

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

**2 818 314**

②1 N° d'enregistrement national : **00 16612**

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : F 02 B 57/00, F 01 B 13/00

⑫

**DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②2 Date de dépôt : 19.12.00.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 21.06.02 Bulletin 02/25.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : GIACOMIN ROBERT — FR.

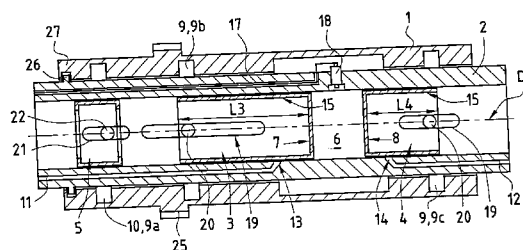
⑦2 Inventeur(s) : GIACOMIN ROBERT.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : SOCIETE CIVILE CABINET ECRE-  
PONT.

⑤4 MACHINE ALTERNATIVE A PISTONS OPPOSES.

⑤7 Machine alternative à pistons du type comprenant au moins un rotor (1) et un cylindre (2) fixe coaxial et interne au rotor (1), le cylindre (2) logeant et guidant la translation de pistons (3, 4, 5), caractérisée en ce que le rotor (1) est pourvu sur sa face interne de deux gorges de guidage (9) distinctes dans chacune desquelles viennent se loger des galets disposés sur les parties extrêmes opposées d'un axe (20, 22) fixé radialement à un piston (3, 4), le cylindre (2) fixe étant pourvu de lumières longitudinales (19, 21) au travers desquelles passent lesdits axes (20, 22), le cylindre (2) fixe guidant ainsi le mouvement de coulissement longitudinal de deux pistons (3, 4) opposés, la cinématique des deux pistons (3, 4) étant commandée par le roulement desdits galets dans les gorges de guidage du rotor.



**FR 2 818 314 - A1**



### **Machine alternative à pistons opposés**

L'invention se rapporte au domaine technique des machines génératrices réceptrices alternatives à pistons, du type moteur tournant à combustion interne.

5 On connaît déjà, dans l'art antérieur, de nombreuses conceptions de tels moteurs, à cycle ouvert ou pseudo-fermé, de type alternatif Beau de Rochas ou Diesel.

Ces moteurs peuvent être à allumage commandé ou non, à deux ou quatre temps, suralimentés ou non, à injection directe ou indirecte.

10 La plupart des moteurs alternatifs comprennent des attelages mobiles de type bielle vilebrequin, les pistons étant parfois entraînés, en variante, par des disques en nutation, analogues à ceux employés pour les petits compresseurs de climatisation.

D'autres moyens de guidage du mouvement des pistons ont pu être  
15 imaginés, sans aboutir à une technologie industriellement viable.

On peut se référer, par exemple, aux documents suivants, pour le guidage des pistons par l'intermédiaire de gorges portées par des pièces tournantes : US-A-3 598 094, GB-A-2 050 509, US-A-5 215 045, WO-A-85/03739.

20 Le document FR-A-2 546 232 décrit un moteur à explosion ou combustion interne à quatre temps et bloc cylindre tournant, dans le fond duquel sont imprimées des rampes épousant le mouvement de va et vient des pistons, le profil des rampes permettant la transformation de la poussée exercée par les pistons en un mouvement de rotation du bloc cylindre. Le profil imposé aux rampes provoque, en un seul tour du bloc cylindre tournant, les quatre temps du moteur  
25 classique.

Le document US-2 401 466 décrit un moteur à combustion interne comportant un rotor entraîné par une courroie, ce rotor étant pourvu d'une came sinusoïdale dans laquelle viennent se loger des roulements, disposés sur les parties extrêmes de tiges fixées radialement sur l'axe d'un piston double.

30 On connaît par ailleurs des conceptions de moteurs à combustion interne dépourvus de vilebrequin et de bielles. On peut se reporter, par exemple, aux documents suivants : FR-A-2 474 586, FR-A-2 557 659, FR-A-2 660 696, FR-A-2 687 727, EP-A-0 269 536.

L'invention se rapporte à une structure de moteur à quatre temps, dépourvu de soupapes, de vilebrequin et de culasse, cette structure de moteur permettant de plus un guidage précis du mouvement des pistons dans les cylindres, avec frottement réduit.

5 Dans les conceptions conventionnelles des moteurs, les efforts axiaux et radiaux des pistons entraînent des frottements importants, notamment à mi-course, d'où un risque d'ovalisation des cylindres.

La suppression des soupapes, vilebrequin et culasse présente des avantages à la hauteur des difficultés techniques impliquant cette suppression.

10 Ainsi, il est connu que les soupapes limitent le régime moteur, freinent l'écoulement des gaz et doivent se fermer lorsque le piston est en course haute, la distribution étant complexe et fragile en général. Il est également connu que le vilebrequin est complexe à fabriquer et impose un carter robuste pour refermer les efforts, l'équilibrage du système déformable vilebrequin/bielle/piston ne pouvant  
15 être résolu totalement. La géométrie du vilebrequin est conventionnellement associée à un mouvement sinusoïdal des pistons. Il est également connu que la culasse pose des problèmes au joint et au serrage.

En dépit des inconvénients connus découlant de l'emploi de soupapes, vilebrequin et culasses, aucune structure de moteur dépourvu de ces pièces  
20 mécaniques n'a à ce jour été imaginée et développée industriellement.

L'invention vise à combler un tel manque.

A cette fin, l'invention se rapporte, selon un premier aspect, à une machine alternative à pistons du type comprenant au moins un rotor, le cylindre logeant et guidant la translation de pistons, le rotor étant pourvu sur sa face interne de deux  
25 gorges de guidage distinctes dans chacune desquelles viennent se loger des galets disposés sur les parties extrêmes opposées d'un axe fixé radialement à un piston, le cylindre fixe étant pourvu de lumières longitudinales au travers desquelles passent lesdits axes, le cylindre fixe guidant ainsi le mouvement de coulissement longitudinal de deux pistons opposés, la cinématique des deux  
30 pistons étant commandée par le roulement desdits galets dans les gorges de guidage du rotor.

Selon diverses réalisations, la machine présente les caractères suivants, éventuellement combinés :

- le cylindre est pourvu de canaux internes de passage de lubrifiant, chacun de ces canaux débouchant radialement au droit d'au moins une gorge ménagée en face externe des pistons ;
- au moins une des gorges latérale ménagée sur chacun des pistons est en communication de fluide avec un conduit de lubrification interne aux axes supports de galets ;
- le cylindre loge un tube ressort en forme de solénoïde dans lequel circule un lubrifiant, une extrémité de ce tube étant solidaire du cylindre, l'autre extrémité du tube étant solidaire d'au moins un piston ;
- le tube ressort est solidaire d'une masse d'équilibrage de ressort montée coulissante dans le cylindre ;
- la masse d'équilibrage de ressort est une section de tube montée coulissante dans le cylindre ;
- au moins un des deux pistons est creux et comprend une paroi transversale d'extrémité et une jupe latérale, les parois transversales d'extrémité des deux pistons étant disposées en regard l'une de l'autre ;
- les axes supports de galets sont pourvus de galets externes roulant dans les gorges du rotor et de galets internes roulant dans les lumières longitudinales du cylindre fixe ;
- les galets externes sont des galets coniques ;
- le cylindre est pourvu d'au moins un canal d'admission et au moins un canal d'échappement, ces canaux s'étendant longitudinalement et débouchant en direction radiale par des lumières, ces lumières d'échappement et d'admission étant obturées ou laissées libres en fonction de la position des deux pistons ;
- la machine comprend une masse d'équilibrage montée coulissante dans le cylindre, cette masse d'équilibrage étant pourvue d'un axe radial supportant des galets, cet axe traversant des lumières longitudinales opposées ménagées dans le cylindre, les galets portés par ledit axe venant rouler dans une troisième gorge disposée en face interne du rotor ;
- l'axe support de galets de la masse d'équilibrage est pourvu de galets externes venant rouler dans la troisième gorge du rotor et de galets

internes venant rouler dans les lumières longitudinales opposées du cylindre ;

- les galets externes portés par l'axe radial de la masse d'équilibrage sont des galets coniques ;
- 5 - la masse d'équilibrage est pourvue d'une gorge latérale externe s'étendant longitudinalement, gorge au droit de laquelle débouche une lumière d'un conduit de lubrification interne au cylindre fixe ;
- la masse d'équilibrage est un piston factice ouvert dont la masse et la forme compensent les efforts dynamiques des deux pistons coulissants  
10 dans le cylindre fixe ;
- le rotor comprend plusieurs pièces cylindriques assemblées, pièces cylindriques dont les bords annulaires sont configurés pour former les parois latérales des gorges formant cames de guidage ;
- les pièces cylindriques du rotor sont assemblées par leur montage sur  
15 un sur-rotor, par vissage ou tout autre moyen équivalent ;
- le rotor est pourvu, sur sa face externe, d'un engrenage ou tout autre moyen de transmission équivalent ;
- le cylindre est pourvu d'un conduit de passage d'un fil bougie ou d'un injecteur, la machine étant employée en tant que moteur à explosion.

20 Selon une caractéristique, la machine peut former un moteur à combustion interne dépourvu de soupapes, de vilebrequin, et de culasse.

Au moins au niveau de la chambre de combustion, le rotor comprend des événements de refroidissement du cylindre.

25 Dans une réalisation, la machine comprend plusieurs ensembles rotor/cylindre/ pistons associés en ligne ou en étoile.

Selon une autre caractéristique, la machine alternative peut être employée en tant que compresseur.

30 D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description suivante de modes de réalisation, description qui va être effectuée en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'un moteur monocylindre selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

- la figure 2 est une vue en coupe transversale du moteur de la figure 1, au droit d'une gorge de guidage ;
- la figure 3 est une vue en coupe transversale d'un piston, au droit de son axe support de galets ;
- 5 - la figure 4 est une vue en coupe longitudinale d'un piston, au droit de son axe support de galets ;
- la figure 5 est une vue de détail du roulement d'un galet extérieur sur la came de guidage du rotor ;
- la figure 6 est un schéma représentatif des efforts, correspondant à la figure 5 ;
- 10 - la figure 7 est une vue en coupe d'une partie extrême d'un axe support de galet d'un piston, montrant la réalisation de deux zones de roulement distinctes pour deux galets externes ;
- la figure 8 est une vue en coupe axiale longitudinale du rotor, au droit d'une gorge de guidage ;
- 15 - la figure 9 est une vue en coupe axiale longitudinale d'un piston ;
- la figure 10 est une vue transversale de la base du piston représenté en figure 9 ;
- la figure 11 est une vue en coupe longitudinale et en vue éclatée d'un rotor, selon un mode de réalisation ;
- 20 - la figure 12 est une vue schématique simplifiée en plan des gorges de guidage disposées sur la face interne du rotor ;
- la figure 13 est une vue en coupe longitudinale du moteur représenté en figure 1, cette vue illustrant les moyens de circulation forcée de lubrifiants, selon un mode de réalisation ;
- 25 - la figure 14 est une vue latérale d'un piston pourvu d'au moins une gorge de circulation forcée de lubrifiant ;
- la figure 15 est une vue transversale arrière d'un piston et de son axe de guidage, cette vue illustrant la mise en place d'un conduit de circulation forcée de lubrifiant dans l'axe de guidage du piston ;
- 30 - la figure 16 est une vue en coupe longitudinale d'un premier montage pour la circulation forcée de lubrifiant à l'aide d'un tube ressort situé dans le cylindre ;

- la figure 17 est une vue analogue à celle de la figure 16 d'un deuxième mode de réalisation de lubrification forcée à l'aide d'un tube ressort situé dans le cylindre ;
- la figure 18 est une vue analogue à celle des figures 16 et 17 d'un troisième mode de réalisation d'une lubrification forcée à l'aide d'un tube ressort situé dans le cylindre ;
- la figure 19 est un schéma d'un premier mode de fonctionnement d'un moteur monocylindre selon l'invention, les mouvements des deux pistons étant représentés au cours des phases A à F d'un cycle;
- la figure 20 est un schéma du type de la figure 19, pour un deuxième mode de fonctionnement d'un moteur monocylindre selon l'invention ;
- la figure 21 est un schéma du type de la figure 19, pour un troisième mode de fonctionnement d'un moteur monocylindre selon l'invention ;
- les figures 22 à 31 illustrent les positions des pistons et masse d'équilibrage d'un moteur tel que représenté en figure 1, au cours d'un cycle de fonctionnement du moteur ;
- la figure 32 est une vue latérale d'un cylindre à collecteur de gaz d'échappement et d'admission dans un mode de réalisation ;
- la figure 33 est une vue latérale schématique du montage d'un surcylindre sur le cylindre représenté en figure 32 ;
- la figure 34 est une vue latérale du montage du collecteur sur le surcylindre de la figure 33 ;
- la figure 35 est une vue en coupe transversale du montage de la figure 34 ;
- la figure 36 est une vue en coupe longitudinale d'un autre mode de réalisation des moyens d'échappement et d'admission ;
- la figure 37 est une vue en coupe et en plan de flasques d'assemblage d'une machine multicylindres en ligne ;
- la figure 38 est une vue en coupe d'une machine multicylindres pourvue de moyens de lubrification, selon un mode de réalisation ;
- la figure 39 est une vue d'un mode de réalisation de moyens de refroidissement, pour la machine de la figure 38 ;

- la figure 40 est une vue de détail de séparateurs pour les moyens de refroidissement de la figure 39 ;
- les figures 41 à 44 sont des vues en coupe schématique de diverses dispositions de cylindres dans une machine multicylindres selon l'invention.

La description ci-dessous va être effectuée en se référant uniquement à un emploi de la machine en tant que moteur à combustion. Ainsi que l'homme du métier le comprendra, une machine selon l'invention peut également être aisément adaptée en vue de son emploi comme compresseur.

## **Description d'une machine monocylindre.**

### **Principe général**

On se reporte tout d'abord aux figures 1 et 2 qui représentent un moteur monocylindre selon l'invention, vu en coupe longitudinale et transversale respectivement.

Le moteur comprend un rotor 1 dans lequel est disposé un cylindre 2, deux pistons 3,4 et une masse d'équilibrage 5 étant montés coulissants dans le cylindre 2, suivant une direction D1 dite longitudinale.

Le rotor 1 et le cylindre 2 sont coaxiaux d'axe longitudinal D1.

Une chambre de combustion 6 est limitée dans le cylindre 2 par les parois transversales 7,8 en regard des deux pistons opposés 3,4.

Les pistons 3,4 ont un mouvement longitudinal forcé dans le cylindre 2 ; mouvement mettant en œuvre deux gorges 9 gravées en face interne du rotor 1, mouvement forcé qui sera décrit en détail par la suite. Ces mouvements de piston 3,4 sont programmables et calculés pour obtenir par exemple les quatre cycles d'un moteur quatre temps.

Ainsi qu'il apparaîtra plus complètement par la suite, les mouvements des pistons sont programmables sous une forme autre que sinusoïdale, permettant par exemple un angle court à l'explosion/compression et un angle long à l'échappement/admission.

