

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

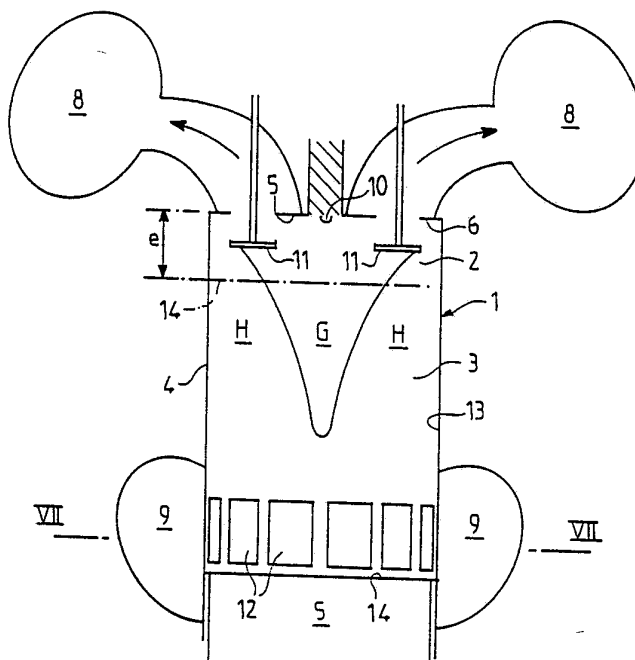
<b>(51) Classification internationale des brevets <sup>5</sup> :</b> <b>F02D 13/02, F02B 25/04, 25/14</b> <b>F02B 31/00</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Numéro de publication internationale:</b> <b>WO 93/22549</b> <b>(43) Date de publication internationale:</b> 11 novembre 1993 (11.11.93)
<b>(21) Numéro de la demande internationale:</b> PCT/FR93/00426 <b>(22) Date de dépôt international:</b> 4 mai 1993 (04.05.93) <b>(30) Données relatives à la priorité:</b> 92/05515                      5 mai 1992 (05.05.92)                      FR <b>(71)(72) Déposant et inventeur:</b> MELCHIOR, Jean, Frédéric [FR/FR]; 126, bd du Montparnasse, F-75014 Paris (FR). <b>(74) Mandataires:</b> LEMOINE, Michel etc. ; Cabinet Lemoine et Bernasconi, 13, bd des Batignolles, F-75008 Paris (FR). <b>(81) Etats désignés:</b> AU, BR, CA, FI, JP, KR, RU, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).		<b>Publiée</b> <i>Avec rapport de recherche internationale.</i> <i>Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des</i> <i>revendications, sera republiée si de telles modifications sont</i> <i>reçues.</i>

**(54) Title:** FEEDING METHOD FOR COMPRESSION IGNITION INTERNAL COMBUSTION ENGINES**(54) Titre:** PROCEDE D'ALIMENTATION POUR MOTEUR A COMBUSTION INTERNE A ALLUMAGE PAR COMPRESSION**(57) Abstract**

Fresh air fed into the working chamber (1) of an engine is centrifugally prevented from mixing with the combustion gases deliberately retained therein from one cycle to the next. An assembly for feeding in pressurized fuel (10) is arranged to inject the fuel directly into the central region (G) of the chamber (1), whereby the concentration of retained combustion gases and the temperature are maximized, and the fuel ignition delay is reduced.

**(57) Abrégé**

Par un effet de centrifugation, l'air frais introduit dans la chambre de travail (1) du moteur est empêché de se mélanger aux gaz de combustion retenus intentionnellement dans celle-ci, d'un cycle à l'autre. Les moyens d'introduction du combustible sous pression (10) sont agencés de manière à injecter le combustible directement dans la zone centrale (G) de la chambre (1) où la concentration des gaz de combustion retenus et la température sont ainsi rendues maximales, ce qui permet de réduire le délai d'inflammation du combustible.



# **UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	FR	France	MR	Mauritanie
AU	Australie	GA	Gabon	MW	Malawi
BB	Barbade	GB	Royaume-Uni	NL	Pays-Bas
BE	Belgique	GN	Guinée	NO	Norvège
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	NZ	Nouvelle-Zélande
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	PL	Pologne
BJ	Bénin	IE	Irlande	PT	Portugal
BR	Brésil	IT	Italie	RO	Roumanie
CA	Canada	JP	Japon	RU	Fédération de Russie
CF	République Centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CG	Congo	KR	République de Corée	SE	Suède
CH	Suisse	KZ	Kazakhstan	SK	République slovaque
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SN	Sénégal
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	SU	Union soviétique
CS	Tchécoslovaquie	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CZ	République tchèque	MC	Monaco	TG	Togo
DE	Allemagne	MG	Madagascar	UA	Ukraine
DK	Danemark	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
ES	Espagne	MN	Mongolie	VN	Viet Nam
FI	Finlande				

5

10

Procédé d'alimentation pour moteur à combustion interne à allumage par compression.

15

-----

L'invention a pour objet un procédé d'alimentation pour moteur à combustion interne à allumage par compression, qui comprend :

20 au moins une chambre de travail constituée d'une chambre de combustion et du volume variable limité à l'intérieur d'un cylindre par un piston et par une culasse ;

des moyens distributeurs d'échappement et des moyens  
25 distributeurs d'admission permettant de mettre cycliquement en communication ladite chambre de travail respectivement avec une première cavité recueillant les gaz de combustion formés dans la chambre de travail et successivement et/ou simultanément avec une deuxième cavité alimentée en air  
30 frais ; et

des moyens d'introduction de combustible sous pression dans ladite chambre de combustion.

Dans les moteurs à combustion interne du type défini ci-dessus, le combustible est injecté sous pression dans la  
35 chambre de combustion lorsque le piston est au voisinage du

point mort haut (PMH), c'est-à-dire lorsque le susdit volume variable est au voisinage de sa valeur minimale. La compression adiabatique de l'air enfermé dans le cylindre chauffe cet air de telle sorte que sa température dépasse  
5 la température d'auto-inflammation du combustible injecté.

Le combustible finement pulvérisé est introduit dans la chambre de combustion sous forme de gouttelettes. En pénétrant dans le milieu ambiant, chaque gouttelette se vaporise et la vapeur de combustible diffuse dans ce milieu  
10 en créant une zone où les conditions d'allumage spontané sont atteintes, l'inflammation du combustible s'y produisant alors spontanément. Le temps qui s'écoule entre le début de l'injection du combustible et le début de la combustion, au cours de chaque cycle, s'appelle "le délai  
15 d'inflammation".

Cette première phase de la combustion est très brutale : la vapeur de combustible, pré-mélangée à l'air chaud (dans les conditions de pression et de température requises pour l'auto-inflammation), s'enflamme en masse. La  
20 vitesse de réaction est très élevée et, très rapidement, chaque gouttelette partiellement vaporisée a consommé la totalité de l'oxygène présent dans l'air qui est mélangé à la vapeur. En un temps si court, le mélange n'étant pas homogène, l'air non mélangé n'a pas le temps d'entretenir  
25 la combustion, compte tenu de son éloignement du centre (la gouttelette) de la combustion. Très rapidement, la réaction s'arrête donc ou du moins se ralentit du fait de la raréfaction de l'oxygène disponible. Cette phase de combustion en masse (combustion non contrôlée) s'appelle la  
30 "combustion en pré-mélange" (en anglais "pre-mix combustion").

