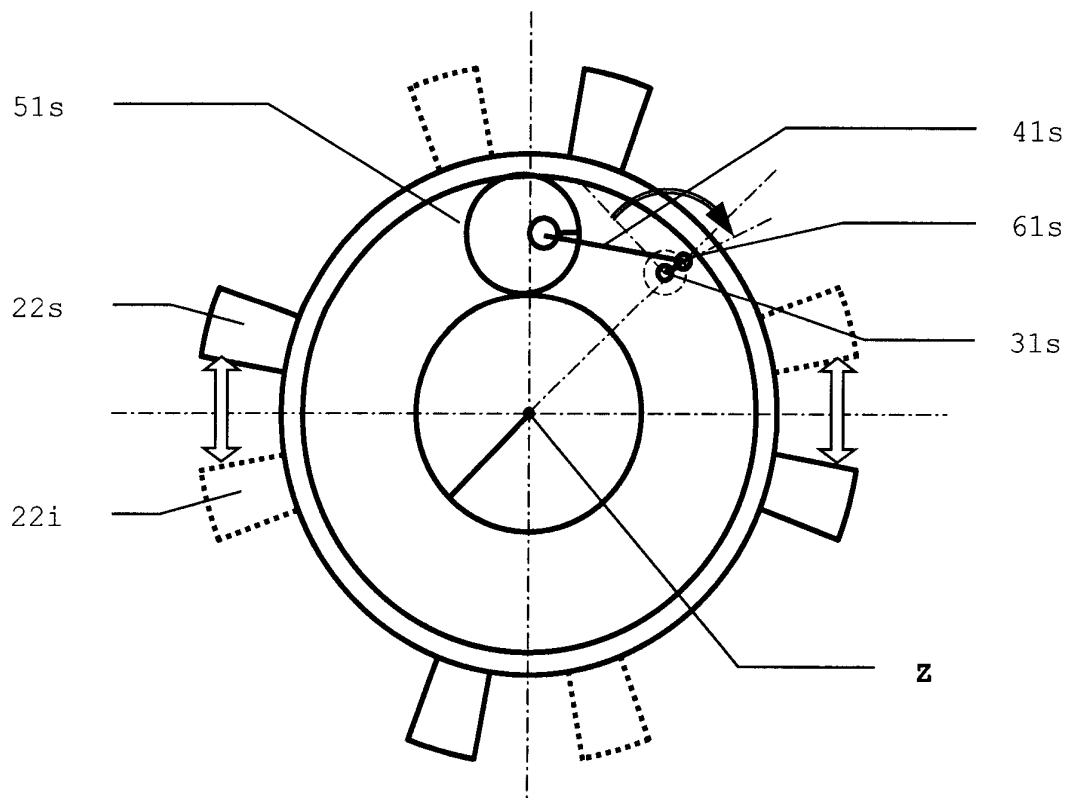


Fig. 6

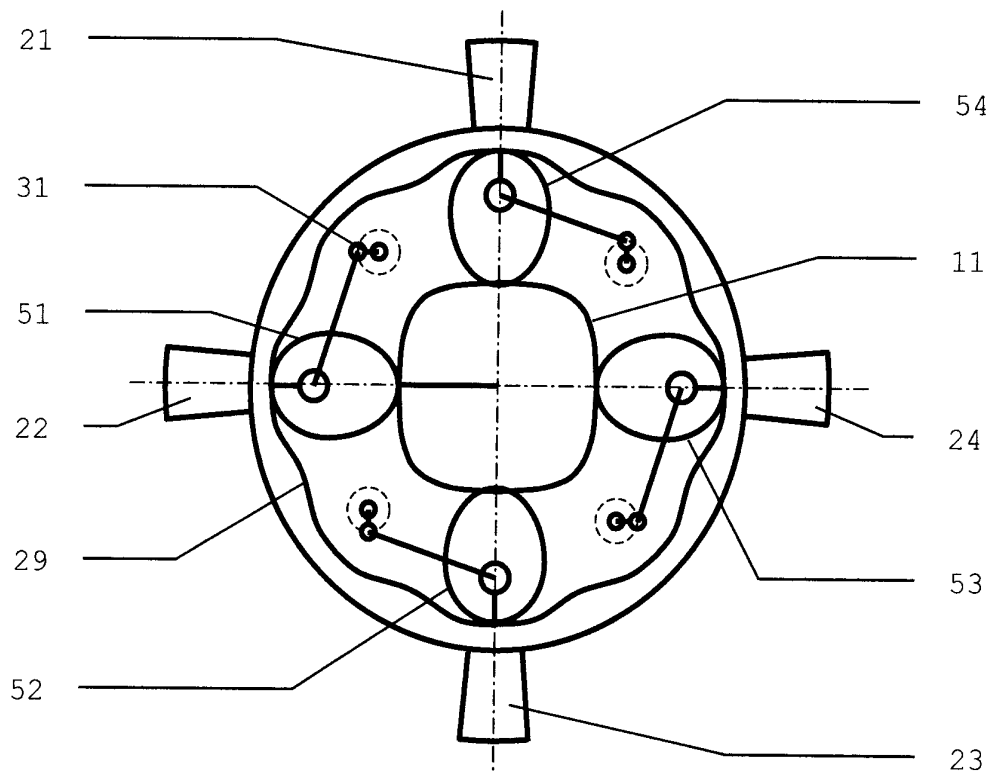