Le mouvement de la masse d'équilibrage 5 est, quant à lui, forcé pour compenser les efforts dynamiques dus aux accélérations des deux pistons 3,4. Cette masse d'équilibrage est un piston factice ouvert dont la masse et la forme



de la gorge de guidage 10 compensent les efforts dynamiques des deux autres pistons 3,4.

L'emploi d'une masse d'équilibrage avec sa propre came de guidage permet d'envisager des pistons 3,4 en un matériau autre qu'alliage léger.

5 Le cylindre 2 est immobile et comporte dans sa paroi latérale une multitude de conduits d'admission et d'échappement, deux de ces conduits 11,12 apparaissant en figure 1, le conduit 11 d'admission et le conduit 12 d'échappement s'étendant suivant la direction D1, dans la paroi du cylindre 2, ces conduits 11,12 étant ou non en communication avec la chambre de combustion 6,  
10 en fonction de la position de ces pistons 3,4 dans le cylindre 2, le moteur ne comprenant pas, de ce fait, de soupapes d'admission et d'échappement.

Dans le mode de réalisation représenté, le piston d'admission 3 présente une longueur L3 mesurée suivant la direction D1, supérieure à la longueur L4 du piston d'échappement 4, la masse d'équilibrage 5 étant disposée à l'opposé du  
15 piston d'admission 3, par rapport au piston d'échappement 4. La longueur du piston d'admission est égale ou supérieure à la distance qui sépare les lumières d'admission et d'échappement, la longueur du piston d'échappement étant sensiblement égale à la moitié de cette distance pour équilibrer les couples lors de la phase d'explosion, cette phase produisant les efforts les plus importants.

20 Dans d'autres modes de réalisation, non représentés, les pistons d'admission et d'échappement sont de longueurs sensiblement identiques et/ou le moteur est dépourvu de masse d'équilibrage.

Le piston 3 est dit d'admission dans la mesure où l'admission s'effectue dans la chambre de combustion 6 par des débouchés 13 radiaux de conduits  
25 longitudinaux 11 concentriques au piston 3. De même, les débouchés radiaux 14 des conduits d'échappement 12 sont masqués ou non par le piston 4, ce piston 4 étant ainsi dit d'échappement.

Il est entendu toutefois que les rôles des pistons 3, 4 pourraient être intervertis, par admission dans les conduits 12 et échappement dans les  
30 conduits 11.

Les pistons 3,4 sont creux et ouverts. Ils comprennent une jupe annulaire  
15 en saillie sur leur paroi transversale d'extrémité 7,8.

Le cylindre 2 comporte dans sa paroi latérale, au moins un conduit de lubrification 16 (hors du plan de coupe de la figure 1) ainsi qu'un conduit 17 'fil de bougie' ou 'injection' aboutissant à une bougie ou un injecteur 18.

Chaque piston 3,4 est bloqué en rotation par deux lumières opposées oblongues 19 s'étendant dans le cylindre suivant la direction D1 (une seule lumière 19 étant visible en figure 1 pour chaque piston), lumière 19 dans chacune desquelles roule un galet porté par un axe 20.

De même, la masse d'équilibrage 5 est bloquée en rotation par deux lumières opposées oblongues 21 s'étendant dans le cylindre 2 suivant la direction D1 (une seule lumière 21 visible sur la figure 1), lumières 21 dans chacune desquelles roule un galet porté par un axe 22.

Le rotor 1 reçoit le couple moteur par l'intermédiaire des gorges 9 dans lesquelles roulent deux galets coniques opposés 23,24 portés par chaque axe 20 des pistons 3,4. Le rotor 1 transmet ce couple vers un autre rotor ou vers l'arbre de sortie du moteur, par exemple par un engrenage annulaire externe 25 au rotor 1.

Le rotor 1 est bloqué en translation, suivant la direction D1, par rapport au cylindre 2, par une butée annulaire transversale 26 en saillie sur la face externe du cylindre, cette butée étant montée dans une gorge annulaire transversale coaxiale 27 interne au rotor.

Sur la figure 2, un piston d'admission 3 ou un piston d'échappement 4 apparaît en coupe, dans son montage coulissant coaxial interne au cylindre 2.

Le cylindre comprend douze conduits longitudinaux pour l'admission ou l'échappement, par exemple six conduits d'admission 11 et six conduits d'échappement 12. Ces conduits apparaissent en figure 2 comme de sections droites circulaires sensiblement identiques. Dans d'autres modes de réalisation, non représentés, ces conduits ne sont pas de sections identiques.

Le cylindre représenté en figure 2 comprend deux conduits longitudinaux 17 de passage pour fil bougie, ces conduits étant diamétralement opposés. Dans d'autres modes de réalisation, le cylindre ne comprend qu'un seul conduit ou plus de deux conduits 17.

La base de chaque piston comporte un axe transversal 20 muni de quatre galets :

- deux galets intérieurs 28,29 qui guident le piston 3,4 sur les deux lumières radiales diamétralement opposées 19, guidage en translation suivant la direction D1, les efforts correspondant au couple moteur ;
- deux galets coniques extérieurs 23,24 qui sont piégés dans la gorge 9 du rotor 1 et forcent le mouvement du piston 3,4 lorsque le rotor 1 tourne.

5

Dans le mode de réalisation représenté, les deux galets intérieurs 28,29 sont droits. Dans d'autres modes de réalisation, ces galets intérieurs sont remplacés par une liaison glissière.

10

Afin de simplification, dans la figure 2, la forme de la gorge de guidage 9 n'a pas été représentée.

Les galets et leur guidage sont maintenant être décrit en référence aux figures 3 à 10.

15

D'une manière générale, les mouvements des pistons 3,4 et de la masse d'équilibrage 5 sont guidés en translation par le cylindre 2, les lumières 19,21 et axes 20,22 inhibant la rotation des pistons 3,4 et masse 5 dans le cylindre fixe 2, les gorges 9a,9b,9c ménagées sur la face interne du rotor forçant les mouvements en translation des pistons 3,4 et masse 5 suivant la direction D1.

20

Les gorges 9a,9b,9c étant distinctes, les cinématiques des pistons 3,4 et masse 5 sont indépendantes les unes des autres.

25

Le rayon de la came 30 du rotor 1 sur lequel roulent les galets externes 23,24 est supérieur au rayon de ces galets externes 23,24. La vitesse de rotation des galets coniques 23,24 peut être réduite en augmentant le diamètre des pistons 3,4 et en réduisant leur course ce qui permet d'augmenter le diamètre des galets 23,24.

30

Dans un mode de réalisation non représenté, les pistons 3,4 sont pourvus de deux axes supports de galets, ces axes étant disposés sensiblement à 90°.

Le montage des galets sur l'axe de piston peut être réalisé par roulement à aiguilles, ou bien par paliers ou paliers en série. Il n'est pas nécessaire de limiter la course des galets coniques car ils prennent appui sur la face interne du rotor.

Ainsi qu'il apparaît en figures 5 et 6, les deux zones de roulement de la gorge 9 du rotor ne subissent pas les mêmes efforts :

- celle située vers l'extérieur du moteur subit l'effort de compression, d'explosion et d'inertie (important) ;
- l'autre les efforts d'admission et d'inertie (faible).

5 Le passage d'un contact d'une zone à l'autre entraîne une inversion du sens de rotation du galet.

Ainsi qu'il est représenté en figure 7, il est possible d'éliminer cette inversion en créant deux zones de roulement utiles distinctes 31,32 et deux galets externes 33,34 qui vont nécessairement tourner en sens opposés et n'utiliser chacun qu'une face de contact.

10 Pour simplification, en figure 7, le galet externe principal d'effort maximal 33 et le galet externe secondaire d'effort minimal 34 sont des galets droits. Il est entendu toutefois que ces galets 33,34 peuvent être des galets coniques, dans une réalisation non représentée.

15 En figures 5 et 6, afin de faciliter la compréhension, les galets internes et externes sont représentés avec des diamètres différents, les jeux étant apparents. On notera que l'effort sur la ligne de contact galet externe augmente avec l'angle de pente, que les sens de rotation sont opposés sur les deux galets coniques et opposés aux galets internes.

20 Sur la figure 6, on désigne par  $F$  le demi-effort de poussée du piston 3,4,  $C$  le demi-couple moteur et  $R$  la résultante sur la ligne de contact du galet. L'effort uniquement axial du piston 3,4 se répartit sur les deux extrémités de l'axe 20 du piston et n'entraîne aucun effort radial. La portée de l'effort sur l'axe 20 reste constante quelle que soit la position du piston 3,4. La distance entre piston 3,4 et galet extérieur 23,24 étant faible, l'effort de flexion sur l'arbre 20 est réduit.

25 Le piston 3 d'admission étant pourvu d'un axe 20 support de galets externes roulant dans une première gorge 9a du rotor 1 pouvant être de forme différente de celle 9b dans laquelle roule les galets externes de l'axe 20 support de galets du piston 4 d'échappement, les mouvements des pistons 3,4 peuvent être d'amplitude et de vitesses instantanées différentes.

### 30 **Montage et caractéristiques du rotor**

On se reporte maintenant à la figure 11.

Le rotor 1 est obtenu, dans le mode de réalisation de la figure 11, par assemblage de plusieurs cylindres 40,41,42,43,44 dans un sur-rotor 45, les faces

en regard des cylindres délimitant les gorges de guidage 9a,9b,9c des galets externes portés par les axes des pistons 3,4 et la masse d'équilibrage 5.

Le sur-rotor 45 crée une zone de roulement entre les cylindres 40-44 pour recevoir les galets coniques externes 23,24.

5 La fabrication du rotor en pièces multiples simplifie l'usinage.

Le montage du moteur monocylindre tel qu'il vient d'être décrit peut être effectué de la manière suivante:

10 La première pièce 40 du rotor est mise en place sur le cylindre 2. Puis, la masse d'équilibrage 5 est logée dans le cylindre 2, avec son axe et ses galets. La deuxième pièce 41 du rotor 1 est alors mise en place sur le cylindre 2, la première et la deuxième pièce 40,41 du rotor délimitant ainsi une première gorge 9a pour le guidage de la masse d'équilibrage 5.

15 Puis, le piston d'admission 3 est mis en place dans le cylindre 2, la troisième et la quatrième pièce 42,43 du rotor sont placées sur le cylindre 2. Le piston d'échappement 4 est alors mis en place dans le cylindre 2 avec son axe 20 et ses galets. La cinquième pièce 44 du rotor est alors mise en place sur le cylindre 2 et le sur-rotor 45 emmanché, l'ensemble sur-rotor/pièces 40-44 étant bloqué par exemple par des vis de fixation 46.

20 Dans un autre mode de réalisation, la face interne du rotor est directement usinée et le montage est réalisé en créant des ouvertures circulaires obturées après montage.

25 L'arrêt en translation du rotor ne subit en principe aucun effort axial car les pistons 3,4 subissent des efforts axiaux égaux (la pression des gaz) qui se referment sur le rotor uniquement et de façon égales et opposées. Si les pentes des gorges 9 sont différentes le couple créé par chaque gorge sera différent mais non l'effort axial qui demeure identique. Seule l'inertie des pistons peut créer un effort dynamique mais la masse d'équilibrage 5 compense ces efforts exactement et sur le rotor lui-même.

Les seuls efforts que doit subir l'arrêt en translation du rotor sont :

- 30
- les forces de frottement des pistons lorsque leurs mouvements ne sont pas opposés, cela concerne l'admission et l'échappement mais pas l'explosion. Ces forces de frottements demeurent faibles car les pistons ne s'appuient pas sur le cylindre 2 ;

- la compression de l'air à l'arrière des pistons si les extrémités du cylindre sont obturées, ou le déplacement de l'air si les extrémités sont libres, ou pas d'effort si on crée une dépression importante à l'arrière des pistons.

5 L'arrêt en translation du rotor 1 est de préférence situé sur une seule des parties extrêmes du moteur pour s'affranchir des problèmes de dilatation.

Le guidage en rotation du rotor peut être obtenu par des roulements à aiguille ou par paliers, les efforts radiaux sont dus aux engrenages et restent faibles.

10 Au niveau de la chambre de combustion 6 le rotor 1 est évasé pour placer un dispositif d'allumage ou d'injection 18. Le rotor 1 comporte en outre des événements 50 destinés au refroidissement. En rapportant une turbine démontable 51 en tôle mince munie d'ailettes on résout le problème de l'accès à la bougie / injecteur.

15 Des flasques fixent les cylindres entre eux et reçoivent le couple moteur, la position opposée adoptée assure une grande rigidité de l'ensemble. La fixation des cylindres aux flasques peut être assurée par des piges passant au travers des cylindres.

### Lubrification

20 On décrit maintenant les moyens de lubrification du moteur, en référence aux figures 13 à 18.

Dans le mode de réalisation représenté en figures 13 à 15, l'huile sous pression est dirigée dans un conduit 16 du cylindre 2 débouchant au niveau du piston 3,4 et de la masse d'équilibrage dans une gorge longitudinale 60,61,62 latérale externe.

25 Cette gorge 60,61,62 est en liaison de fluide avec un canal transversal 63 interne aux axes 20,22 supportant les galets de guidage des pistons 3,4 et de la masse 5.

La gorge 60,61,62 n'est jamais en liaison de fluide avec les lumières d'admission et d'échappement ou avec la chambre de combustion.

30 Bien qu'une seule gorge 60,61,62 soit représentée sur les figures 13 à 15, il est entendu que, pour limiter les faibles efforts de pression d'huile sur les pistons 3,4 et sur la masse 5, deux gorges diamétralement opposées sont de préférence prévues.

Dans le mode de réalisation représenté en figure 16, la circulation d'huile forcée est obtenue à l'aide d'un tube ressort 70 en forme de solénoïde situé dans le cylindre, tube dans lequel circule le lubrifiant, une extrémité 71 du tube 70 étant fixée au cylindre, l'autre extrémité 72 du tube 70 étant en liaison de fluide avec la cavité interne de l'axe du piston.

Ainsi qu'il est représenté en figures 17 et 18, le tube ressort spirale peut être employé pour lubrifier une masse d'équilibrage 73 sensiblement pleine interne au cylindre, ou un piston factice d'équilibrage 74, par exemple, le piston factice 5 décrit précédemment.

### 10 Cycles de fonctionnement

On décrit maintenant quelques cycles de fonctionnement d'un moteur tel que présenté ci-dessus, en référence aux figures 19 à 21.

Une grande variété de cycles sont possibles, et dans chaque type la forme des cames modifie fortement le comportement du moteur.

15 Par exemple :

- une forte pente d'explosion réduit les pertes thermiques sur les parois du cylindre et permet un angle plus important pour l'admission ou l'échappement. En contre partie, cette forte pente d'explosion provoque un couple puissant sur un angle court ;
- 20 - pour rechercher à obtenir un couple constant, l'angle de pente doit varier en fonction de la position du piston (car la pression n'est pas constante) et il faut en outre tenir compte de l'inertie des pistons.

Ainsi que le comprendra l'homme du métier :

- 25 - si de multiples cylindres sont utilisés, il doit être possible d'obtenir un couple pratiquement constant sur l'arbre de sortie et sans à-coups de couple ;
- pour accroître la cylindrée, il est judicieux de réduire la course de la came et d'augmenter le diamètre du piston ;
- il faut éviter de fortes pentes de came car l'effort de roulement
- 30 augmente fortement.