Les mouvements d'air et de combustible pré-établis ou induits par l'injection du combustible sous haute pression, ou provoqués par l'expansion des gaz chauffés par la  
35 réaction chimique brutale durant cette première phase de la

combustion permettent à la réaction exothermique de se poursuivre. Celle-ci se développe ensuite selon un mode contrôlé, grâce aux transferts de masse par diffusion des zones riches en combustible vers les zones pauvres en combustible, c'est-à-dire vers les zones où la teneur en oxygène est élevée. Cette phase de combustion par diffusion s'appelle "la combustion en flamme de diffusion". Elle est beaucoup plus lente et se poursuit au rythme des mélanges entretenus par les mouvements relatifs d'air et de combustible dans la chambre de travail.

Les schémas a, b, c et d de la figure 1 ci-annexée illustrent les phénomènes qui viennent d'être décrits. Ces schémas ont pour abscisses communes l'angle  $\alpha$  du vilebrequin par rapport à une position angulaire déterminée, l'axe commun Y des ordonnées correspondant au PMH du piston. Le schéma "a" montre la variation de la pression dans le cylindre du moteur, en trait plein (courbe A) lorsqu'il y a combustion et en trait interrompu (courbe B) lorsqu'il n'y a pas combustion. Le schéma "b" montre la variation de la position de l'aiguille d'injection (courbe C), laquelle aiguille fait partie des susdits moyens d'introduction de combustible sous pression, et il fait apparaître le délai d'inflammation  $\tau$  qui est exprimé en durée angulaire entre la position angulaire du vilebrequin correspondant au début de l'introduction du combustible et celle correspondant au début de l'inflammation, détectée par le dégagement de chaleur. Sur le schéma "c", on a reporté en ordonnées le dégagement de chaleur instantané, la première aire D correspondant à la combustion en pré-mélange et la deuxième aire E à la combustion en flamme de diffusion. Sur le schéma "d" enfin, on a reporté en ordonnées la quantité de chaleur cumulée, en pourcentages de la chaleur totale dégagée au cours d'un cycle, la courbe F ainsi obtenue étant par conséquent tangente à l'ordonnée 100 %.

Plus le délai d'inflammation est long, plus la quantité du combustible injecté avant inflammation est importante, ce qui entraîne les inconvénients suivants :

- combustion brutale, d'où bruits (cognements du moteur Diesel) et vibrations créées par la variation brusque de la pression dans la chambre de travail (entraînant fatigue des structures, claquements et bris des segments du piston) ;
- formation d'oxydes d'azote  $\text{NO}_x$  très polluants (une partie importante des  $\text{NO}_x$  étant formée dans la zone où la combustion se développe en pré-mélange et où des températures élevées sont maintenues pendant une période prolongée).

Les constructeurs de moteurs Diesel se sont donc efforcés de réduire le délai d'inflammation (par exemple en retardant l'instant où le combustible est introduit) tout en recherchant à refroidir l'air frais admis dans le ou les cylindres, de façon à en augmenter la densité et à ne pas dépasser autant que possible les températures de cycle au-dessus desquelles les oxydes d'azote ont tendance à se produire en quantité excessive, ce qui tend à augmenter le délai d'inflammation. Les solutions qu'ils ont proposées jusqu'ici n'ont pas donné entière satisfaction, notamment du point de vue du rendement et de l'émission de particules et de fumées à l'échappement.

L'invention a pour but de résoudre de façon originale le problème du raccourcissement du délai d'inflammation, sans pour autant dépasser les températures de cycle au-dessus desquelles la production des oxydes d'azote devient trop importante, non seulement en remédiant aux inconvénients rappelés ci-dessus, mais encore en permettant de brûler des combustibles plus "rustiques", ayant notamment un indice de cétane plus faible, et donc moins chers à produire.

A cet effet, le procédé d'alimentation qui a été défini en préambule est essentiellement caractérisé en ce que

les moyens distributeurs sont actionnés de telle façon qu'une part importante des gaz de combustion du cycle précédent soit retenue dans la chambre de travail pendant le processus consistant à évacuer les gaz de combustion et  
5 à les remplacer en partie par de l'air frais, par ouverture des moyens distributeurs d'échappement et d'admission, ce processus étant celui du transvasement dans le cas d'un moteur à quatre temps et celui du balayage dans le cas d'un moteur à deux temps,

10 la communication entre la deuxième cavité et la chambre de travail, lorsque les moyens distributeurs d'admission sont en position d'ouverture, d'une part, et la forme des parois de la chambre de travail, d'autre part, sont agencées de manière que le flux d'air frais pénètre dans la  
15 chambre de combustion, alors que le volume de la chambre de travail devient minimal en raison du mouvement relatif du piston, de façon à provoquer un mouvement de rotation intense du fluide de travail à l'intérieur de la chambre de combustion, en empêchant autant que possible, grâce à la  
20 centrifugation de l'air frais obtenue par ce mouvement de rotation et à la différence de densité entre l'air frais et les gaz de combustion, l'air frais de se mélanger à l'intérieur de la chambre de combustion aux gaz de combustion retenus dans celle-ci, et à former dans ladite  
25 chambre de combustion une zone centrale où la concentration des gaz de combustion et la température sont maximales et une zone périphérique où la concentration d'air frais est maximale et la température est minimale, et

les susdits moyens d'introduction de combustible sous  
30 pression sont agencés de manière à injecter le combustible directement dans la susdite zone centrale, au moins au début de chaque période d'injection.

De préférence, la masse des gaz de combustion retenus dans la chambre de travail, d'un cycle sur l'autre, est au  
35 moins égale à 10 %, de préférence à 15 %, de la masse du

fluide de travail contenu dans cette dernière chambre au moment où les communications entre celle-ci et l'une et l'autre des susdites cavités viennent d'être interrompues au cours de chaque cycle, alors que le moteur fonctionne au moins approximativement à sa vitesse nominale.

De cette façon et comme il sera expliqué plus en détail à l'aide des figures 2 à 5, il est organisé une combustion dont le délai d'inflammation est extrêmement bref (même avec l'utilisation de combustibles peu raffinés, dits "rustiques"), voire nul, par augmentation considérable de la température du milieu dans lequel est injecté le combustible de façon à provoquer sa vaporisation quasi immédiate. Néanmoins, la température moyenne du fluide de travail est maintenue à des niveaux raisonnables, ce qui permet une densité élevée et par conséquent une puissance spécifique élevée et un taux faible de production d'oxydes d'azote. De plus, le milieu gazeux surchauffé est maintenu à distance des parois de la chambre de combustion, par la présence d'une couche intermédiaire d'air frais, ce qui empêche une surcharge thermique du moteur et limite les pertes aux parois.

Il est à noter que l'invention va à l'encontre des idées généralement admises dans la construction des moteurs Diesel où les spécialistes s'efforcent de privilégier une pureté maximale en air frais du fluide de travail, plutôt que de privilégier une pureté relativement faible (90 %, voire 85 %, ou même moins en masse) et d'injecter le combustible dans une zone où la concentration en gaz de combustion retenus d'un cycle sur l'autre est maximale, étant rappelé que, dans un moteur à allumage par compression, les gaz de combustion contiennent encore une proportion notable d'oxygène disponible.