Fig. 7

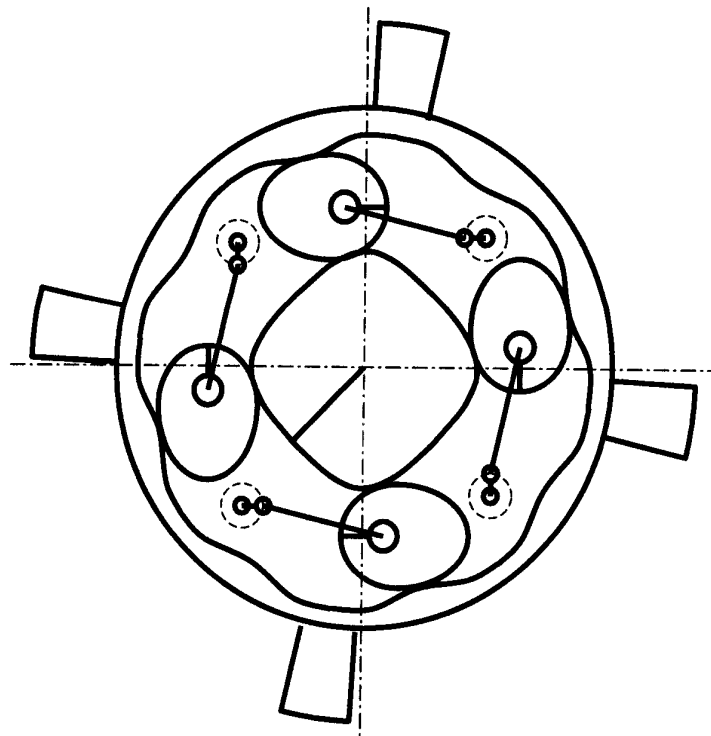


Fig. 8

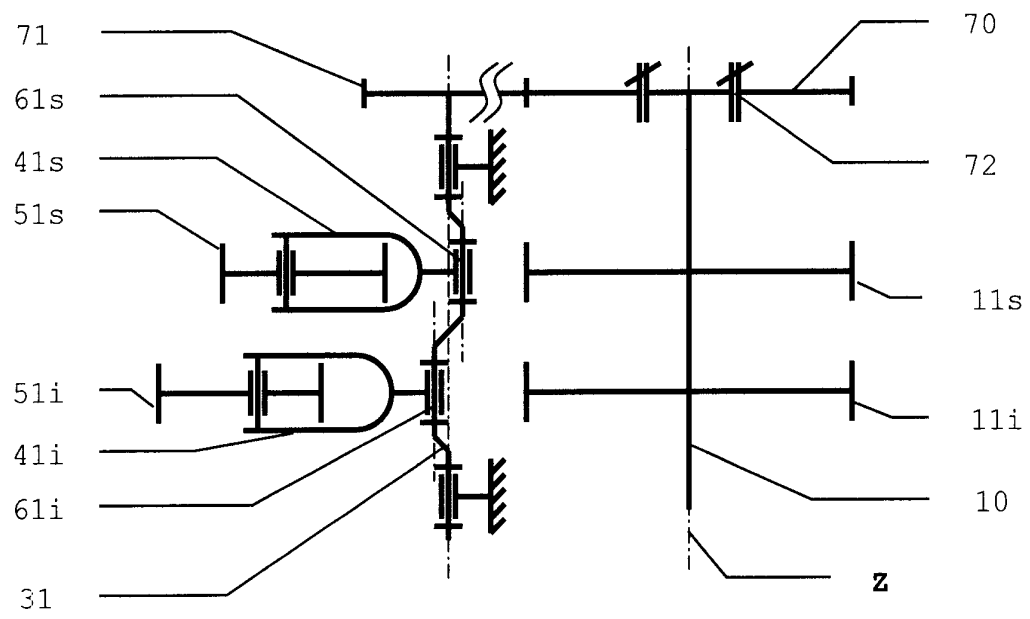