Trois cycles sont étudiés ci-dessous, à titre d'exemples non limitatifs.

Les courbes des figures 19 à 21 représentent le mouvement du sommet des deux pistons 3,4 en fonction de l'angle du rotor (180°) ou du temps. Ces

courbes pourront être optimisées par l'homme du métier, notamment pour tenir compte des rayons de courbure minimum.

On décrit tout d'abord un premier cycle, dit cycle de base en référence à la figure 19.

5 Ce cycle permet de doubler le volume de détente du gaz donc de récupérer un travail mécanique d'où une augmentation importante du rendement.

10 Ce cycle permet de doubler le volume d'admission, d'où un remplissage efficace jusqu'à des régimes élevés sans turbo. Un contrôle d'admission par un papillon ou boisseau permettra d'éviter d'obtenir un taux de compression de 18 à faible vitesse au lieu de 9 souhaité, par exemple.

A : phase d'explosion, les deux pistons ont des mouvements opposés, deux fronts de flamme partent de la bougie ou de l'injecteur, les pentes des cames sont égales.

15 B : le piston d'échappement démasque sa lumière alors que le piston d'admission s'arrête avant de démasquer sa lumière d'admission, une partie des gaz d'échappement est libérée. Le piston d'admission rejoint le piston d'échappement pour vider totalement (ou partiellement) la chambre.

C : les deux pistons se déplacent ensemble pour isoler la chambre.

20 D : le piston d'admission rejoint sa lumière d'admission, lors de cette phase il règne un vide de bonne qualité qui peut être mis à profit pour injecter de l'essence qui se vaporisera très facilement car elle n'est pas gênée par les molécules de l'air. En fin de phase D l'air entre brutalement dans la chambre ou règne le vide.

25 Cette aspiration demande en principe un effort moteur, mais cet effort sera nul si l'on a opté pour une mise en dépression générale du moteur.

Le carburant (essence) peut être soit injecté en début de phase D (avec peut être un reste de gaz chauds pour faciliter l'évaporation), soit injecté en fin de phase D avec l'air, soit inclus dans l'air par un carburateur, ou soit injecté dans la phase E ou F.

30 En fonctionnement diesel, l'injection sera effectuée en fin de phase F.

E : Le remplissage du cylindre se poursuit.

F : Compression par le mouvement simultanément et opposé des deux pistons.



On décrit maintenant un cycle de fonctionnement sans contrôle d'admission, en référence à la figure 20.

5 Son principe est similaire au précédent la différence réside dans la phase D et E où le piston d'échappement suit le piston d'admission pour réduire le volume de la chambre et éviter un contrôle du volume d'air admis. Cette solution se rapproche du fonctionnement d'un moteur classique avec ses problèmes de manque d'admission dès que le régime augmente mais il conserve le doublement de volume à l'échappement.

10 Un cycle de fonctionnement sans contrôle d'admission et sans vide d'air est schématisé en figure 21.

On décrit maintenant un cycle complet, à l'aide des figures 22 à 31 :

- la figure 22 correspond à la fin de la phase de compression et au début de la phase d'explosion ;
- la figure 23 correspond sensiblement au milieu de la phase d'explosion ;
- 15 - la figure 24 correspond à la fin de la phase d'explosion, les gaz brûlés s'évacuant naturellement par les conduits d'échappement 12 dont les débouchés 14 sont mis en communication avec la chambre de combustion, par le mouvement du piston d'échappement 4 ;
- la figure 25 correspond sensiblement au milieu de la phase d'échappement, les gaz brûlés étant expulsés par le mouvement du piston d'admission 3 ;
- 20 - la figure 26 correspond sensiblement au trois quart de la phase d'échappement des gaz brûlés ;
- la figure 27 correspond à la fin de la phase d'échappement, les gaz brûlés étant expulsés totalement ou partiellement du fait du mouvement du piston d'admission 3 ;
- 25 - la figure 28 correspond à une phase d'isolation de la chambre de combustion, qui n'est plus en liaison avec les conduits d'échappement 12, du fait du déplacement du piston d'échappement 4 vers la gauche de la figure 28 ;
- 30 - la figure 29 correspond à l'isolation de la chambre de combustion dans laquelle une dépression est créée par mouvement du piston d'admission. Lors de cette phase, il est possible d'injecter du carburant

au point A et profiter ainsi de la dépression pour faciliter l'évaporation du carburant sur les parois chaudes du cylindre 2 et la paroi transversale 8 du piston d'échappement 4 ;

- 5 - la figure 30 correspond à l'entrée de l'air dans la chambre de combustion, la position d'un boisseau ou d'un papillon contrôlant la quantité d'air admis. L'air peut être canalisé en mouvement circulaire, tourbillonnant ou turbulent, ainsi que saura le réaliser l'homme du métier, par modification de la forme des débouchés 13 des conduits d'admission 11 ;
- 10 - la figure 31 correspond sensiblement au milieu de la phase de compression.

### **Moyens d'admission et d'échappement**

On décrit maintenant plus complètement les moyens d'échappement et d'admission, en référence aux figures 32 à 36.

15 Pour l'échappement et l'admission, plusieurs solutions sont possibles :

1) usinage de canaux longitudinaux dans le corps du cylindre, le débouchage dans la partie interne (lumières) étant usiné de l'intérieur ou percé de part en part au travers du cylindre, les orifices extérieurs étant fermés par une couronne circulaire montée à force, qui peut aussi faire office de palier de guidage en rotation du rotor ;

2) usinage profond de la paroi externe du cylindre, le surcylindre monté à force reconstituant la périphérie. Cette solution est plus performante car elle permet une section de passage plus grande sans trop affaiblir le cylindre ;

25 3) pose des conduits en tôle mince et injection d'aluminium pour assurer leur fixation, créant simultanément les ailettes de refroidissement, ainsi qu'il est représenté en figure 36.

Le collecteur des gaz (admission / échappement) peut être en bout de cylindre (ainsi qu'il est représenté en figure 2) ou sur la périphérie du cylindre (ainsi qu'il est représenté en figures 32 à 35).

30 La forme de l'ouverture des lumières permet de contrôler la direction du flux de gaz pour obtenir des mouvements circulaires, turbulents ou projetés vers le piston d'échappement.

### **Description d'une machine multicylindres.**

On décrit maintenant diverses réalisations de machines multicylindres en référence aux figures 37 à 44.

Chaque cylindre étant autonome, il est aisé de :

- 5 - répartir les couples régulièrement sur un tour moteur en calant les engrenages au montage ;
- disposer les cylindres en ligne sur une ou plusieurs rangées ;
- disposer les cylindres en cercle sur un ou plusieurs étages ;
- augmenter la puissance en augmentant le nombre de cylindres.

10 Cette dernière remarque présente un intérêt économique et commercial important car il est possible de concevoir de multiples motorisations sans étudier un nouveau moteur, les seules modifications concernent les carters et les flasques qui sont faciles à fabriquer. On passe progressivement d'un moteur bas de gamme (4 cylindres faible puissance par exemple) à un moteur haut de gamme (12 cylindres par exemple) tout en améliorant la régularité du couple moteur.

15 Dans les dessins annexés l'arbre de sortie n'est pas représenté. Cet arbre récupère le couple sur un des cylindre ou sur plusieurs si l'on désire répartir les efforts, ou sur chaque cylindre si leurs engrenages ne sont pas couplés. Dans la disposition circulaire, l'arbre est au centré sur la couronne principale.

20 Si les couronnes se transmettent directement les couples il faut prévoir des cames paires et impaires car leur rotation est inverse.

Le montage de la figure 41 illustre la prise directe cames paires impaires, le montage de la figure 42 mettant en œuvre des pignons inverseurs cames paires. La figure 43 illustre une réalisation biligne, la figure 44 illustrant un montage en cercle avec arbre de sortie direct.

### 25 **Moyens de contrôle du fonctionnement du moteur**

On décrit maintenant les moyens de contrôle du fonctionnement du moteur.

Dans le cas du moteur classique, la commande d'accélérateur contrôle directement l'ouverture de l'entrée d'air, un capteur de position fournit cette information au calculateur qui contrôle l'injection et l'allumage.

30 Cette disposition n'est plus possible dans la machine selon l'invention, car il est naturellement suralimenté, ce qui conduirait à des taux de compression excessifs. La commande d'accélérateur actionne un capteur de position qui informe le calculateur du couple souhaité.

A partir de cette information et de la vitesse de rotation du moteur, le calculateur contrôle alors :

- 5 - l'ouverture des papillons ou boisseaux par un moteur pas à pas (les moteurs pas à pas sont recommandés car ils assurent un positionnement précis, ils sont rapides, résistent aux hautes températures, supportent un blocage et sont pratiquement inusables) ;
- la quantité de carburant ;
- l'angle d'allumage (essence) ou le point d'injection (diesel).

10 La gestion informatisée peut prendre la forme d'une table qui contient les informations optimisées sur banc d'essais de 100 points de position d'accélérateur et 300 vitesses de rotations, la table peut tenir sur une mémoire de 100\*300\*4 octets par exemple (un pour l'injection, un pour l'ouverture des papillons, deux pour l'angle d'allumage) soit 120 Ko valeur largement compatible avec les mémoires actuelles.

15 On peut en outre apporter une correction linéaire entre deux points pour augmenter la précision, et corriger les valeurs calculées par un capteur de pression atmosphérique et un capteur de température de l'air.

La vitesse de rotation et le calage du point mort haut peuvent être obtenus par une couronne crantée et un capteur inductif sur un des rotor.

20 L'ouverture du volet d'entrée d'air de refroidissement peut aussi être régulée par un moteur de type pas à pas en fonction de la température de l'air réchauffé.

### **Avantages supplémentaires de l'invention, dans diverses réalisations**

1) Vide dans le carter moteur.

25 En effectuant une faible prise d'air au niveau de la lumière d'admission et à l'aide d'un clapet anti-retour, on dispose d'un vide d'air utilisable pour le circuit de freinage d'une part et pour placer l'ensemble du moteur sous basse pression. Cela permet :

- 30 - d'éviter un effort de compression à l'arrière des cylindres qui se répercute sur la butée du rotor ;
- d'éviter un effort de création de vide dans la chambre à l'admission ;
- de maintenir l'huile sans eau et sans carburant (évaporation sous vide).

2) Amortisseurs.

En désolidarisant le rotor et sa couronne d'entraînement et en plaçant un dispositif élastique dans la liaison (semblable au système de disque d'embrayage) on peut réduire les vibrations et amortir un éventuel cliquetis.

### 3) Echappement.

5 Prévoir une isolation thermique (céramiques) dans les conduits d'évacuation des gaz.

### 4) Suppression des soupapes.

10 Sur ce moteur, elles sont remplacées par des lumières masquées par deux pistons (piston d'admission et piston d'échappement), ce qui permet d'éliminer les problèmes de régime maximal, de distribution et l'évacuation des gaz peut être totale.

15 Ce moteur emploie des cames circulaires gravées sur un rotor qui ne subit que les efforts opposés des deux pistons, d'autre part les mouvements des pistons sont programmables sous une forme autre que sinusoïdale par exemple angle court à l'explosion / compression et long à l'échappement / admission. L'emploi d'une masse d'équilibrage avec sa propre came permet un équilibrage total ce qui permet d'envisager des pistons autres qu'en alliage léger.

### 5) Suppression de la culasse.

20 Dans le moteur décrit, la culasse n'existe pas et n'est pas remplacée car la chambre de combustion se résume à un cylindre et de deux pistons opposés

### 6) Réduction des frottements.

25 Sur un moteur classique, lorsque le piston est à mi course, l'intensité des efforts axiaux et radiaux sont sensiblement égaux, cela entraîne des frottements importants et une ovalisation des cylindres. Sur le moteur selon l'invention, les efforts sont exclusivement axiaux, seul le très faible effort provoqué par les segments demeure.

### 7) Gain de puissance.

30 Sur un moteur classique, les gaz sont éjectés alors qu'ils sont encore sous forte pression on perd un travail mécanique non négligeable d'autant plus que le piston doit encore forcer leur éjection.

Une solution consiste à augmenter la course du piston (la doubler). Si cette modification oblige à contrôler l'admission pour conserver un taux de compression raisonnable (de 9 en général) elle apporte des avantages importants :

- le moteur est naturellement sur alimenté sans turbo ;
- le rendement augmente par le travail récupéré ;
- le rendement augmente par la réduction de l'effort d'éjection car moins de pression.

5            Cette solution envisageable sur un moteur classique double pratiquement son poids. A contrario, pour un moteur selon l'invention, cette augmentation de poids n'est que d'environ 20% , ce moteur étant de plus en soi ultra léger.

10           Pour augmenter la puissance du moteur selon l'invention, il suffit d'augmenter le nombre de cylindres, la répartition du couple moteur de chaque cylindre est répartie régulièrement sur un tour (calage des engrenages au montage). En outre la disposition des cylindres est assez libre: en ligne, sur plusieurs lignes ou en cercle (aviation).

## REVENDEICATIONS

1. Machine alternative à pistons du type comprenant au moins un rotor (1) et un cylindre (2) fixe coaxial et interne au rotor (1), le cylindre (2) logeant et guidant la translation de pistons (3,4,5) , **caractérisée** en ce que le rotor (1) est pourvu sur sa face interne de deux gorges de guidage (9) distinctes dans chacune desquelles viennent se loger des galets disposés sur les parties extrêmes opposées d'un axe (20,22) fixé radialement à un piston (3,4) , le cylindre (2) fixe étant pourvu de lumières longitudinales (19,21) au travers desquelles passent lesdits axes (20,22), le cylindre (2) fixe guidant ainsi le mouvement de coulissement longitudinal de deux pistons (3,4) opposés, la cinématique des deux pistons (3,4) étant commandée par le roulement desdits galets dans les gorges de guidage du rotor.
2. Machine alternative à pistons selon la revendication 1, **caractérisée** en ce que le cylindre (2) est pourvu de canaux internes de passage de lubrifiant (16) , chacun de ces canaux débouchant radialement au droit d'au moins une gorge ménagée en face externe des pistons.
3. Machine alternative à pistons selon la revendication 2, **caractérisée** en ce qu'au moins une des gorges latérale ménagée sur chacun des pistons est en communication de fluide avec un conduit de lubrification interne aux axes supports de galets.
4. Machine alternative à pistons selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisée** en ce que le cylindre (2) loge un tube ressort (70) en forme de solénoïde, tube (70) dans lequel circule un lubrifiant, une extrémité de ce tube étant solidaire du cylindre, l'autre extrémité du tube étant solidaire d'au moins un piston.
5. Machine alternative à pistons selon la revendication 4, **caractérisée** en ce que le tube ressort (70) est solidaire d'une masse d'équilibrage de ressort montée coulissante dans le cylindre.

6. Machine alternative à pistons selon la revendication 5, **caractérisée** en ce que la masse d'équilibrage de ressort est une section de tube montée coulissante dans le cylindre.