Selon un perfectionnement particulièrement surprenant, on choisit la température de l'air admis et la proportion des gaz retenus dans la chambre de travail, d'un cycle sur



l'autre, compte tenu des autres paramètres de fonctionnement du moteur, de façon telle que, si on mélangeait les gaz retenus et l'air frais avant d'injecter le combustible, la température du mélange ainsi obtenu au moment de l'injection pourrait être inférieure à celle où l'auto-inflammation du combustible se produit de façon stable et sans production excessive d'imbrûlés. Ce perfectionnement a l'avantage de permettre à la fois de refroidir de façon intense l'air frais d'alimentation (pour limiter la charge thermique des parois et réduire les températures maximales du cycle à des valeurs inférieures à celles qui provoquent une formation excessive d'oxydes d'azote nocifs) et d'avoir un rapport volumétrique effectif réduit (pour limiter la charge mécanique des pièces), tout en conservant des conditions d'auto-inflammation parfaites, à délai d'inflammation réduit.

Il est également avantageux de choisir la température de l'air admis et la proportion des gaz retenus dans la chambre de travail, d'un cycle sur l'autre, compte tenu des autres paramètres de fonctionnement du moteur, de façon telle que la température moyenne maximale du fluide de travail ne dépasse pas la valeur, de l'ordre de 1 500°C, à partir de laquelle la production de NO<sub>x</sub> devient excessive.

L'invention s'applique de préférence aux moteurs fonctionnant selon un cycle à deux temps.

De préférence, les susdits moyens distributeurs sont actionnés de telle façon que le volume d'air frais introduit dans la chambre de travail soit inférieur au volume de la chambre de travail à l'instant où les moyens distributeurs d'échappement et d'admission viennent de revenir en position de fermeture au cours d'un cycle.

Selon une construction avantageuse, les moyens distributeurs d'admission sont essentiellement constitués par des lumières communiquant avec la susdite deuxième cavité, aménagées dans la partie de la paroi latérale du

cylindre qui est parcourue par le piston et découvertes par celui-ci lorsque le volume de la chambre de travail est au voisinage de sa valeur maximale, lesdites lumières étant inclinées par rapport à une normale à ladite paroi latérale, située au voisinage de ces lumières, de façon à créer le susdit mouvement de rotation ; en outre, les moyens distributeurs d'échappement sont constitués par au moins une soupape d'échappement aménagée dans la susdite culasse et disposée de telle façon qu'elle laisse libre la région centrale de celle-ci en permettant de disposer dans cette région les moyens d'introduction de combustible sous pression. Dans ce cas, la chambre de combustion est de préférence constituée par l'espace qui est délimité par la culasse, la susdite paroi latérale et le piston lorsque celui-ci est au voisinage de la position correspondant à la valeur minimale du volume de la chambre de travail. La surface transversale du piston contribuant à délimiter la chambre de combustion, qui est de préférence une surface de révolution, et la valeur minimale de la distance entre le piston et la culasse sont préférentiellement telles que les mouvements radiaux du fluide de travail créés par la coopération entre la susdite surface du piston et la culasse soient aussi réduits que possible. De cette façon, le mélange entre l'air frais et les gaz de combustion recyclés est réduit le plus possible.

L'invention va être exposée plus en détail à l'aide des figures annexées.

La figure 1 montre des schémas qui ont été commentés ci-dessus.

Les figures 2 et 3 montrent schématiquement la répartition des températures et des volumes dans la chambre de travail, respectivement avant compression (au PMB) et au moment du début de l'injection de combustible (au PMH), selon un mode de réalisation particulier du procédé d'alimentation conforme à l'invention.

Les figures 4 et 5 sont des figures analogues respectivement aux figures 2 et 3, mais selon un procédé d'alimentation voisin des procédés usuels.

Les figures 6 et 7 représentent schématiquement, 5 respectivement en coupe axiale et en coupe transversale selon la ligne VII-VII de la figure 6, un moteur à deux temps qui sert à mettre en oeuvre le procédé conforme à l'invention et dont le piston occupe une position voisine du PMB.

10 La figure 8 représente le moteur des figures 6 et 7 dont le piston occupe une position voisine du PMH, pour laquelle se produisent l'injection et l'inflammation du combustible.

La figure 9 illustre la répartition des températures, de 15 l'air frais et de l'oxygène dans les conditions de la figure 8.

Les figures 10 et 11 représentent schématiquement un moteur à deux temps suivant un deuxième mode de réalisation, en coupes axiales respectivement par le plan 20 de symétrie P de la figure 11 et par un plan perpendiculaire à ce plan de symétrie, le piston de ce moteur occupant une position voisine du PMB.

La figure 12 est une vue en perspective du moteur des figures 10 et 11, le piston de ce moteur occupant une 25 position voisine du PMH.

Les figures 13 à 15 sont des diagrammes d'ouverture des soupapes d'échappement et d'admission dans un moteur à quatre temps servant à mettre en oeuvre le procédé conforme à l'invention.

30 Les figures 16 à 18 illustrent schématiquement une première variante pour soumettre l'air d'admission à un mouvement tournant, respectivement par des vues en élévation selon deux directions perpendiculaires entre elles et par une vue en plan.

35 Les figures 19 à 21 d'une part et les figures 22 à 24

d'autre part illustrent schématiquement une deuxième et une troisième variantes pour soumettre l'air d'admission à un mouvement tournant, respectivement selon des vues analogues à celles des figures 16 à 18.

5 Avant de décrire en détail le procédé d'alimentation conforme à l'invention, il semble utile de distinguer ses buts et ses résultats de ceux de l'état de la technique, à l'aide des schémas des figures 2 à 5.

Ces schémas illustrent, par des variations de surface,  
10 les variations de volume de la chambre de travail. Selon le procédé conforme à l'invention, on s'arrange pour qu'il se forme, dans la chambre de travail au voisinage du point mort bas, une zone centrale G où la concentration des gaz de combustion, provenant du cycle précédent, est maximale  
15 et une zone périphérique H où la concentration d'air frais est maximale (figure 2). A supposer que le moteur soit suralimenté, on peut estimer à 80°C environ la température de l'air frais (en H) et à 600°C environ la température des gaz de combustion (en G). Au voisinage du point mort haut,  
20 c'est-à-dire après compression et au moment où se fait l'injection, il subsiste une zone centrale G' et une zone périphérique H', de volumes moindres et de températures accrues (figure 3). Avec les taux de compression des moteurs actuels de l'ordre de 6 et une proportion de 20 %  
25 (en masse) de gaz de combustion retenus d'un cycle sur l'autre, la température de la zone centrale G' est maintenant de l'ordre de 1483°C tandis que la température de la zone périphérique H' est de l'ordre de 437°C. Selon l'invention, l'injection se fait dans la zone centrale G'  
30 dont la température est très élevée tandis que la température de la zone périphérique H' reste modérée, ce qui soustrait les parois du cylindre à des surcharges thermiques importantes.