Fig. 9

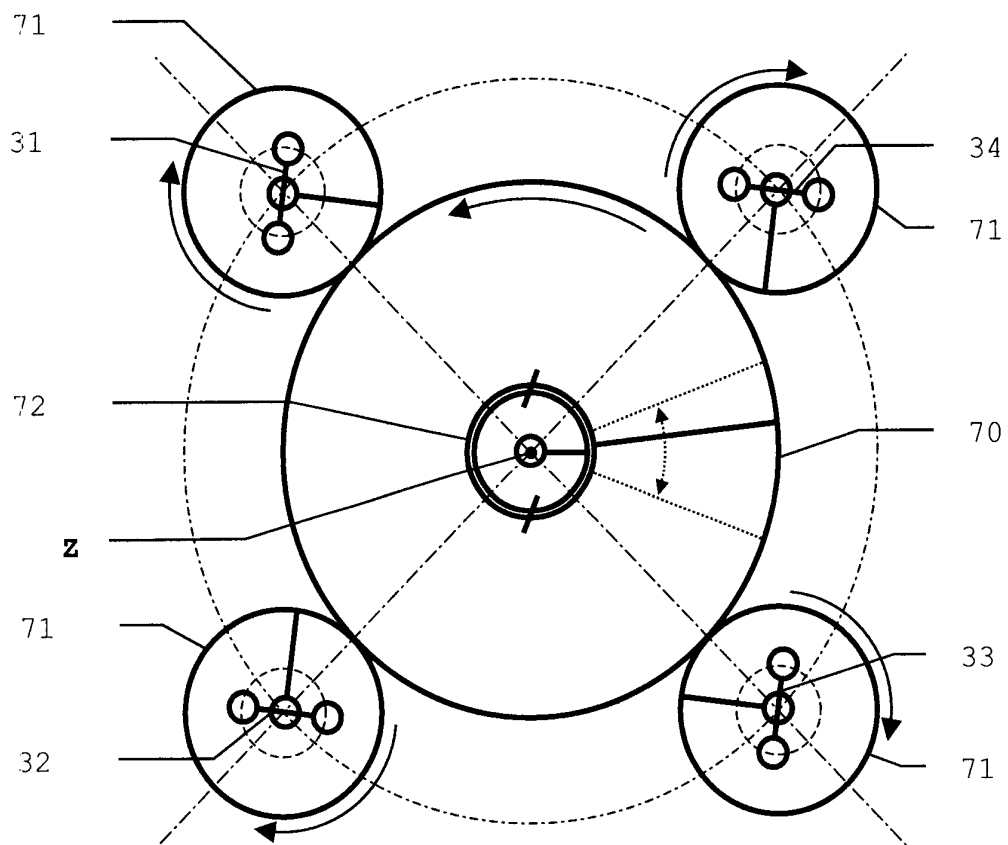


Fig. 10