5 7. Machine alternative à pistons selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisée** en ce qu'au moins un des deux pistons (3,4) est creux et comprend une paroi transversale d'extrémité (7,8) et une jupe latérale, les parois transversales d'extrémité (7,8) des deux pistons (3,4) étant disposées en regard l'une de l'autre.

10 8. Machine alternative à pistons selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisée** en ce que les axes supports de galets sont pourvus de galets externes roulant dans les gorges du rotor et de galets internes roulant dans les lumières longitudinales du cylindre fixe.

15 9. Machine alternative à pistons selon la revendication 8, **caractérisée** en ce que les galets externes sont des galets coniques.

20 10. Machine alternative à pistons selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisée** en ce que le cylindre (2) est pourvu d'au moins un canal d'admission (11) et au moins un canal d'échappement (12), ces canaux (11,12) s'étendant longitudinalement et débouchant en direction radiale par des lumières (13,14), ces lumières d'échappement et d'admission étant obturées ou laissées libres en fonction de la position des deux pistons (3,4).

25 11. Machine alternative à pistons selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisée** en ce qu'elle comprend une masse d'équilibrage (5) montée coulissante dans le cylindre (2), cette masse d'équilibrage (5) étant pourvue d'un axe radial supportant des galets, cet axe traversant des lumières longitudinales  
30 opposées ménagées dans le cylindre, les galets portés par ledit axe venant rouler dans une troisième gorge disposée en face interne du rotor.



12. Machine alternative à pistons selon la revendication 11, **caractérisée** en ce que l'axe support de galets de la masse d'équilibrage est pourvu de galets externes venant rouler dans la troisième gorge du rotor et de galets internes venant rouler dans les lumières longitudinales opposées du cylindre.
- 5
13. Machine alternative à pistons selon la revendication 12, **caractérisée** en ce que les galets externes portés par l'axe radial de la masse d'équilibrage sont des galets coniques.
- 10
14. Machine alternative à pistons selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, **caractérisée** en ce que la masse d'équilibrage est pourvue d'une gorge latérale externe s'étendant longitudinalement, gorge au droit de laquelle débouche une lumière d'un conduit de lubrification interne au cylindre fixe.
- 15
15. Machine alternative à pistons selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, **caractérisée** en ce que la masse d'équilibrage est un piston factice ouvert dont la masse et la forme compensent les efforts dynamiques des deux pistons coulissants dans le cylindre fixe.
- 20
16. Machine alternative à pistons selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, **caractérisée** en ce que le rotor comprend plusieurs pièces cylindriques assemblées, pièces cylindriques dont les bords annulaires sont configurés pour former les parois latérales des gorges formant cames de guidage.
- 25
17. Machine alternative à pistons selon la revendication 16, **caractérisée** en ce que les pièces cylindriques du rotor sont assemblées par leur montage sur un sur-rotor, par vissage ou tout autre moyen équivalent.
- 30
18. Machine alternative à pistons selon la revendication 17 **caractérisée** en ce que le rotor est pourvu, sur sa face externe, d'un engrenage ou tout autre moyen de transmission équivalent.

19. Machine alternative à pistons selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, **caractérisée** en ce que le cylindre est pourvu d'un conduit de passage d'un fil bougie ou d'un injecteur, la machine étant employée en tant que moteur à explosion.

5

20. Machine alternative à piston selon la revendication 19, **caractérisée** en ce qu'elle forme un moteur à combustion interne dépourvu de soupapes, de vilebrequin, et de culasse.

10

21. Machine alternative à pistons selon la revendication 19 ou 20, **caractérisée** en ce qu'au moins au niveau de la chambre de combustion, le rotor comprend des événements de refroidissement du cylindre.

15

22. Machine alternative à pistons suivant l'une quelconque des revendications 1 à 21, **caractérisée** en ce qu'elle comprend plusieurs ensembles rotor/cylindre/pistons associés en ligne ou en étoile.

20

23. Utilisation d'une machine alternative à pistons selon l'une quelconque des revendications 1 à 18 en tant que compresseur.

25

30

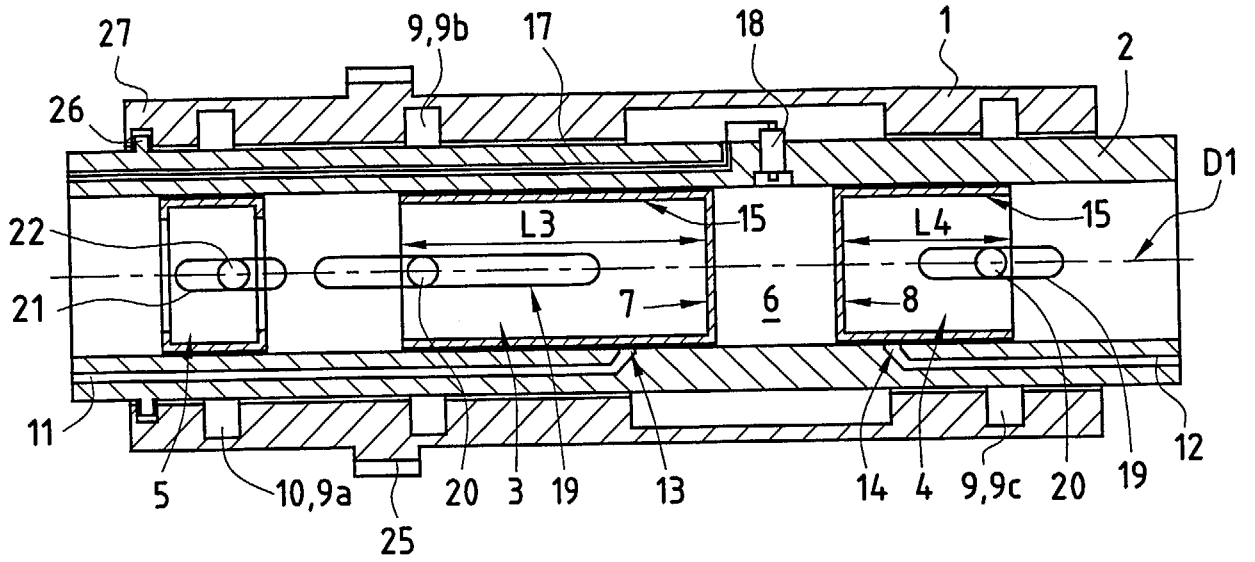


FIG. 1

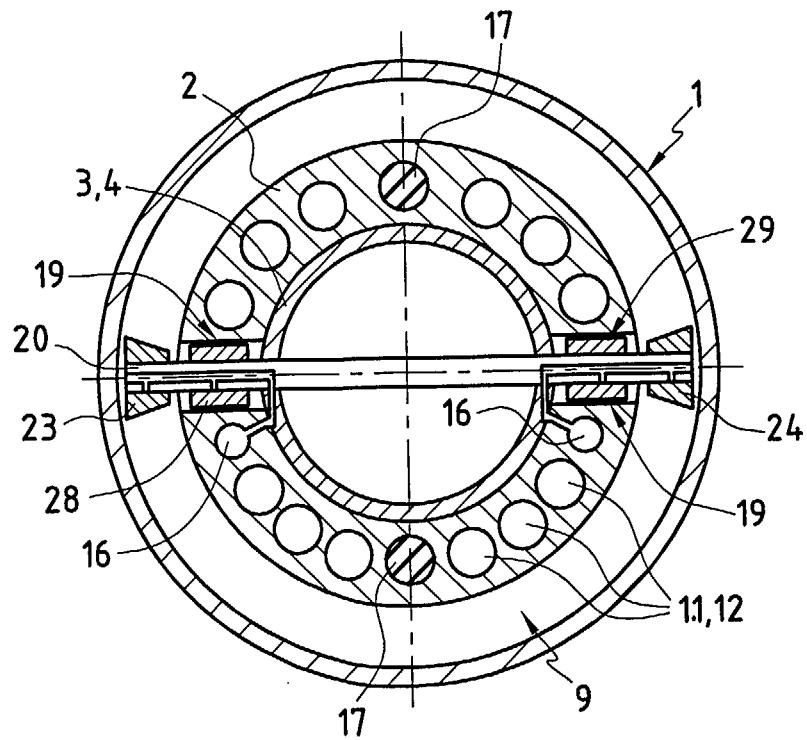


FIG. 2

2/16

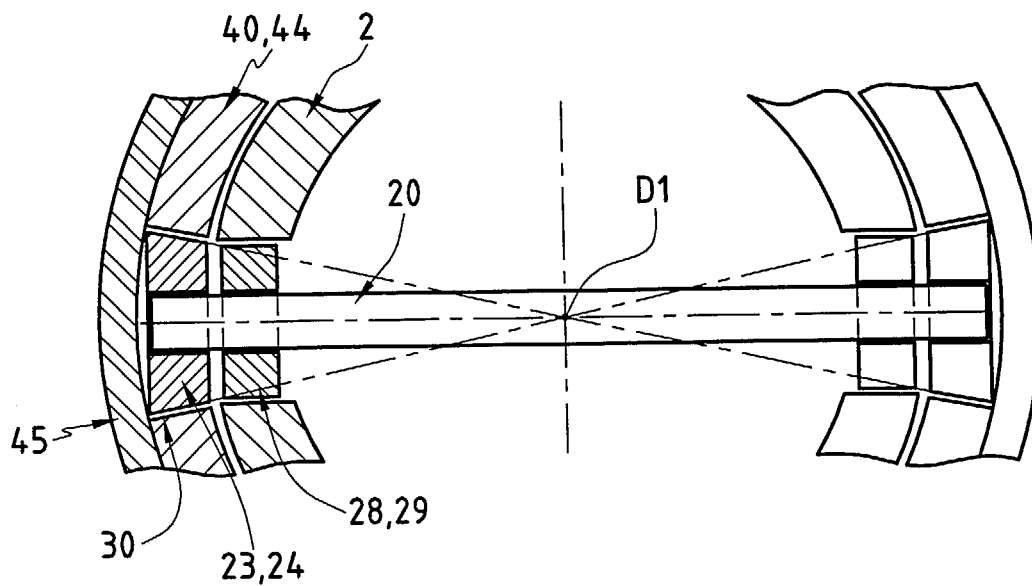


FIG. 3

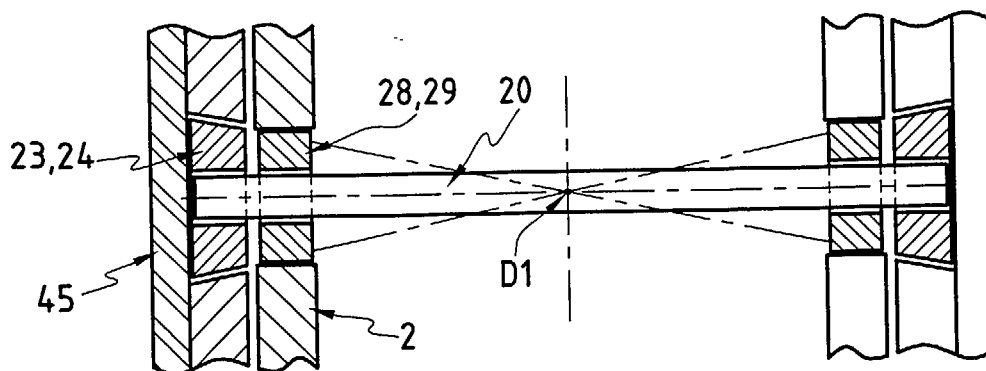
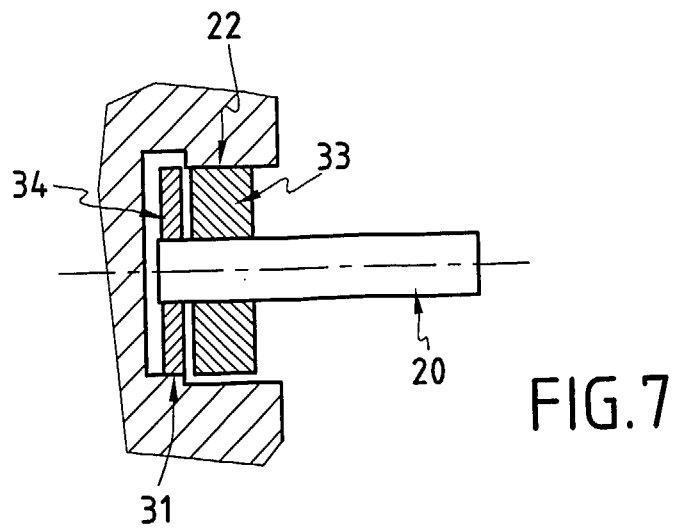
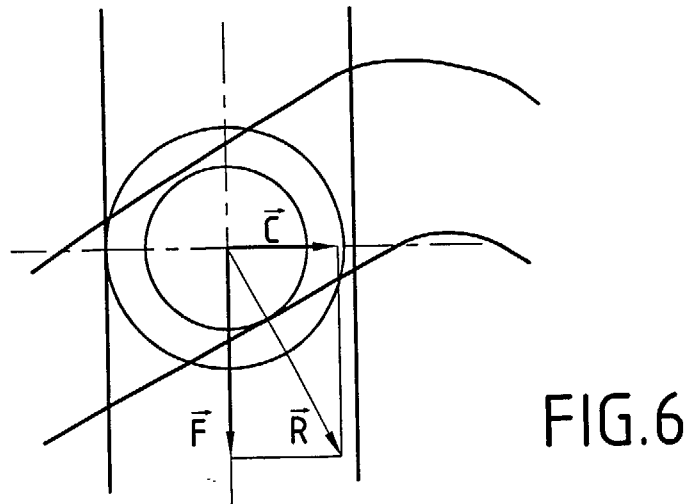
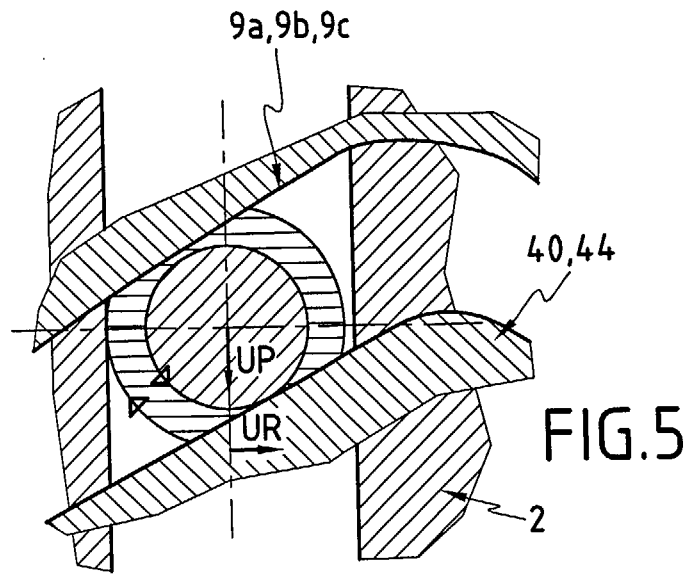