Dans les mêmes hypothèses mais en mélangeant à l'air  
35 frais les gaz de combustion retenus, on obtient, selon les

procédés d'alimentation usuels (à supposer qu'on ait pris les dispositions de retenue des gaz de combustion d'un cycle sur l'autre, propres à l'invention), des volumes de compositions et températures relativement homogènes I au point mort bas (figure 4) et I' au point mort haut (figure 5), la température du fluide de travail passant de 184°C environ (figure 4) à 646°C environ (figure 5). On voit d'une part que l'injection se fait (figure 5) dans un fluide à température (646°C environ) beaucoup plus basse que selon le procédé conforme à l'invention (1483°C environ, figure 3) et que, d'autre part, la température périphérique est nettement plus élevée (646°C environ à la figure 5 au lieu de 437°C environ à la figure 3), les conséquences de ces différences de température ayant été exposées ci-dessus.

Il est même possible, selon l'invention, de choisir la proportion des gaz retenus dans la chambre de travail, d'un cycle sur l'autre, de façon telle que si on mélangeait les gaz retenus et l'air frais avant d'injecter le combustible, la température du mélange ainsi obtenu serait inférieure à celle où l'auto-inflammation du combustible se produit de façon stable et sans production excessive d'imbrûlés. Un exemple numérique de ce perfectionnement (non illustré sur les dessins) est donné ci-après :

- 25 - température de l'air frais introduit dans la chambre de travail : 50°C ;
- température des gaz de combustion : 600°C ;
- proportion massique d'air frais contenu dans le fluide de travail en début de compression : 90 % ;
- 30 - rapport volumétrique effectif : 5 ;
- température du fluide gazeux après compression, si l'air frais et les gaz de combustion retenus étaient mélangés avant d'injecter le combustible : 436°C ;
- température de l'air dans la zone périphérique H' selon 35 l'invention, après compression : 342°C ;

- température des gaz dans la zone centrale G' selon l'invention, après compression : 1389°C.

A l'aide de ce deuxième exemple, on voit qu'il est possible, grâce à la stratification gazeuse conforme à l'invention et sans modifier les autres paramètres de fonctionnement du moteur, de faire passer la température du milieu gazeux où est injecté le combustible, d'une valeur basse (436°C) pour laquelle se produit une fumée blanche d'échappement et l'auto-inflammation est problématique à une valeur élevée (1389°C) pour laquelle ces inconvénients disparaissent.

L'invention va maintenant être décrite en regard des figures 6 et 7 qui représentent schématiquement un moteur à deux temps. Ce moteur comprend :

- au moins une chambre de travail 1 constituée d'une chambre de combustion 2 et du volume variable 3 limité à l'intérieur d'un cylindre 4 par un piston 5 et par une culasse 6 ;
- des moyens distributeurs d'échappement et des moyens distributeurs d'admission permettant de mettre cycliquement en communication la chambre de travail 1 avec une première cavité 8 recueillant les gaz de combustion formés dans la chambre de travail 1 et successivement et/ou simultanément avec une deuxième cavité 9 alimentée en air frais ; en général, la première cavité 8 est constituée par un collecteur d'échappement et la deuxième cavité 9 par une bêche d'admission, alimentée en air frais par un turbocompresseur de suralimentation (non montré) ; et
- des moyens 10 servant à introduire du combustible sous pression dans la chambre de combustion 2.

Selon le mode de réalisation représenté aux figures 6 et 7, les moyens distributeurs d'échappement sont essentiellement constitués par au moins une soupape d'échappement 11 aménagée dans la culasse 6 et les moyens distributeurs d'admission par des lumières 12 aménagées

dans la partie de la paroi latérale 13 du cylindre 4 qui est parcourue par le piston 5 et découvertes cycliquement par ce dernier lorsque le volume de la chambre de travail 1 est au voisinage de sa valeur maximale.

5 Selon l'invention, les moyens distributeurs 11 et 5,12 sont actionnés de telle façon qu'une part importante des gaz de combustion du cycle précédent soit retenue dans la chambre de travail 1 pendant le processus consistant à évacuer les gaz de combustion et à les remplacer en partie  
10 par de l'air frais, par ouverture simultanée des moyens distributeurs 11 et 5,12, c'est-à-dire pendant le balayage puisqu'il s'agit ici d'un moteur à deux temps.

En outre, la communication entre la deuxième cavité 9 et la chambre de travail 1, lorsque les moyens  
15 distributeurs d'admission 5,12 sont en position d'ouverture, d'une part, et la forme des parois de la chambre de travail 1, d'autre part, sont agencées de manière que le flux d'air frais pénètre dans la chambre de combustion 2, alors que le volume de la chambre de travail  
20 1 devient minimal en raison du mouvement relatif du piston 5, de façon à provoquer un mouvement de rotation intense du fluide de travail à l'intérieur de la chambre de combustion 2 en empêchant autant que possible, grâce à la centrifugation de l'air frais obtenue par ce mouvement de  
25 rotation et à la différence de densité entre l'air frais et les gaz de combustion, l'air frais de se mélanger à l'intérieur de la chambre de combustion 2 aux gaz de combustion retenus dans celle-ci, et à former dans ladite chambre de combustion la susdite zone centrale G où la  
30 concentration des gaz de combustion est maximale et la susdite zone périphérique H où la concentration d'air frais est maximale.

Enfin, les susdits moyens d'introduction de combustible  
10 sont agencés de manière à injecter le combustible  
35 directement dans la zone centrale G, au moins au début de

chaque période d'injection.

Il a été dit ci-dessus qu'une part importante des gaz de combustion du cycle précédent est retenue dans la chambre de travail 1 pendant le balayage. Ceci signifie que la masse des gaz de combustion ainsi retenus est avantagement égale à au moins 10 %, de préférence à au moins 15 %, en particulier à 20 %, de la masse du fluide de travail contenu dans cette chambre 1, au moment où les communications entre celle-ci et l'une et l'autre des cavités 8 et 9 viennent d'être interrompues au cours de chaque cycle. Cette limite de pourcentage n'est bien entendu valable que lorsque le moteur fonctionne au moins approximativement à sa vitesse nominale et notamment en dehors des périodes de démarrage.

Selon le mode de réalisation représenté, chacune des lumières 12 est inclinée par rapport à une normale N (figure 7) à la paroi latérale 13, située au voisinage de la lumière 12 considérée, de façon à créer le susdit mouvement de rotation, schématisé par des flèches à la figure 7. Plus précisément, chaque lumière est approximativement symétrique par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe du cylindre 4 (tel que le plan de coupe VII-VII de la figure 6) et la normale N est parallèle à ce plan ou située dans celui-ci. De plus, la ou chacune des soupapes d'échappement 11 (au nombre de deux selon l'exemple représenté à la figure 6) est disposée de telle façon qu'elle laisse libre la région centrale de la culasse 6 en permettant de disposer dans cette région les moyens d'introduction de combustible 10.

Dans ce cas, la chambre de combustion 2 est constituée par l'espace qui est délimité par la culasse 6, la paroi latérale 13 du cylindre 4 et le piston 5 lorsque celui-ci est au voisinage de la position correspondant à la valeur minimale du volume de la chambre de travail 1. A la figure 6, on a représenté en trait mixte, lorsque le piston 5



occupe la position qui vient d'être définie, la surface transversale 14 du piston 5 qui contribue à délimiter la chambre de combustion 2 et en trait plein le piston 5 à son PMB.