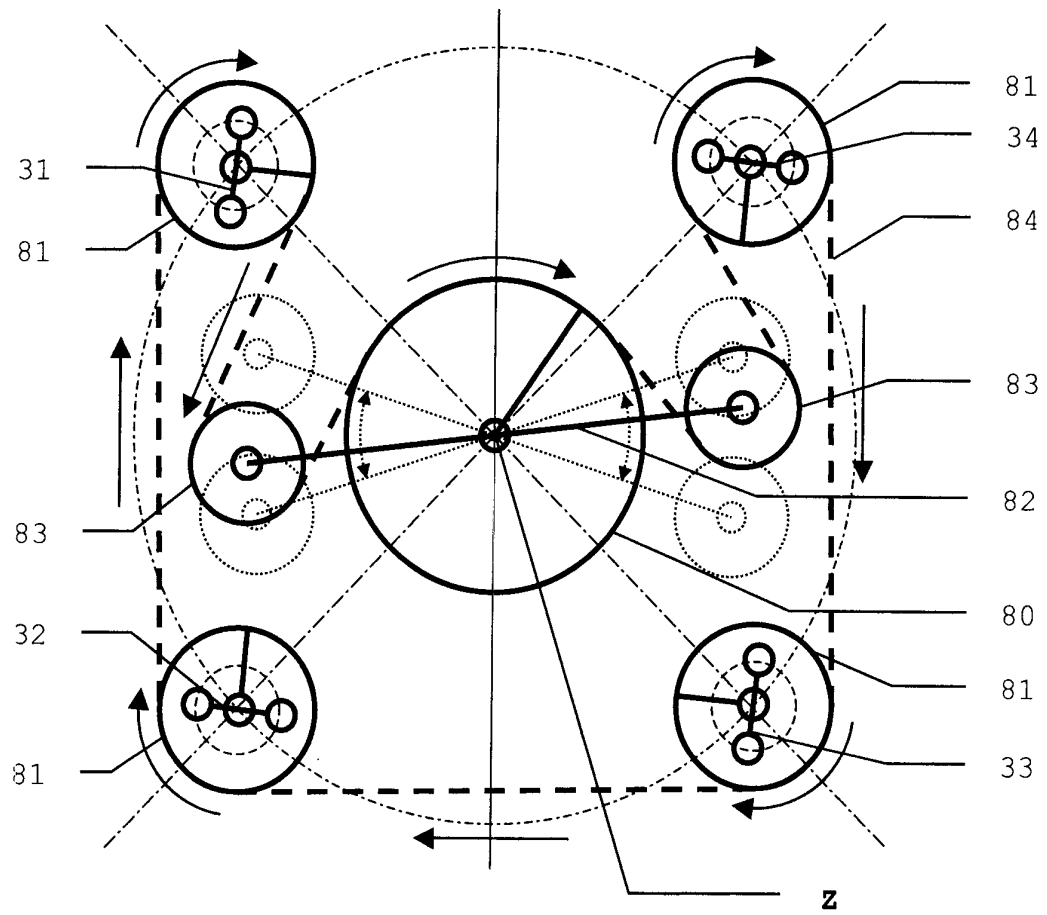


Fig. 11

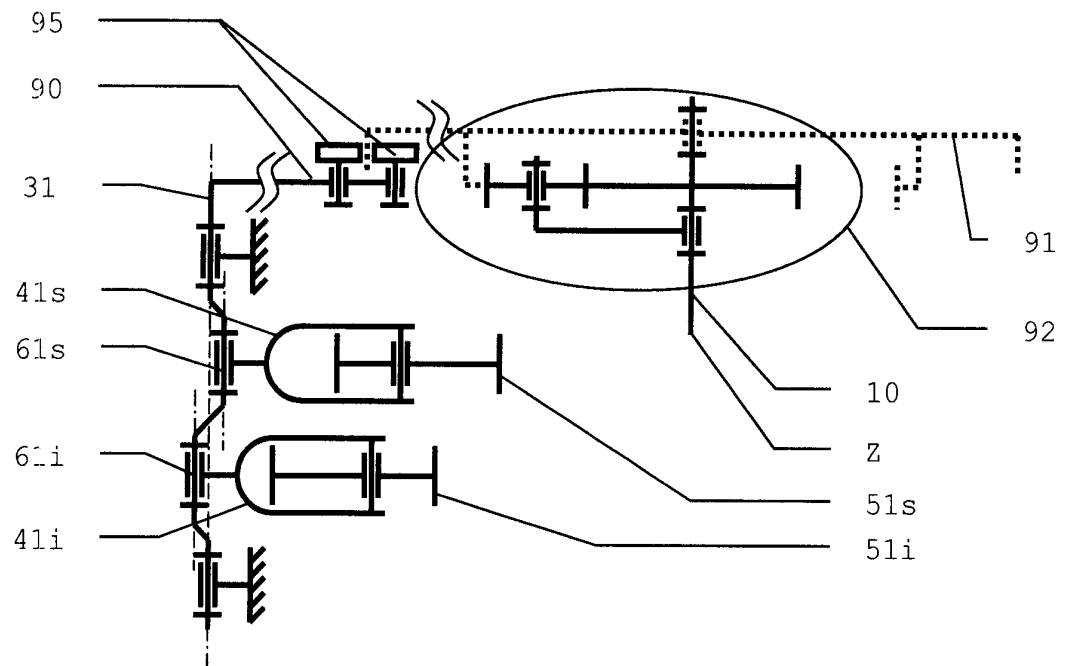