FIG. 4

3/16



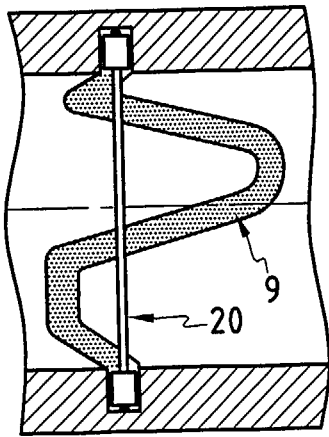


FIG. 8

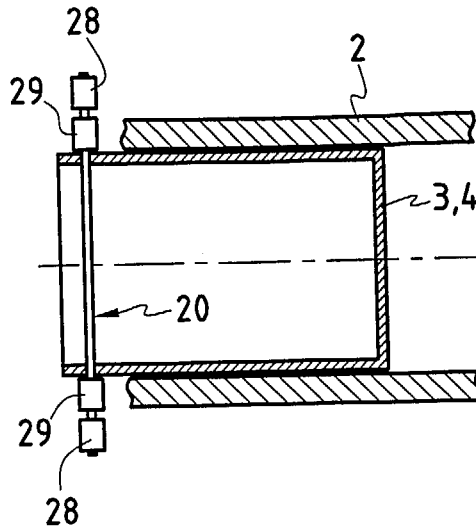


FIG. 9

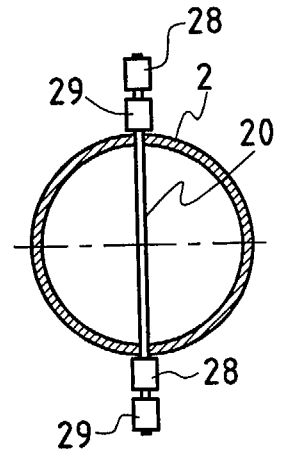


FIG. 10

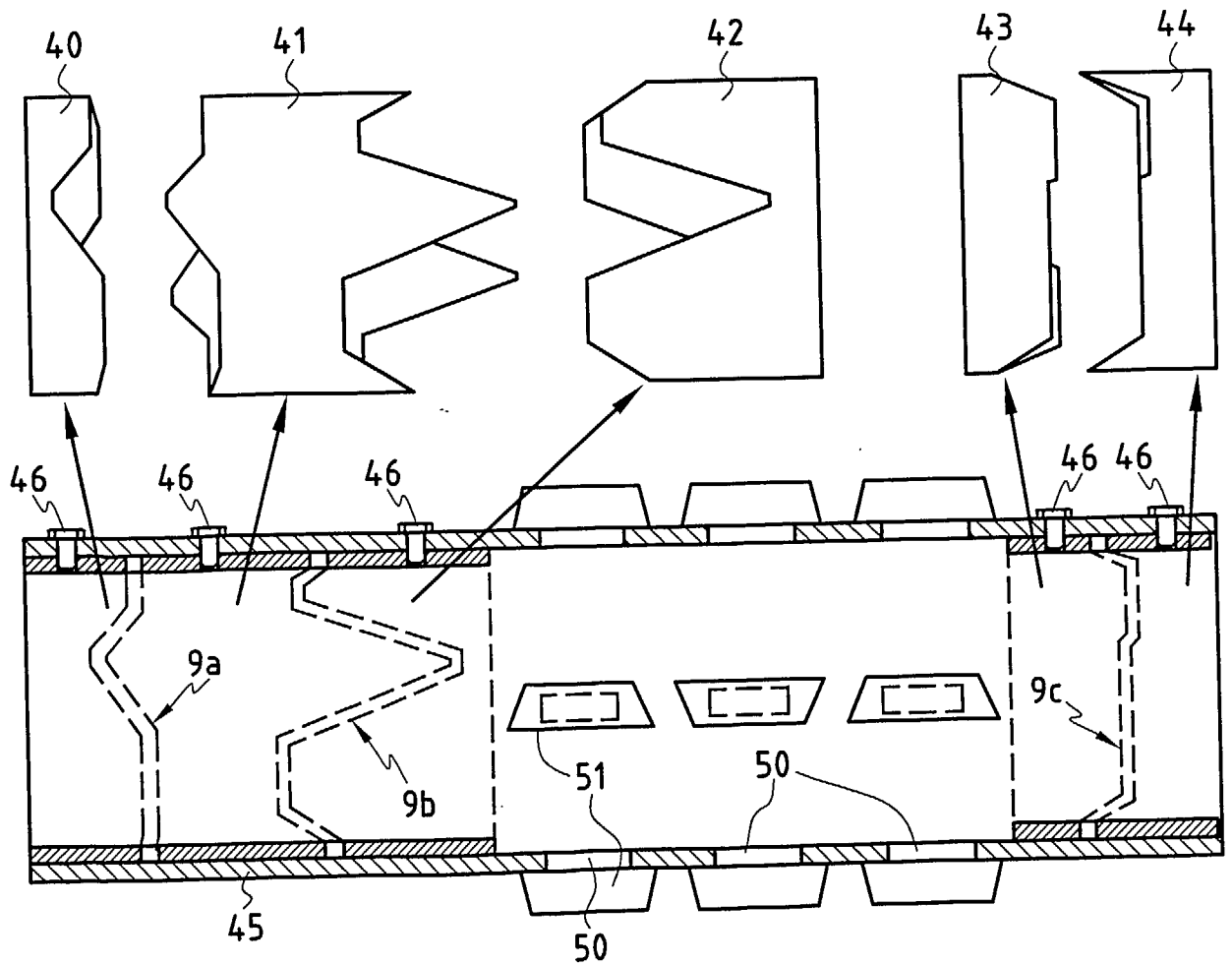


FIG. 11

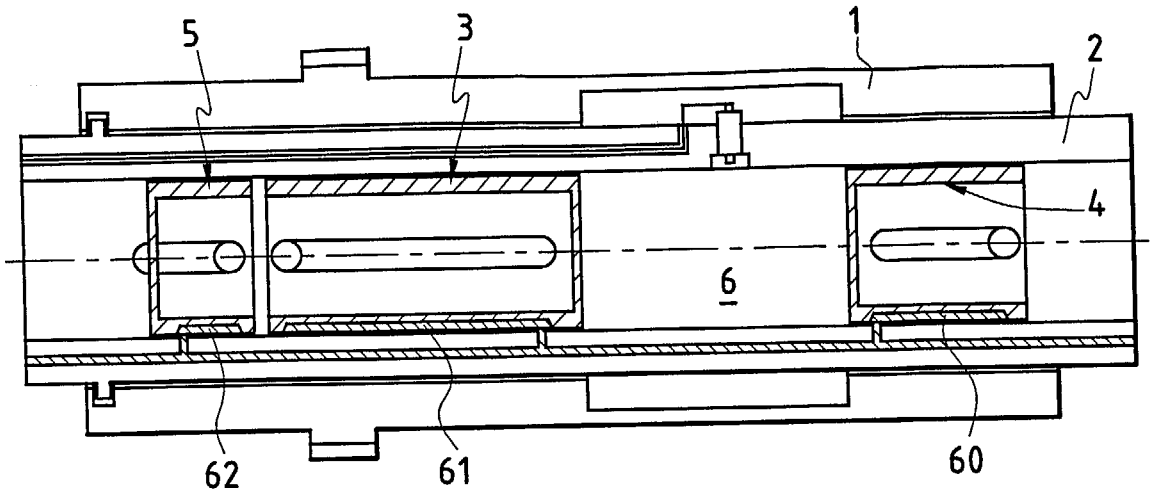


FIG. 13

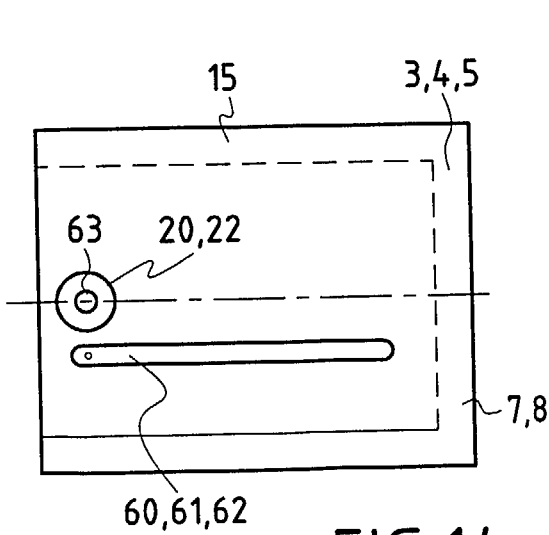


FIG. 14

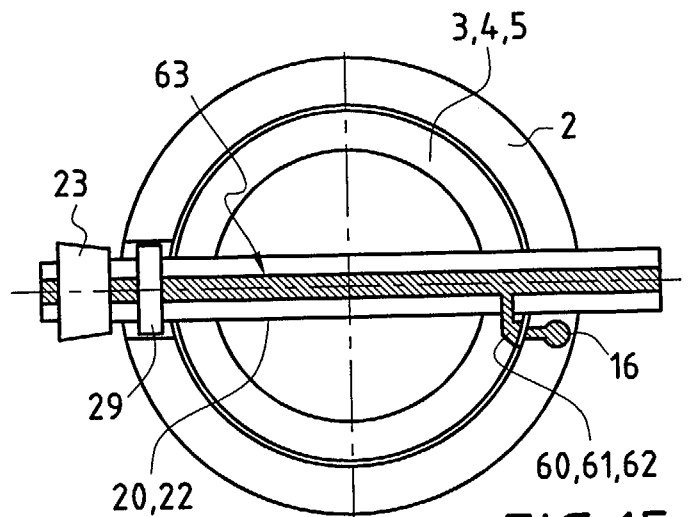


FIG. 15

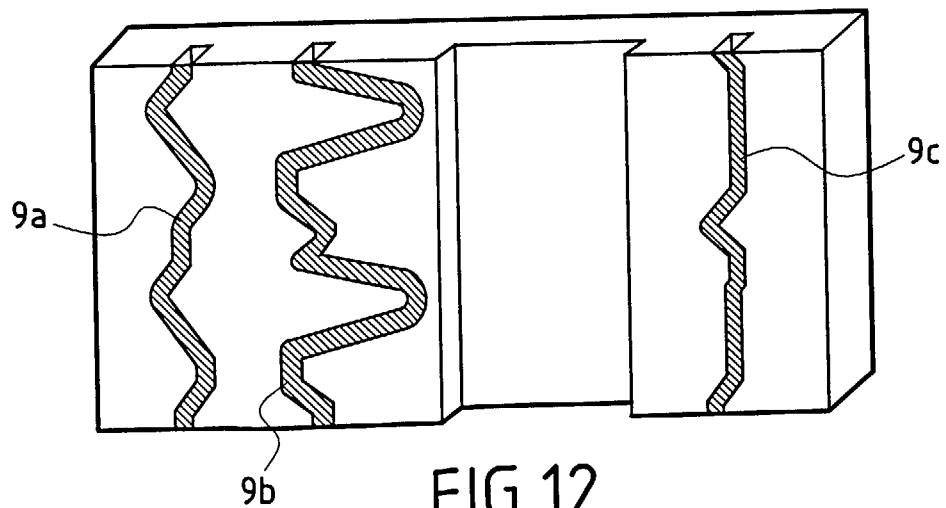


FIG. 12

6/16

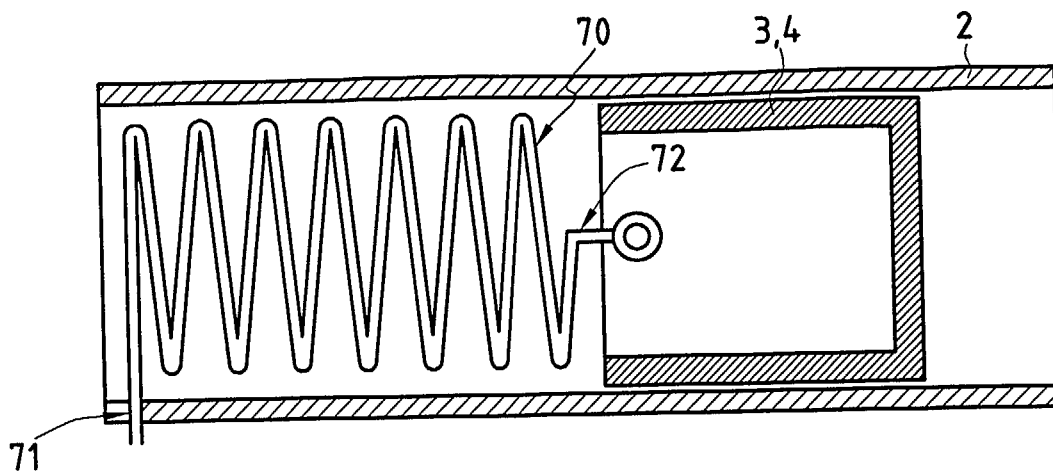


FIG. 16

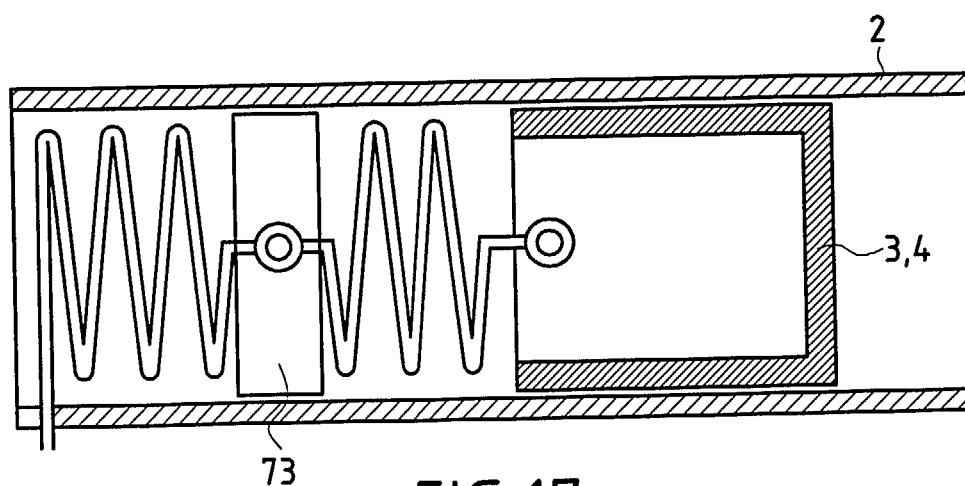


FIG. 17

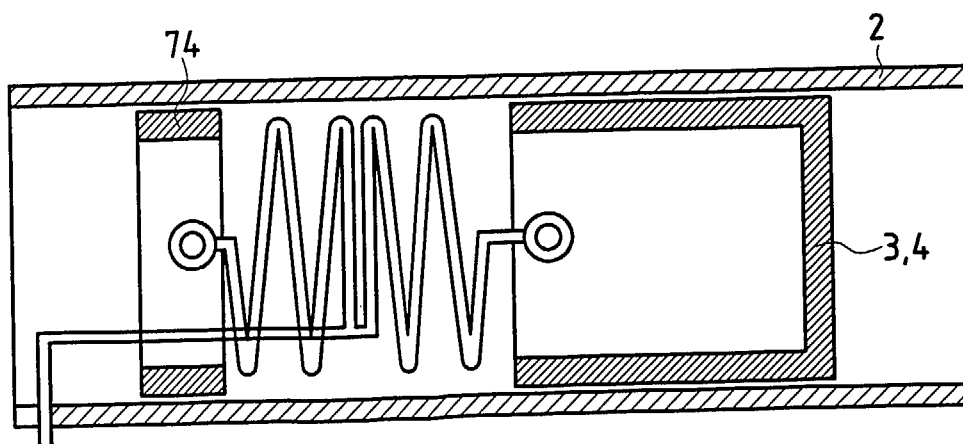


FIG. 18



7/16

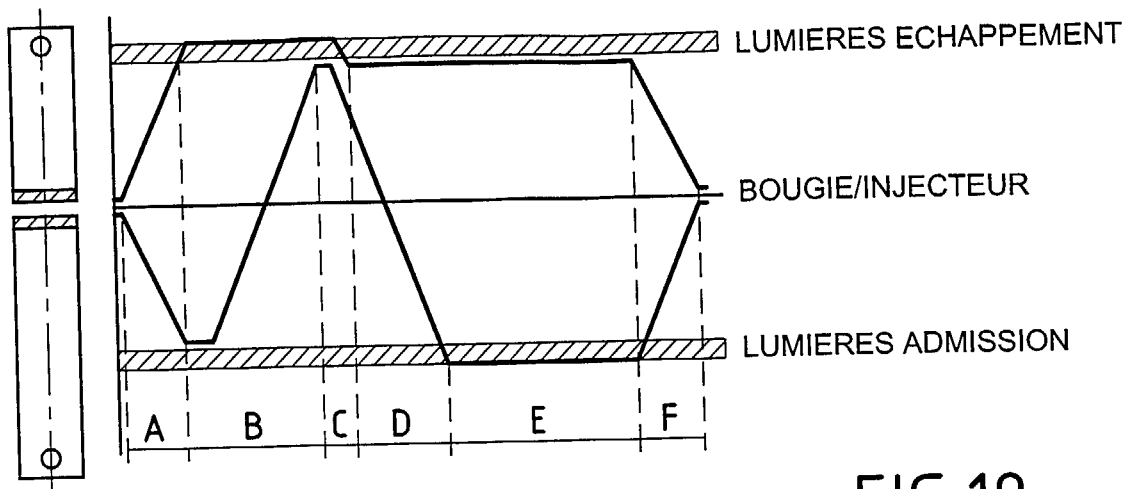


FIG. 19

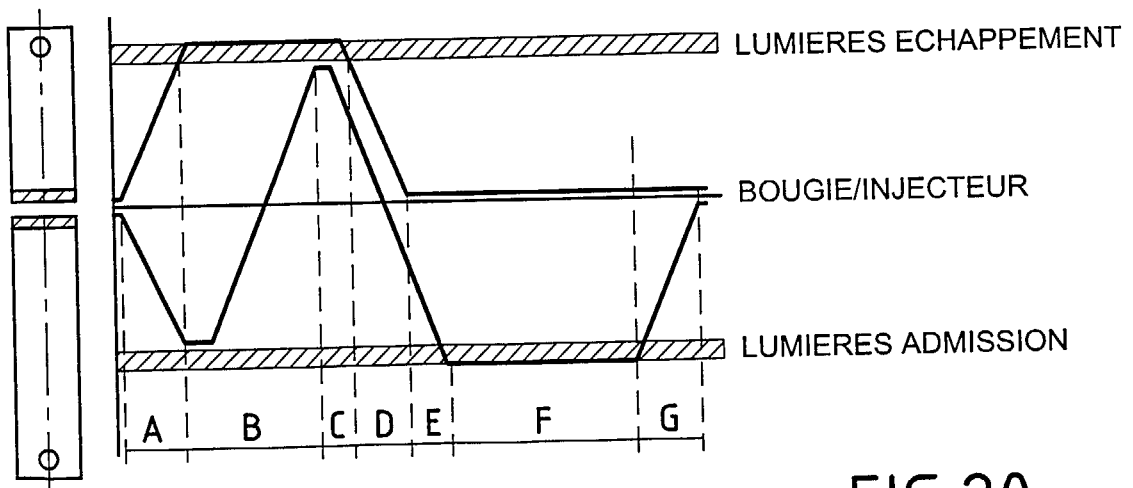


FIG. 20

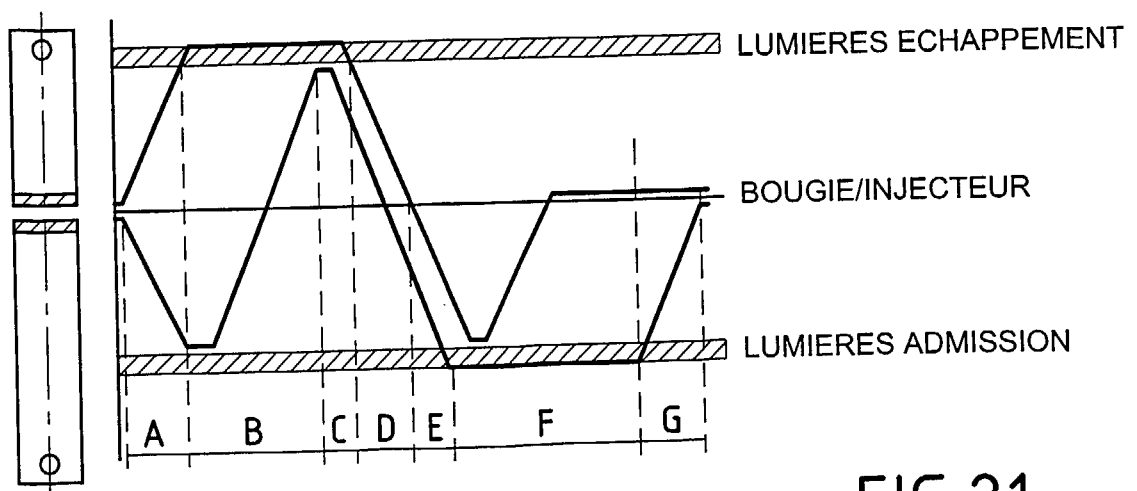


FIG. 21

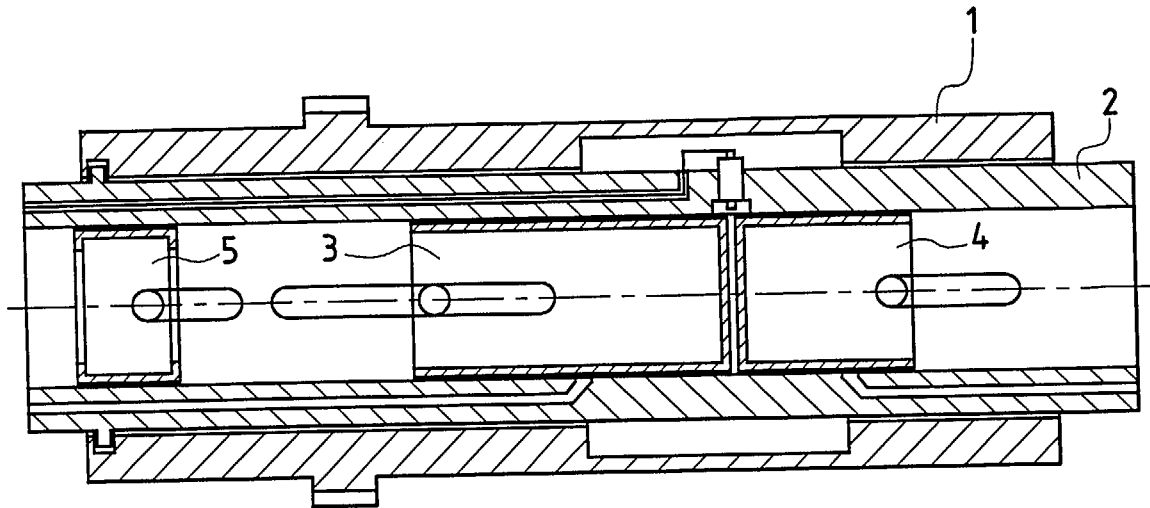


FIG.22

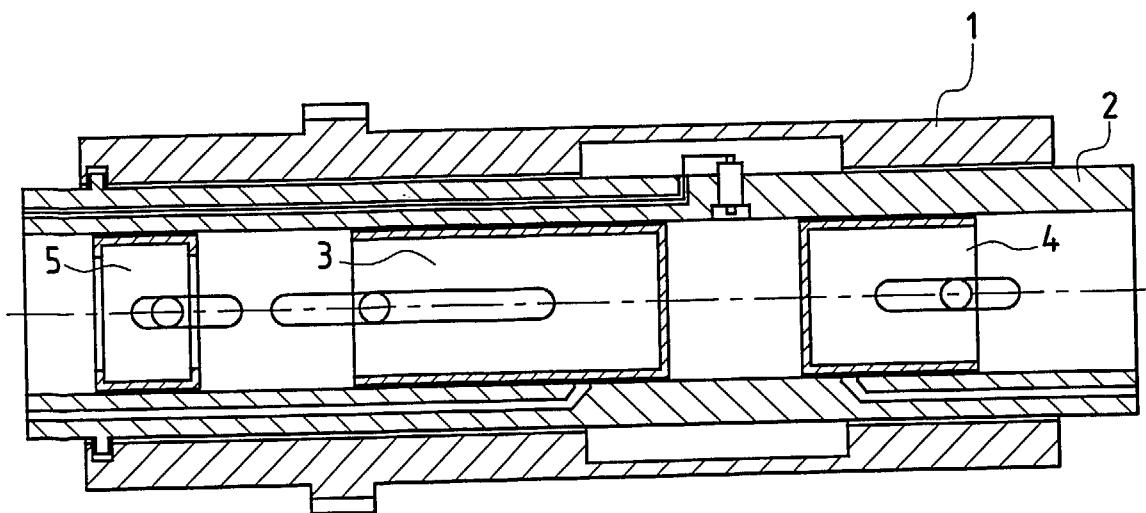