5 De préférence, la chambre de combustion 2 a une forme de révolution et la valeur minimale "e" de la distance entre le piston 5 et la culasse 6, au cours du déplacement du piston, est telle que les mouvements radiaux du fluide de travail créés par la coopération entre la surface  
10 transversale 14 du piston 5 et la culasse 6 soient aussi réduits que possible. A cet effet, la surface 14 et le ciel 15 de la culasse 6 sont aussi parallèles que possible et peuvent en particulier être tous deux plans.

La figure 8 représente le moteur des figures 6 et 7 au  
15 moment de l'injection et de l'inflammation du combustible tandis que la figure 9 représente en "a" les variations de la température locale du fluide de travail, en "b" les variations de la concentration en air (% en masse) du fluide de travail, en fonction de la distance à l'axe X-X  
20 du cylindre 4, mesurée à la même échelle qu'à la figure 8 et en "c" la concentration en oxygène libre du fluide de travail sur les mêmes abscisses que la courbe "b". Aux figures 9a et 9b, on retrouve les valeurs numériques de l'exemple décrit ci-dessus, en regard de la figure 3.

25 On se réfère maintenant au mode de réalisation des figures 10 à 12, selon lequel les moyens distributeurs d'échappement et les moyens distributeurs d'admission sont constitués tous deux par des soupapes d'échappement 11 et d'admission 16 aménagées dans la culasse 6.

30 Dans ce cas, la chambre de combustion 2 est constituée par évidemment 19, de préférence de révolution, aménagé dans la culasse 6 et dans lequel est située la tête 17 de la soupape d'admission 16. Cet évidemment communique avec le volume 3 que parcourt le piston 5 par un passage 18 dont  
35 les parois sont agencées pour diriger le flux d'air frais

vers le piston 5 lorsque les soupapes d'échappement 11 et d'admission 16 sont ouvertes simultanément et que le piston 5 se trouve dans des positions correspondant à des valeurs du volume 3 voisines de la valeur maximale (figures 10 et 11). Les moyens d'introduction 10 sont situés dans l'évidement 19.

La soupape d'échappement 11 est de préférence située sur le ciel de culasse 15. L'évidement 19 et le volume 3 communiquent ensemble par le passage 18 dont les parois sont agencées de manière à diriger le flux d'air frais introduit dans le volume 3, lorsque les soupapes d'échappement 11 et d'admission 16 sont ouvertes simultanément et que le piston 5 se trouve au voisinage de la position (représentée aux figures 10 et 11) correspondant au volume maximal de la chambre de travail 1, en direction du piston 5 et tangentielllement à la partie de la paroi latérale 13 du cylindre 4 qui est la plus éloignée de la soupape d'échappement 11. On réduit ainsi tout risque de passage direct de l'air frais vers l'échappement.

De préférence encore, on oriente les parois du passage 18 de telle façon que le flux d'air frais dirigé vers le piston 5 ait une direction inclinée d'un angle  $A$  (figure 11) par rapport à l'axe de déplacement du piston 5 et dans un plan tangent à la paroi latérale du cylindre, passant de préférence au voisinage de la génératrice  $Z$  (figure 10) la plus éloignée de la soupape d'échappement de façon à induire un mouvement hélicoïdal dudit flux d'air dans le volume compris entre le piston 5 et la culasse 6 (voir, aux figures 10 et 11, les flèches symbolisant la circulation de l'air frais).

De préférence encore, la forme du passage 18 est telle que, quand le piston 5 remonte, le fluide de travail est injecté dans la chambre de combustion principalement tangentielllement à une paroi périphérique du passage 18, de façon à créer un mouvement de rotation dans ledit évidement

autour de son axe de révolution, comme schématisé par des flèches à la figure 12.

Il est judicieux de faire déboucher les moyens d'introduction 10 dans la chambre de combustion 2, ou dans l'évidement 19, en face de la soupape d'admission 16, dans la zone centrale de l'évidement 19, comme schématisé à la figure 12.

Enfin, des moyens sont prévus pour soumettre l'air à un mouvement tournant, schématisé par des flèches f aux figures 10 et 11, lorsqu'il débouche dans l'évidement 19. De tels moyens ont été décrits dans la demande de brevet français n° 90 06781 du 31 mai 1990 (FR-A-2.662.745) et peuvent être constitués par exemple par un aubage hélicoïdal 21 situé directement en amont du siège 22 de la soupape d'admission 16.

Pour soumettre l'air à un mouvement tournant, on peut encore avoir recours à l'une des solutions suivantes :

- a) comme représenté aux figures 16 à 18, l'évidement 19, qui est de révolution, a son axe Y-Y qui est situé approximativement dans un plan perpendiculaire à l'axe X-X du cylindre 4 et ne passant pas par cet axe X-X, le canal de transfert 18 débouchant de préférence tangentielllement à la paroi du cylindre 4 au voisinage de la génératrice Z de celui-ci la plus éloignée de la soupape d'échappement 11 ;
- b) comme représenté aux figures 19 à 21, l'évidement 19 est de révolution autour d'un axe Y-Y perpendiculaire à l'axe X-X du cylindre 4 et de préférence sécant avec celui-ci (ou passant à son voisinage immédiat) ; le canal de transfert 18 débouche tangentielllement à la paroi du cylindre 4, au voisinage de la génératrice Z de ce cylindre la plus éloignée de la soupape d'échappement 11 ; et les parois latérales du canal de transfert 18 sont sensiblement parallèles entre elles et inclinées d'un angle  $\beta$  par rapport à l'axe X-X du cylindre 4 dans un plan tangent audit cylindre 4 passant de préférence par la génératrice Z

la plus éloignée de la soupape d'échappement 11 ;

c) comme représenté aux figures 22 à 24, l'évidement 19 est de révolution, d'axe Y-Y situé dans un plan perpendiculaire à l'axe X-X du cylindre 4 et de préférence  
5 sécant avec celui-ci (ou passant à son voisinage immédiat) ; le canal de transfert 18 débouche tangentiellement à la paroi du cylindre 4 ; l'axe V-V parallèle à l'axe X-X du cylindre 4 et passant par le centre du débouché du canal de transfert 18 n'est pas  
10 sécant avec l'axe de révolution Y-Y de l'évidement 19.

Dans ce qui précède, il a été supposé que le procédé conforme à l'invention était mis en oeuvre dans un moteur à deux temps, mais il peut également s'utiliser dans un moteur à quatre temps, moteur dont les moyens distributeurs  
15 d'échappement comprennent en général au moins une soupape d'échappement 11 et les moyens distributeurs d'admission au moins une soupape d'admission 16.

Pour un moteur à quatre temps, la rétention des gaz de combustion est obtenue par le réglage de la distribution de  
20 façon à éviter le refoulement complet des gaz hors du cylindre ou encore à provoquer leur réaspiration, avant d'entamer le processus d'admission de l'air frais lors de la course descendante du piston.

Il suffit dans ce cas de décrire le diagramme  
25 d'ouverture des soupapes d'échappement et d'admission pour mettre l'homme de métier en mesure d'adapter les moteurs à quatre temps connus au procédé conforme à l'invention, à l'aide des figures 13 à 15 qui représentent, en fonction de l'angle  $\alpha$  du vilebrequin ou arbre principal du moteur,  
30 les levées d'ouverture respectivement de la soupape d'échappement (en trait plein) et de la soupape d'admission (en trait interrompu).