Fig. 12

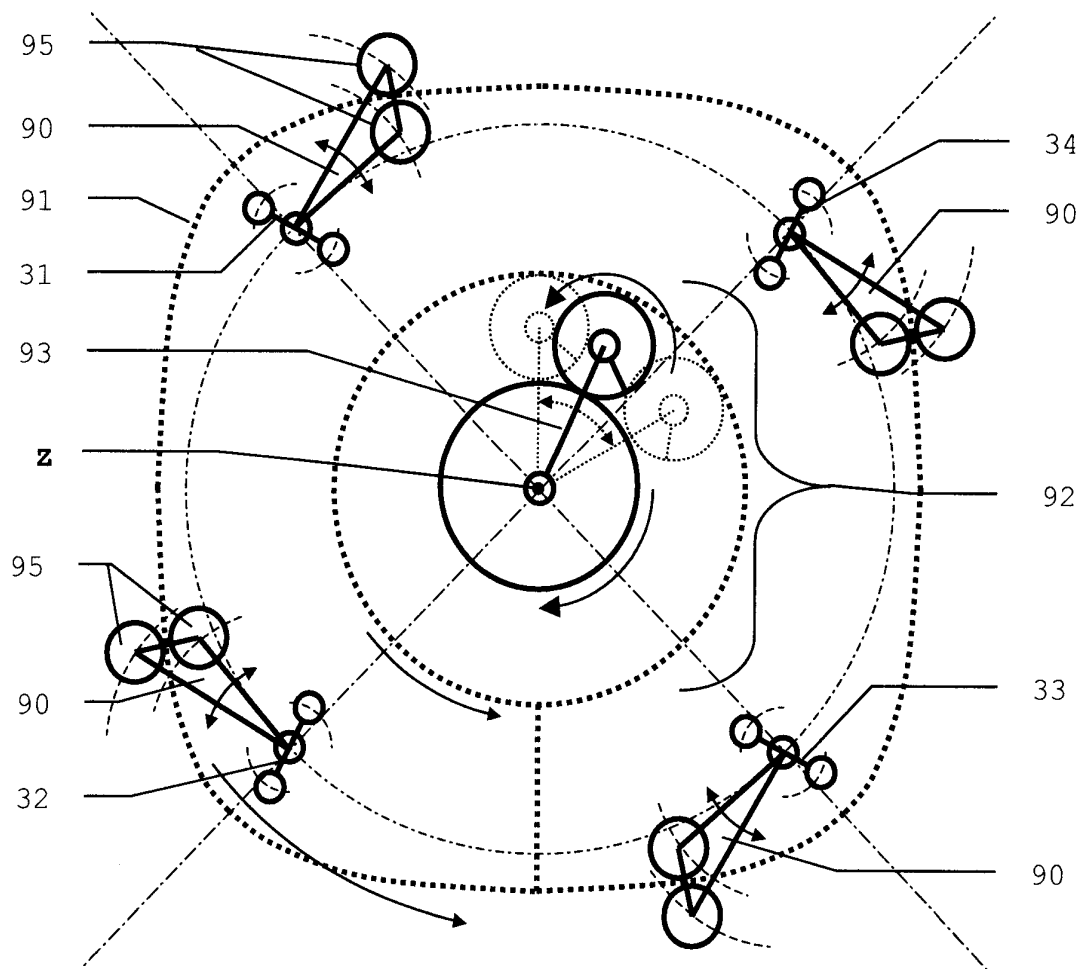
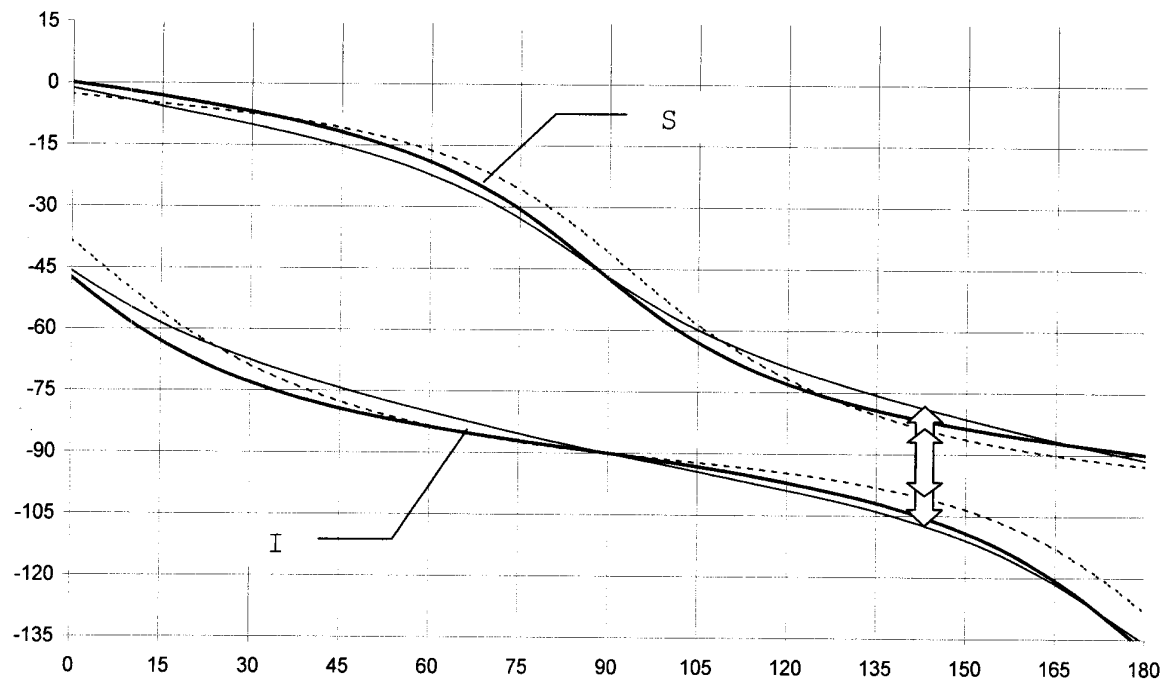