FIG.23

9/16

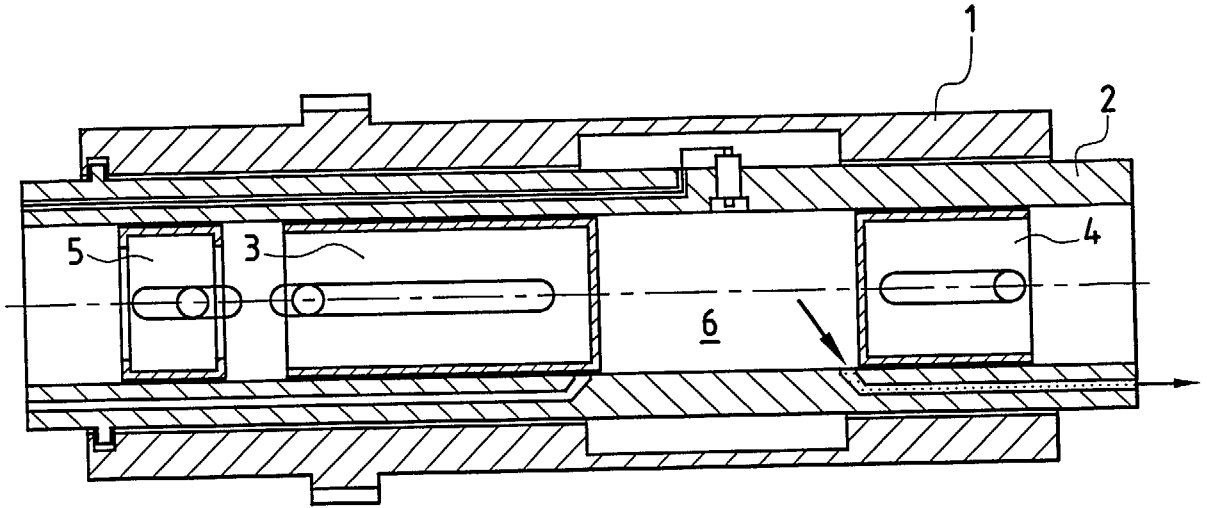


FIG. 24

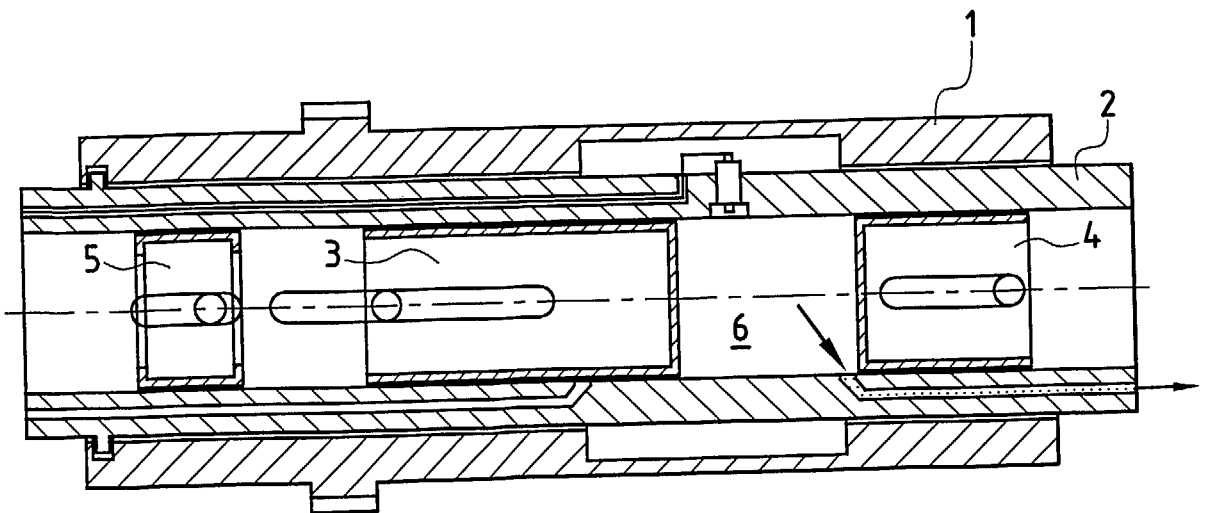


FIG. 25

10/16

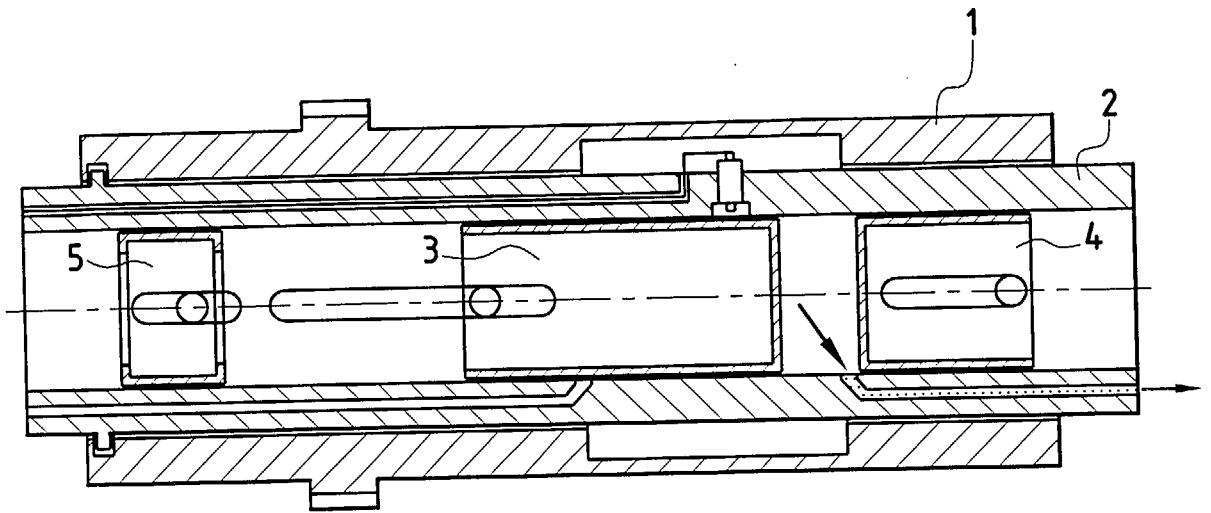


FIG.26

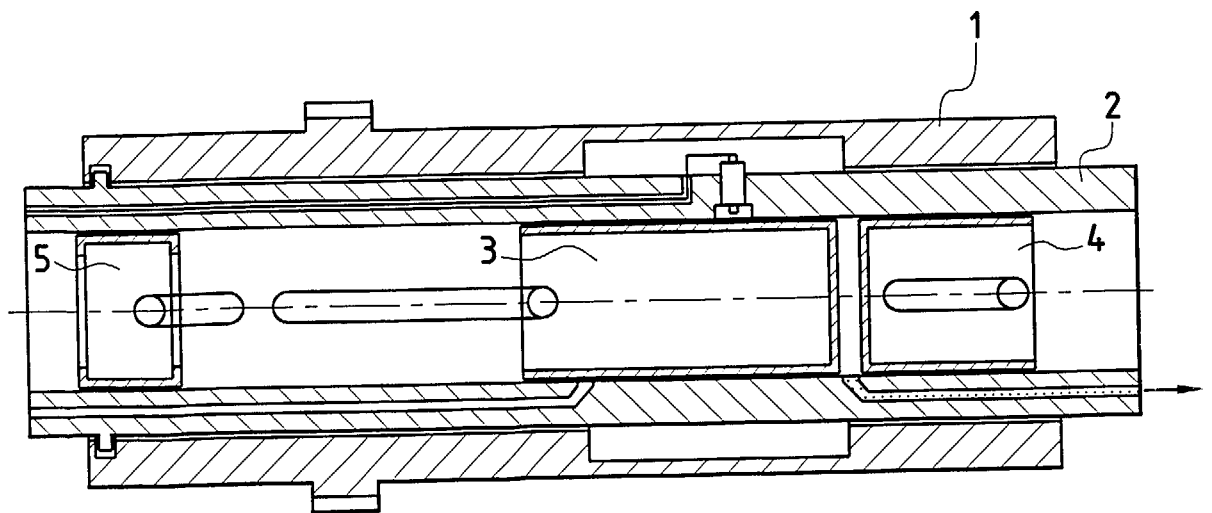


FIG.27

11/16

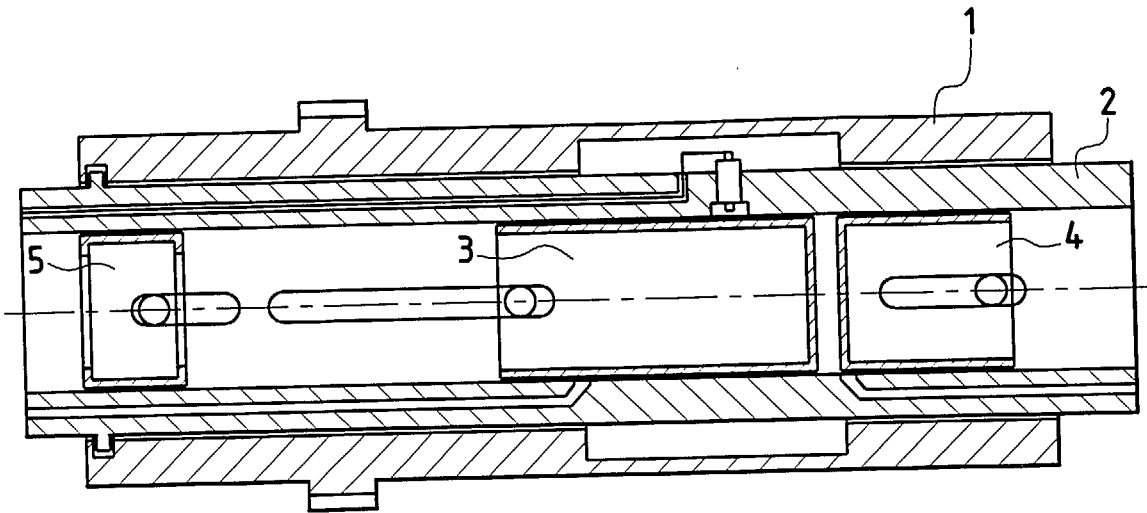


FIG.28

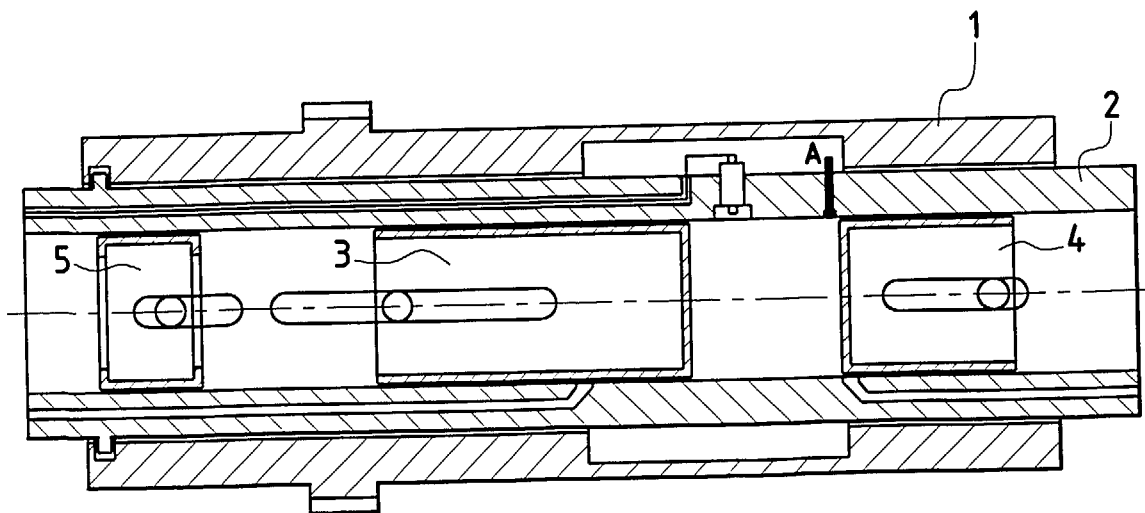


FIG.29

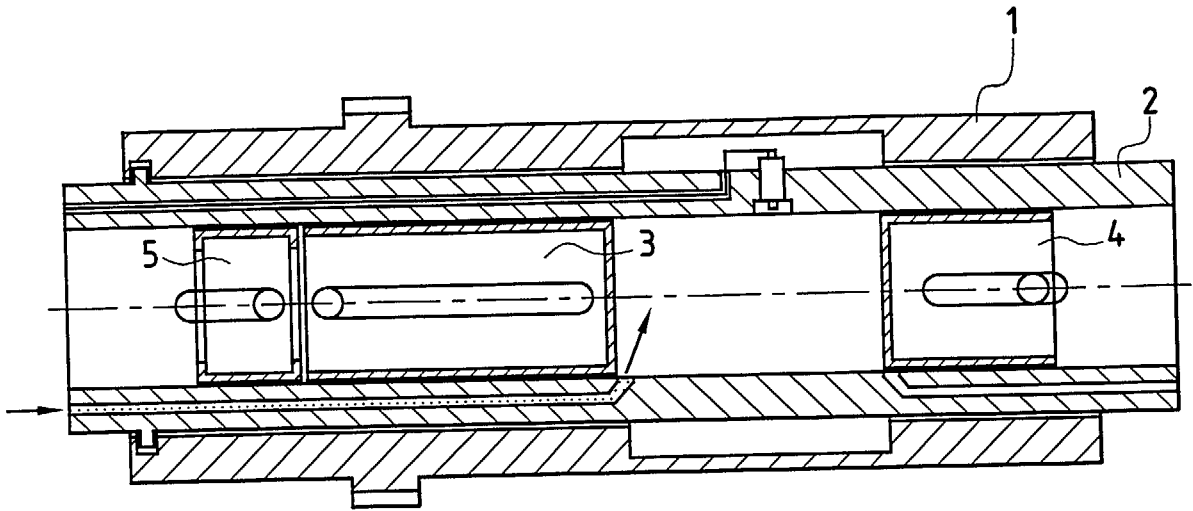


FIG.30

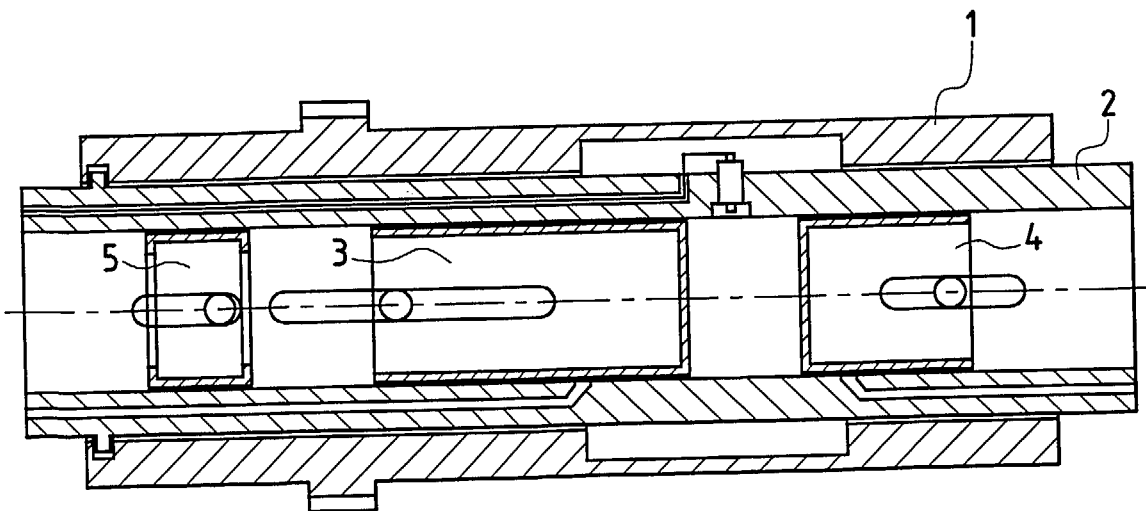


FIG.31

13/16

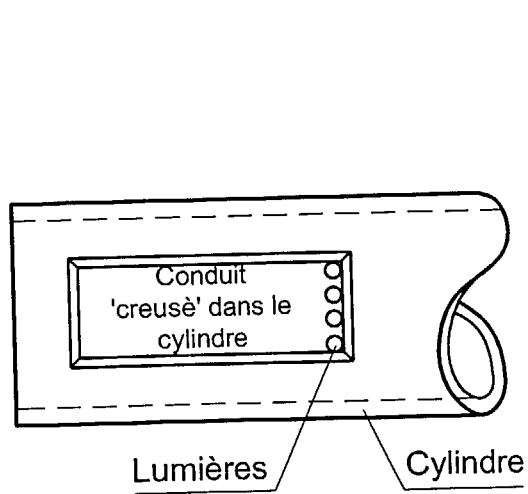


FIG. 32

Sur-cylindre montage serrant  
pour reconstituer la périphérie  
du cylindre

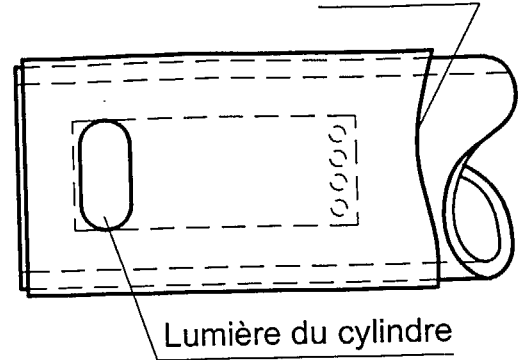


FIG. 33

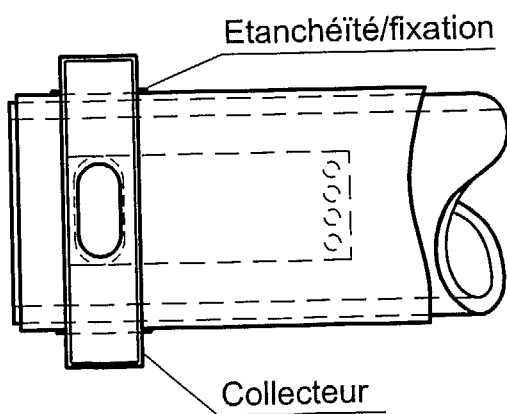


FIG. 34

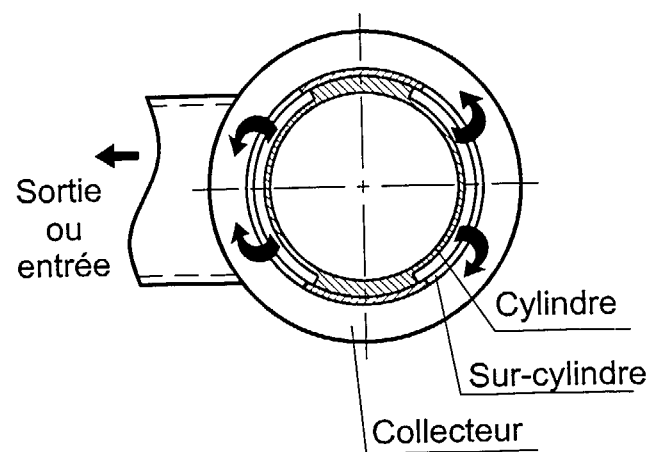


FIG. 35

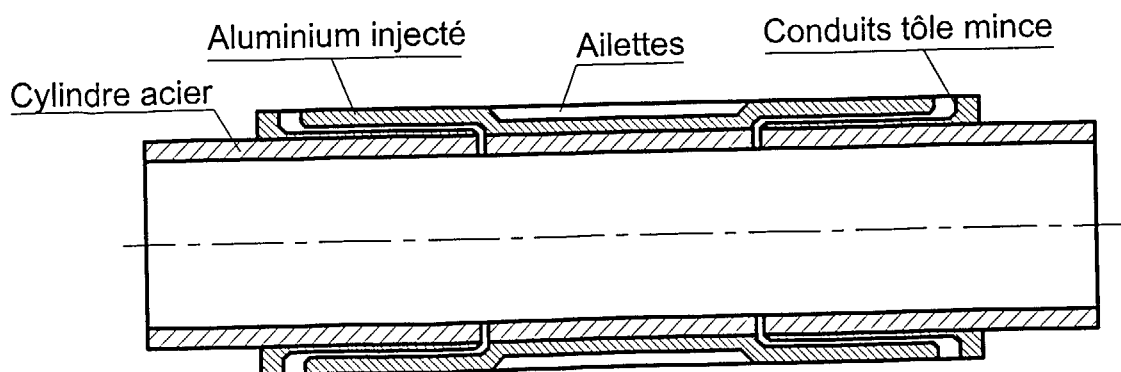


FIG. 36

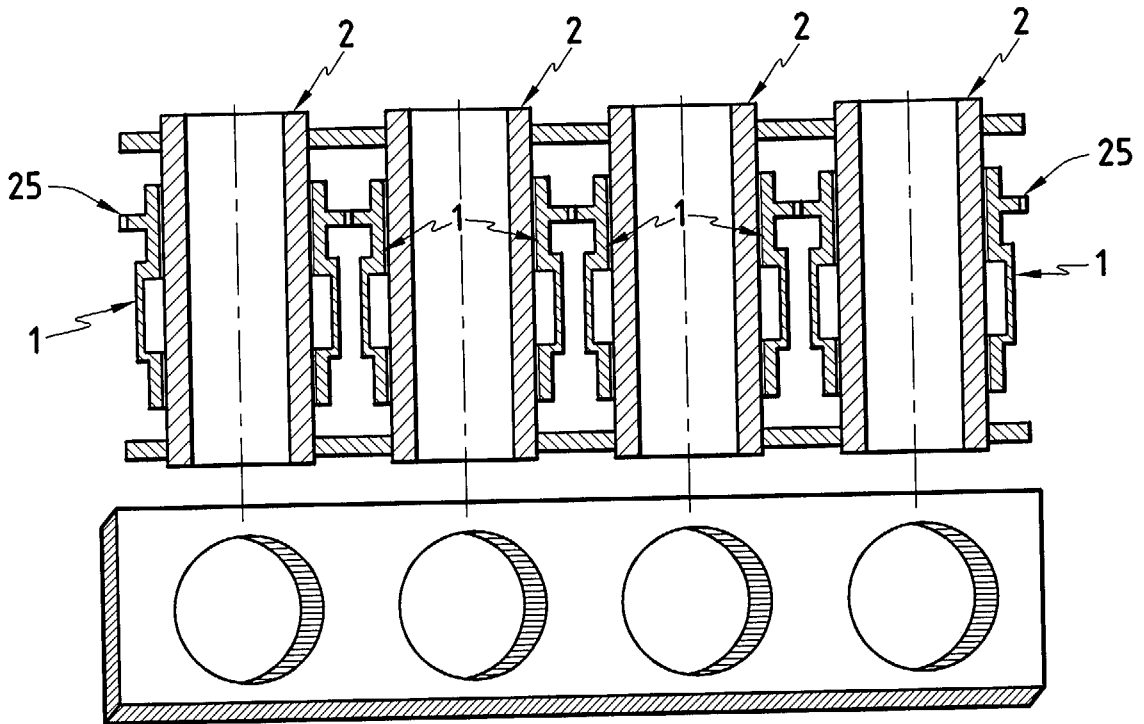


FIG.37