Selon le diagramme de la figure 13, il y a fermeture anticipée de l'échappement et ouverture retardée de

l'admission. Les moyens distributeurs d'échappement sont fermés (FE = fermeture de l'échappement) avant que le volume de la chambre de travail 1 soit minimal et les moyens distributeurs d'admission ne s'ouvrent (OA =  
5 ouverture de l'admission) que pendant la course du piston 5 correspondant à l'accroissement du susdit volume, au moment où l'arbre principal du moteur a une position sensiblement symétrique, par rapport à la position correspondant à la valeur minimale de ce volume, de celle correspondant à la  
10 fermeture des moyens distributeurs d'échappement. "OE" désigne l'ouverture de l'échappement et "FA" la fermeture de l'admission.

Selon le diagramme de la figure 14, les moyens distributeurs d'échappement sont fermés (en  $FE_1$ ) lorsque le  
15 volume de la chambre de travail 1 est voisin de sa valeur minimale, lorsqu'il risque de se produire une interférence entre le piston 5 et les moyens distributeurs d'échappement, puis rouverts lorsque ce volume atteint puis dépasse sa valeur minimale, puis fermés à nouveau en ( $FE_2$ )  
20 alors que les moyens distributeurs d'admission commencent à s'ouvrir et que le piston est dans sa course d'augmentation dudit volume. On utilise à cet effet un arbre à came d'échappement à double bosse de façon à réaspirer une partie des gaz refoulés.

25 Le diagramme de la figure 15 est une variante de celui de la figure 14 qui correspond au cas où il ne risque pas de se produire d'interférence entre le piston 5 et les moyens distributeurs d'échappement. C'est le cas par exemple lorsque la commande de l'échappement se fait par un  
30 boisseau, en remplacement d'une soupape, ou lorsqu'elle se fait par une soupape située dans une chapelle ou dans une chambre séparée de la chambre principale. Il n'est donc pas alors nécessaire de refermer temporairement les moyens distributeurs d'échappement, comme on le voit par  
35 comparaison entre les diagrammes des figures 14 et 15.

## REVENDICATIONS

1. Procédé d'alimentation pour moteur à combustion interne à allumage par compression, qui comprend  
au moins une chambre de travail constituée d'une  
5 chambre de combustion et du volume variable limité à l'intérieur d'un cylindre par un piston et par une culasse ;  
des moyens distributeurs d'échappement et des moyens distributeurs d'admission permettant de mettre cycliquement  
10 en communication ladite chambre de travail respectivement avec une première cavité recueillant les gaz de combustion formés dans la chambre de travail et successivement et/ou simultanément avec une deuxième cavité alimentée en air frais ; et  
15 des moyens d'introduction de combustible sous pression dans ladite chambre de combustion ;  
caractérisé en ce que  
lesdits moyens distributeurs sont actionnés de telle façon qu'une part importante des gaz de combustion du cycle  
20 précédent soit retenue dans la chambre de travail pendant le processus consistant à évacuer les gaz de combustion et à les remplacer en partie par de l'air frais, par ouverture des moyens distributeurs d'échappement et d'admission,  
la communication entre la deuxième cavité et la chambre  
25 de travail, lorsque les moyens distributeurs d'admission sont en position d'ouverture, d'une part, et la forme des parois de la chambre de travail, d'autre part, sont agencées de manière que le flux d'air frais pénètre dans la chambre de combustion, alors que le volume de la chambre de  
30 travail devient minimal en raison du mouvement relatif du piston, de façon à provoquer un mouvement de rotation intense du fluide de travail à l'intérieur de la chambre de combustion, en empêchant autant que possible, grâce à la centrifugation de l'air frais obtenue par ce mouvement de  
35 rotation et à la différence de densité entre l'air frais et

les gaz de combustion, l'air frais de se mélanger à l'intérieur de la chambre de combustion aux gaz de combustion retenus dans celle-ci, et à former dans ladite chambre de combustion une zone centrale où la concentration  
5 des gaz de combustion et la température sont maximales et une zone périphérique où la concentration d'air frais est maximale et la température minimale, et

les susdits moyens d'introduction de combustible sous pression sont agencés de manière à injecter le combustible  
10 directement dans la susdite zone centrale, au moins au début de chaque période d'injection.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la masse des gaz de combustion retenus dans la chambre de travail, d'un cycle sur l'autre, est au moins égale à  
15 10 %, de préférence à 15 %, de la masse du fluide de travail contenu dans cette dernière chambre au moment où les communications entre celle-ci et l'une et l'autre des susdites cavités viennent d'être interrompues au cours de chaque cycle, alors que le moteur fonctionne au moins  
20 approximativement à sa vitesse nominale.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on choisit la température de l'air admis et la proportion des gaz retenus dans la chambre de travail, d'un cycle sur l'autre, compte tenu des autres paramètres de  
25 fonctionnement du moteur, de façon telle que, si on mélangeait les gaz retenus et l'air frais avant d'injecter le combustible, la température du mélange ainsi obtenue au moment de l'injection pourrait être inférieure à celle où l'auto-inflammation du combustible se produit de façon  
30 stable et sans production excessive d'imbrûlés.

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'on choisit la température de l'air admis et la proportion des gaz retenus dans la chambre de travail, d'un cycle sur l'autre, compte tenu des  
35 autres paramètres de fonctionnement du moteur, de façon

telle que la température moyenne maximale du fluide de travail ne dépasse pas la valeur, de l'ordre de 1500°C, à partir de laquelle la production de NO<sub>x</sub> devient excessive.

5        5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le moteur fonctionne selon un cycle à deux temps.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que les susdits moyens distributeurs sont actionnés de telle façon que le volume d'air frais introduit dans la  
10 chambre de travail soit inférieur au volume de la chambre de travail à l'instant où les moyens distributeurs d'échappement et d'admission viennent de revenir en position de fermeture au cours d'un cycle.

7. Procédé selon la revendication 5 ou 6, caractérisé  
15 en ce que les moyens distributeurs d'admission sont essentiellement constitués par des lumières communiquant avec la susdite deuxième cavité, aménagées dans la partie de la paroi latérale du cylindre qui est parcourue par le piston et découvertes par celui-ci lorsque le volume de la  
20 chambre de travail est au voisinage de sa valeur maximale, lesdites lumières étant inclinées par rapport à une normale à ladite paroi latérale, située au voisinage de ces lumières, de façon à créer le susdit mouvement de rotation et

25        en ce que les moyens distributeurs d'échappement sont constitués par au moins une soupape d'échappement aménagée dans la susdite culasse et disposée de telle façon qu'elle laisse libre la région centrale de celle-ci en permettant de disposer dans cette région les moyens d'introduction de  
30 combustible sous pression.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la chambre de combustion est constituée par l'espace qui est délimité par la culasse, la susdite paroi latérale et le piston lorsque celui-ci est au voisinage de la  
35 position correspondant à la valeur minimale du volume de la



chambre de travail.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que la chambre de combustion (2) a une forme de révolution, et la valeur minimale (e) de la distance entre le piston (5) et la culasse (6) est telle que les mouvements radiaux du fluide de travail créés par la coopération entre la surface transversale (14) du piston (5) et la culasse (6) soient aussi réduits que possible.

10. Procédé selon la revendication 5 ou 6, caractérisé en ce que les moyens distributeurs d'échappement et les moyens distributeurs d'admission sont constitués tous deux par des soupapes aménagées dans la culasse.