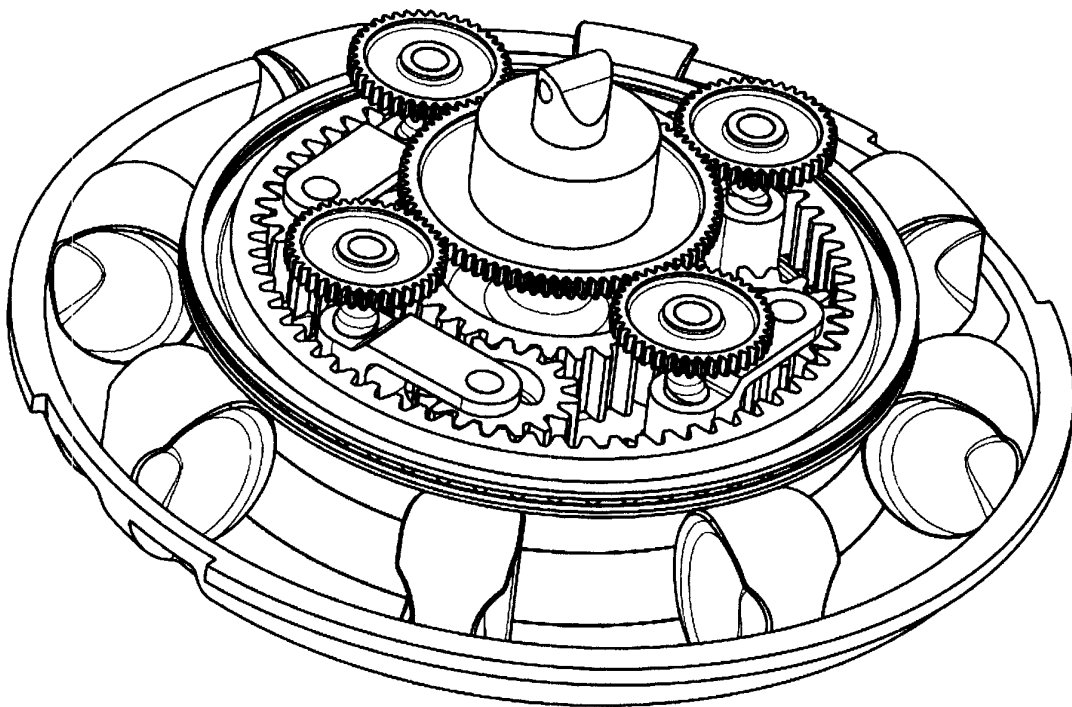
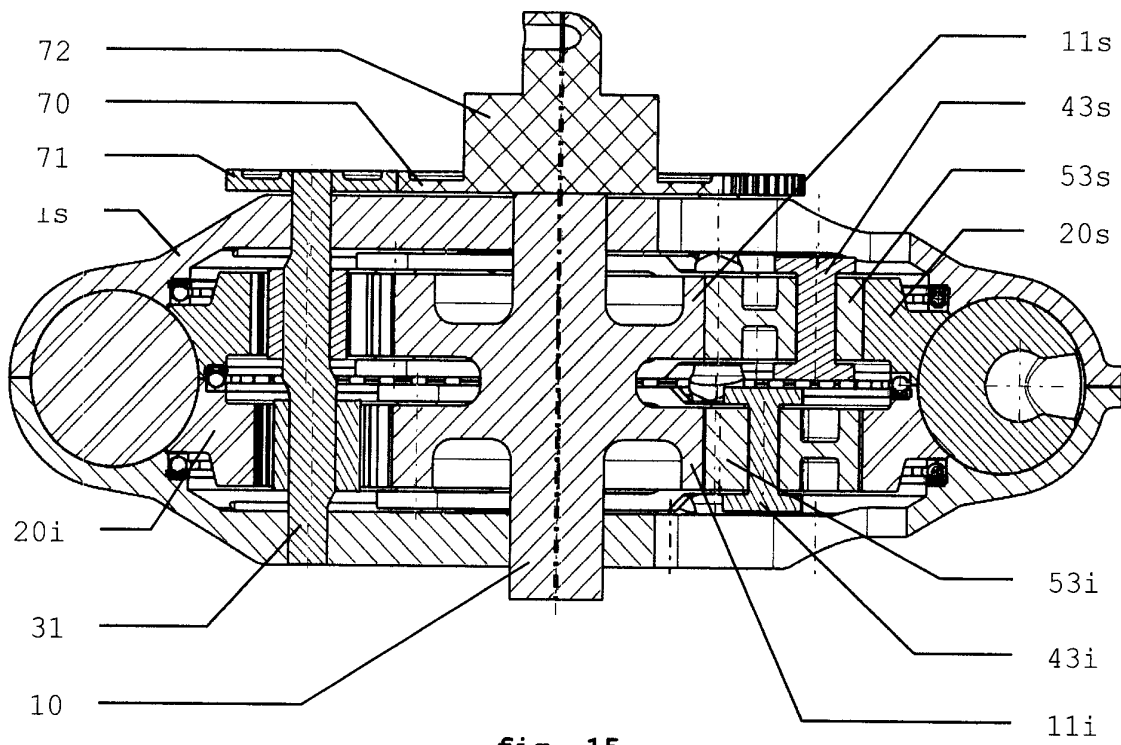