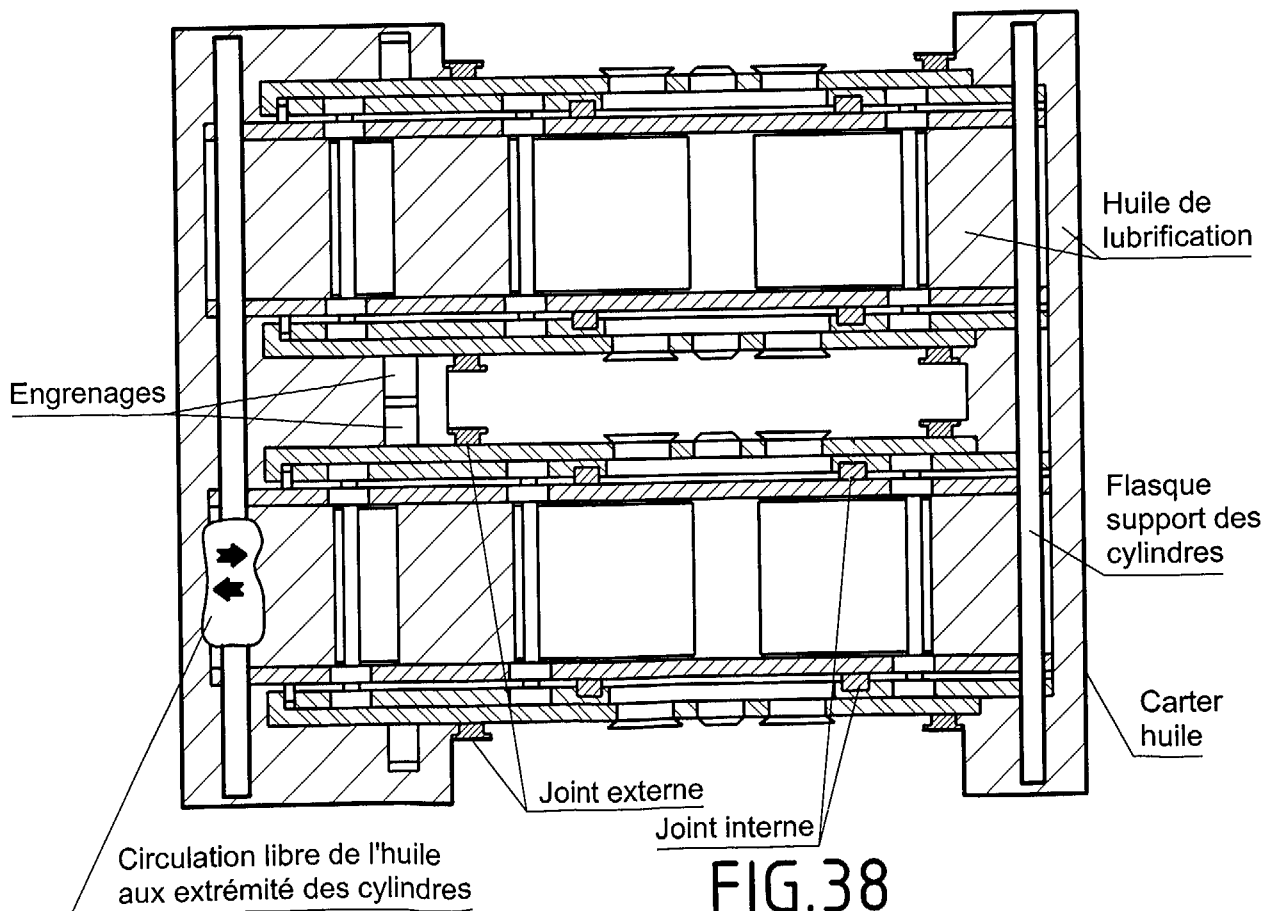


FIG.38



15/16

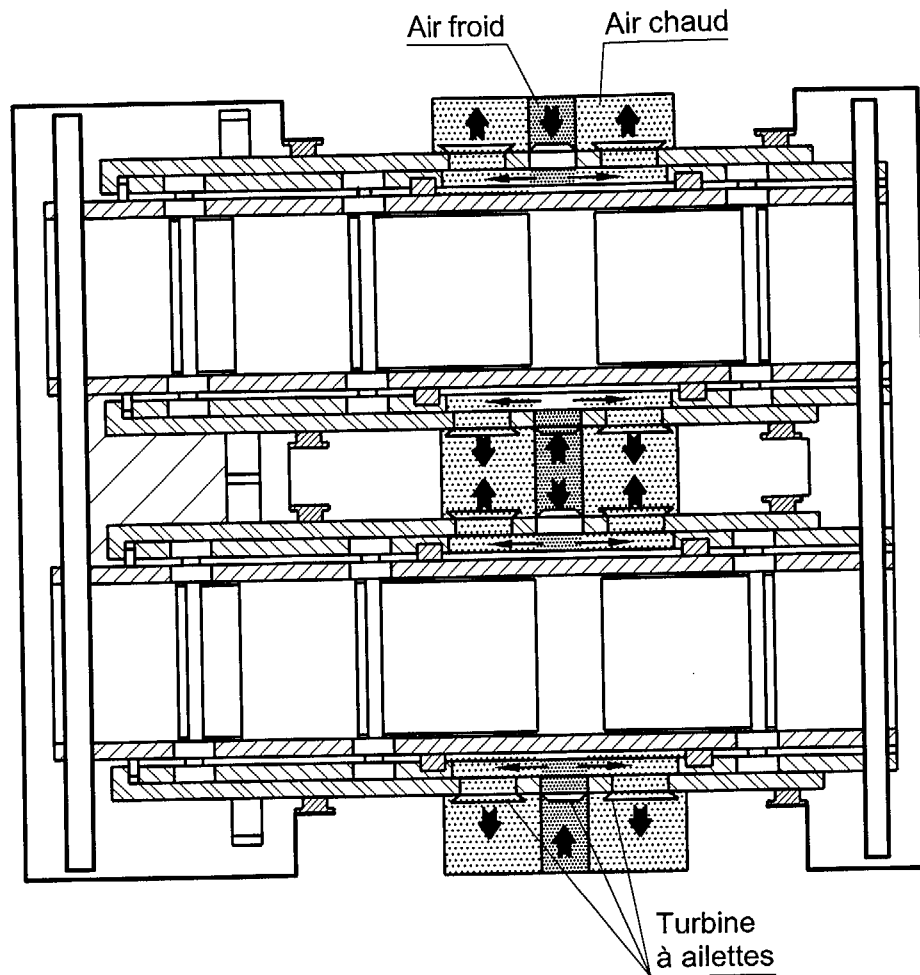


FIG. 39

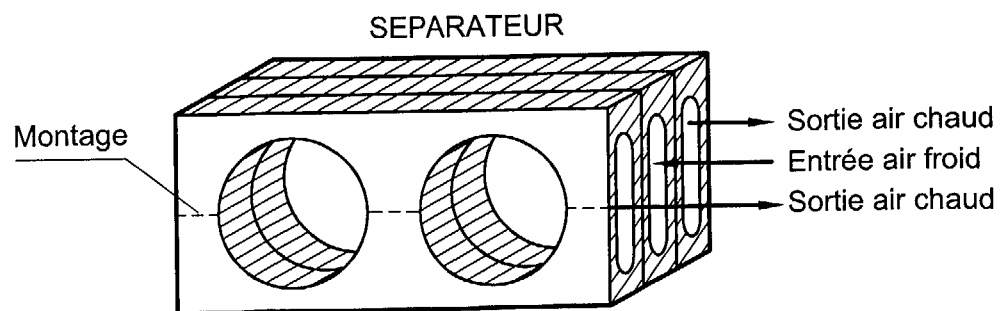


FIG. 40

16/16

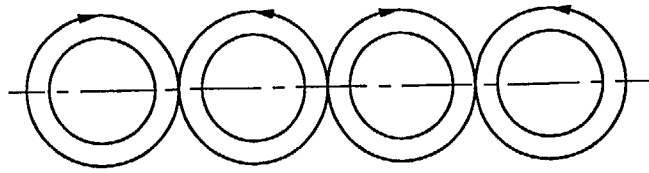


FIG.41

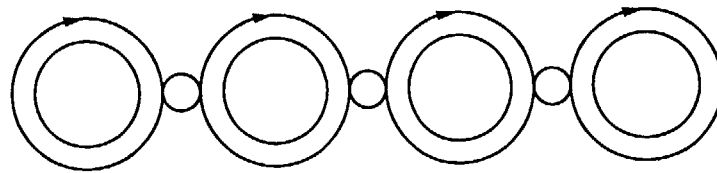


FIG.42

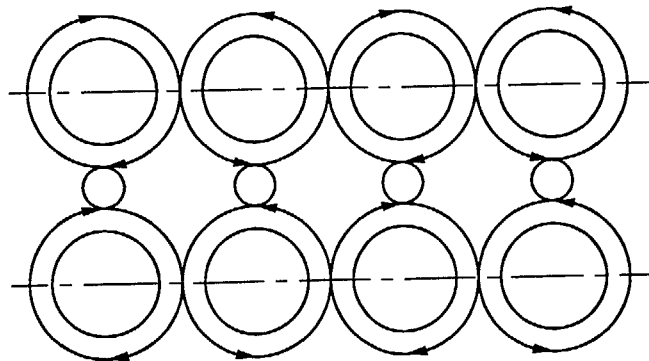


FIG.43

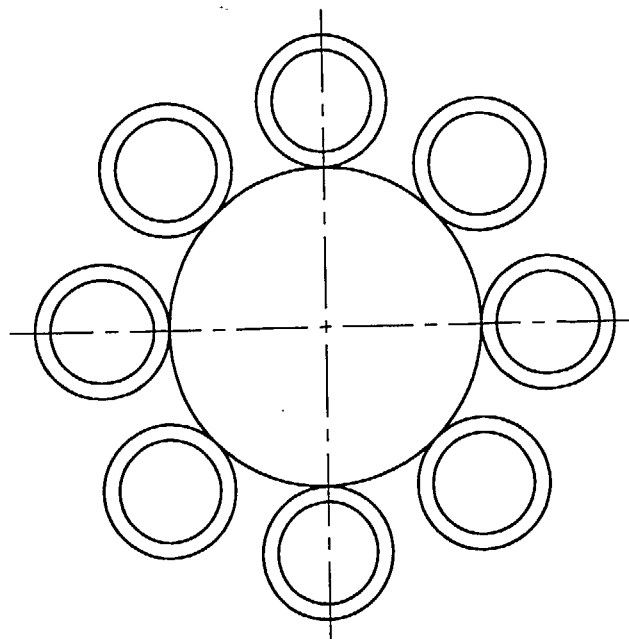


FIG.44



**RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**  
 établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 598063  
 FR 0016612

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		
X	US 3 745 887 A (STRIEGL G) 17 juillet 1973 (1973-07-17) * figures 1-7 * * abrégé * * colonne 7, ligne 44 - colonne 10, ligne 59 *	1,8-10	F02B57/00 F01B13/00
D,X	US 3 598 094 A (ODAWARA DAISAKU) 10 août 1971 (1971-08-10) * figures 1-10 * * abrégé *	1	
X	FR 565 365 A (FORSBERG) 25 janvier 1924 (1924-01-25) * figures 1-15 * * page 1, ligne 34 - page 2, ligne 50 *	1,8-10	
A	US 5 230 307 A (TANIGAWA HIROYASU ET AL) 27 juillet 1993 (1993-07-27) * figures 1-21 * * abrégé * * colonne 1, ligne 38 - colonne 2, ligne 44 * * revendications 1-14 *	1-3	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 249 (M-419), 5 octobre 1985 (1985-10-05) & JP 60 101249 A (MATSUSHITA DENKI SANGYO KK), 5 juin 1985 (1985-06-05) * abrégé *	4-6	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)

F01B  
F02B

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

Date d'achèvement de la recherche

24 août 2001

Examineur

Wassenaar, G

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

- 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 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

& : membre de la même famille, document correspondant