11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que la susdite chambre de combustion est constituée par un évidement, de préférence de révolution, aménagé dans la culasse et dans lequel est située la tête de la soupape d'admission, lequel évidement communique avec le volume que parcourt le piston par un passage dont les parois sont agencées pour diriger le flux d'air frais vers le piston, lorsque les soupapes d'échappement et d'admission sont ouvertes simultanément et que le piston se trouve dans des positions correspondant à des valeurs du volume de la chambre de travail voisines de la valeur maximale.

12. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que les moyens d'introduction de combustible sous pression sont situés dans le susdit évidement, la soupape d'échappement étant de préférence située sur ledit ciel de culasse, ledit évidement et ledit volume communiquant par un passage dont les parois sont agencées de façon à diriger le flux d'air frais introduit dans la chambre de travail, lorsque les soupapes d'échappement et d'admission sont ouvertes simultanément et que le piston se trouve au voisinage de la position correspondant au volume maximal de la chambre de travail, en direction du piston et tangentielllement à la partie de la paroi latérale du

cylindre qui est la plus éloignée de la soupape d'échappement.

13. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que les parois du susdit passage sont orientées de telle façon que le flux d'air frais dirigé vers le piston ait une direction inclinée par rapport à l'axe de déplacement dudit piston de façon à induire un mouvement hélicoïdal dudit flux d'air dans le volume compris entre le piston et la culasse.

14. Procédé selon l'une des revendications 12 et 13, caractérisé en ce que la forme du susdit passage est telle que, quand le piston remonte, le fluide de travail est injecté dans la chambre de combustion principalement tangentielllement à une paroi périphérique dudit passage de façon à créer un mouvement de rotation du fluide de travail dans ledit évidement autour de son axe de révolution.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 et 10 à 14, caractérisé en ce que les moyens d'introduction de combustible sous pression débouchent dans la chambre de combustion en face d'une soupape d'admission, dans la zone centrale de l'évidement.

16. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que le susdit évidement, qui est de révolution, a son axe qui est situé approximativement dans un plan perpendiculaire à l'axe du cylindre et ne passant pas par cet axe, le canal de transfert débouchant de préférence tangentielllement à la paroi du cylindre au voisinage de la génératrice la plus éloignée de la soupape d'échappement (figures 16 à 18).

17. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que le susdit évidement, qui est de révolution, à son axe qui est perpendiculaire à l'axe du cylindre et de préférence sécant avec celui-ci (ou passant à son voisinage immédiat) ; le canal de transfert débouche tangentielllement à la paroi du cylindre, au voisinage de la génératrice de

ce cylindre la plus éloignée de la soupape d'échappement ;  
et les parois latérales du canal de transfert sont  
sensiblement parallèles entre elle et inclinées par rapport  
à l'axe du cylindre dans un plan tangent audit cylindre  
5 passant de préférence par la génératrice la plus éloignée  
de la soupape d'échappement (figures 19 à 21).

18. Procédé selon la revendication 11, caractérisé en  
ce que le susdit évidement, qui est de révolution, a son  
axe situé dans un plan perpendiculaire à l'axe du cylindre  
10 et de préférence sécant avec ce dernier axe (ou passant à  
son voisinage immédiat) ; le canal de transfert débouche  
tangentiuellement à la paroi du cylindre ; et l'axe  
parallèle à l'axe du cylindre et passant par le centre du  
débouché du canal de transfert n'est pas sécant avec l'axe  
15 de révolution de l'évidement (figures 22 à 24).

19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1  
à 18, caractérisé en ce que le moteur fonctionne selon un  
cycle à quatre temps.

20. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en  
ce que les moyens distributeurs d'échappement sont fermés  
avant que le volume de la chambre de travail soit minimal  
et les moyens distributeurs d'admission ne s'ouvrent que  
pendant la course du piston correspondant à l'accroissement  
du susdit volume, au moment où l'arbre principal du moteur  
25 a une position sensiblement symétrique, par rapport à la  
position correspondant à la valeur minimale de ce volume,  
de celle correspondant à la fermeture des moyens  
distributeurs d'échappement.

21. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en  
30 ce que les moyens distributeurs d'échappement sont fermés  
lorsque le volume de la chambre de travail est voisin de sa  
valeur minimale dans le cas où il risque de se produire une  
interférence entre le piston et lesdits moyens  
distributeurs d'échappement, puis ouverts lorsque ce  
35 volume atteint puis dépasse sa valeur minimale, puis fermés

26 :

à nouveau alors que les moyens distributeurs d'admission s'entrouvent et que le piston est dans sa course d'augmentation dudit volume.