Fig. 13

**Fig. 14**



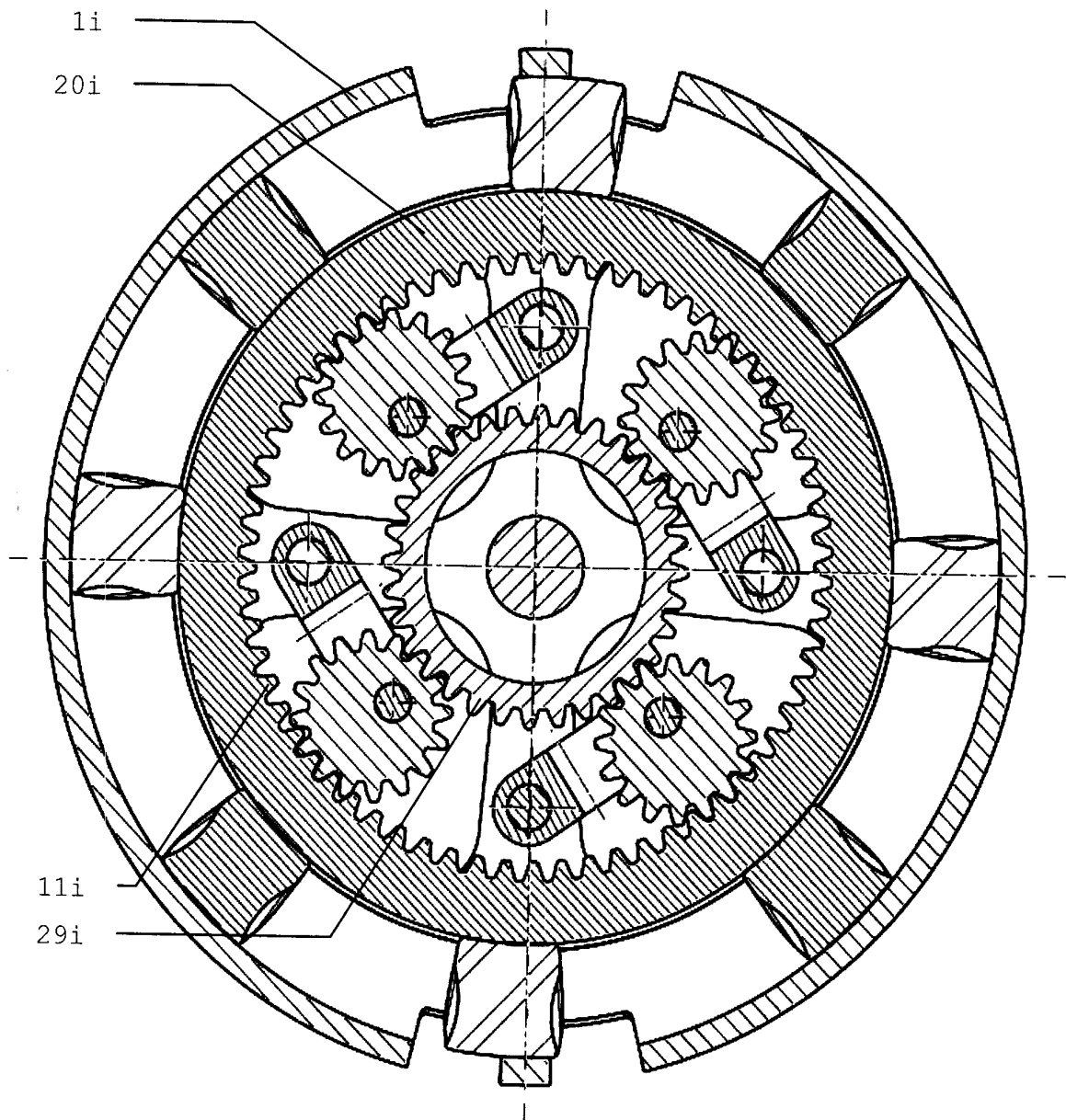


fig. 17

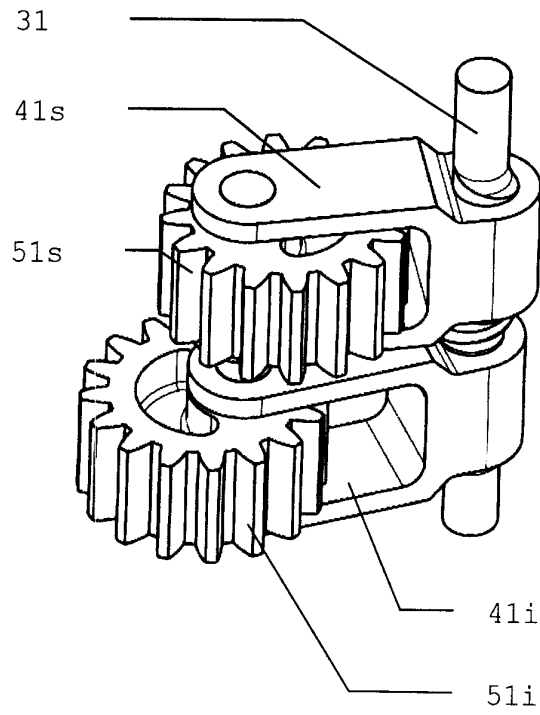


fig. 18

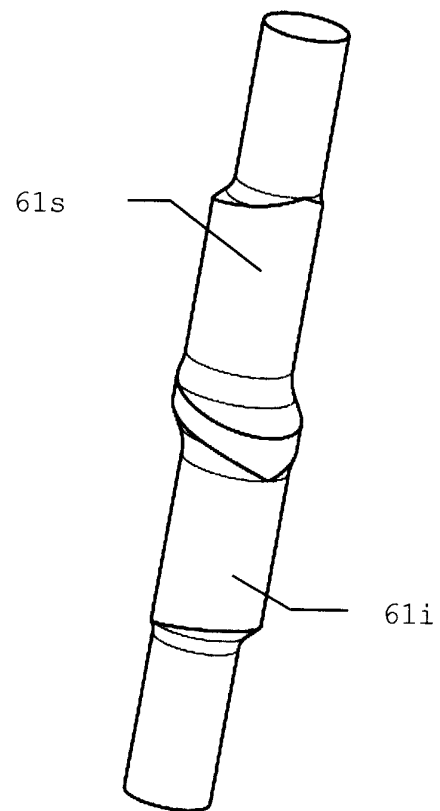


fig. 20

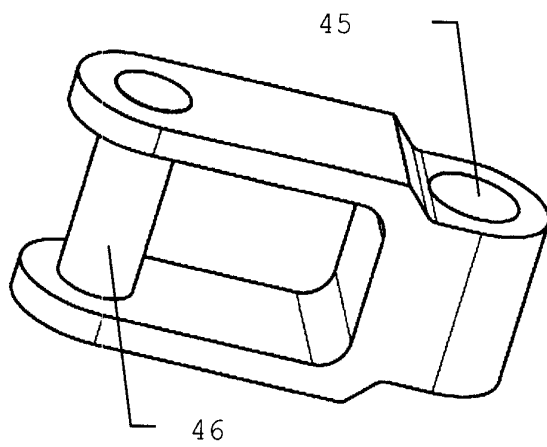


fig. 19

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 700363
FR 0707555

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
D,A	FR 2 819 553 A (BONNEFOUS EDOUARD PATRICK MARI [FR]) 19 juillet 2002 (2002-07-19) * page 2, ligne 18 - page 7, ligne 33; figures 1-13,20-22 *	1	F02D15/02 F02B55/00
A	GB 499 553 A (HUGH MCINTYRE) 25 janvier 1939 (1939-01-25) * page 2, ligne 75 - page 5, ligne 87; figures 1-21 *	1	
A	DE 27 39 326 A1 (HAARDT HERBERT) 15 mars 1979 (1979-03-15) * page 13, ligne 1 - page 14, ligne 3; figures 1-5,8 *	1	
A	US 4 844 708 A (LOPEZ WALLACE [US]) 4 juillet 1989 (1989-07-04) * colonne 3, ligne 10 - colonne 5, ligne 53; figures 2a-2e *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F02B F01C F02D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
26 juin 2008		Tietje, Kai	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons	
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		 & : membre de la même famille, document correspondant	

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0707555 FA 700363

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **26-06-2008**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2819553 A	19-07-2002	AUCUN	
GB 499553 A	25-01-1939	AUCUN	
DE 2739326 A1	15-03-1979	AUCUN	
US 4844708 A	04-07-1989	AUCUN	