5

1/9

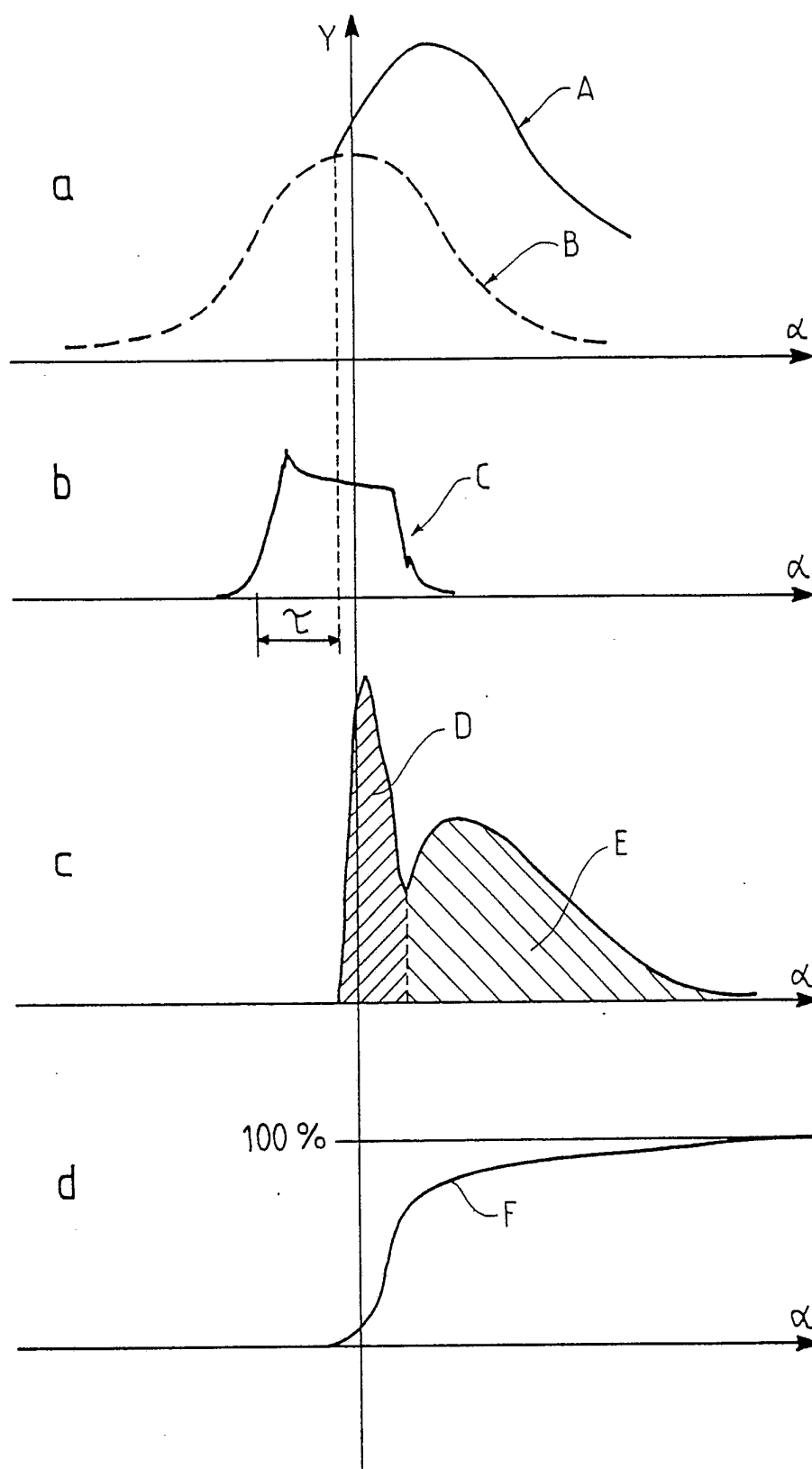


FIG. 1

2/9

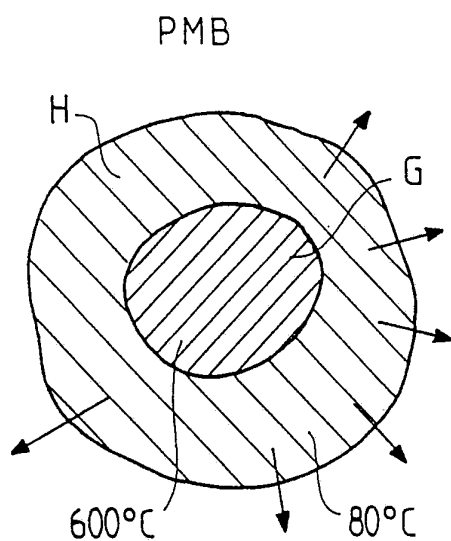


FIG. 2

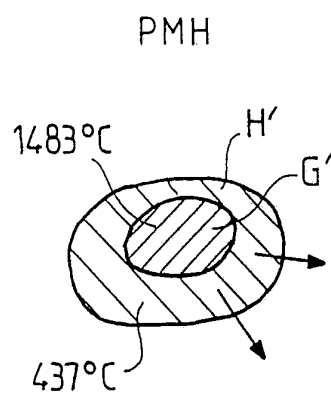


FIG. 3

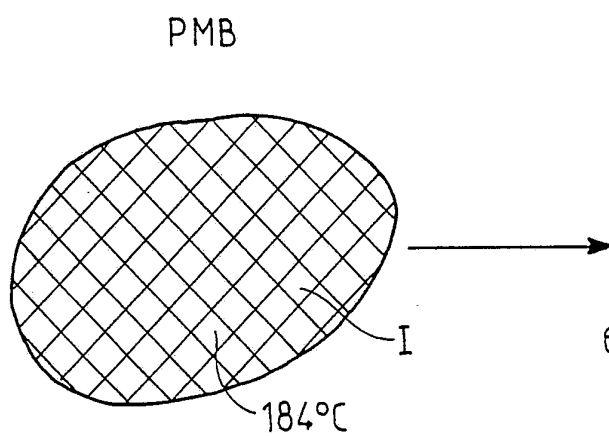


FIG. 4

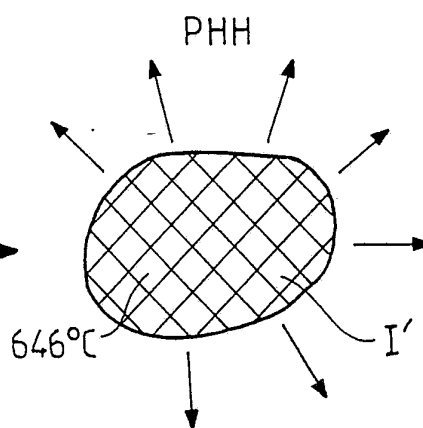


FIG. 5

3/9

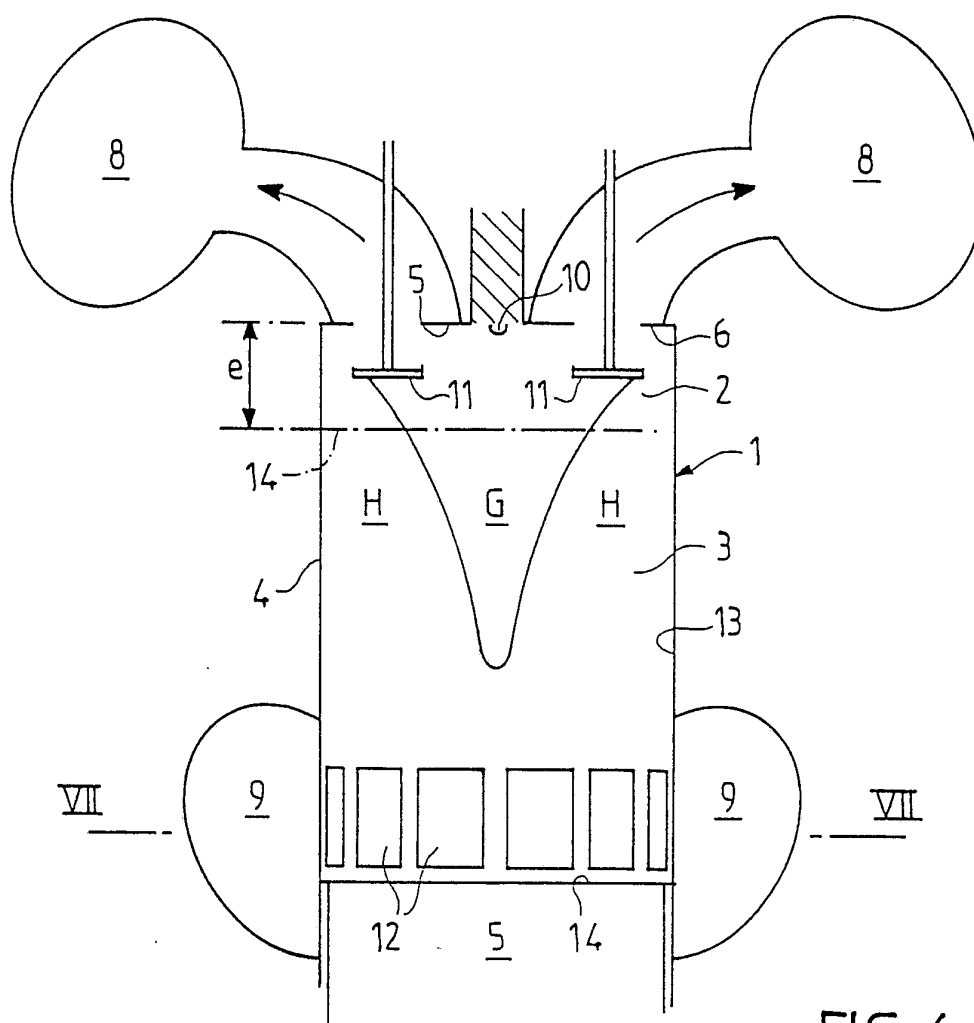


FIG. 6

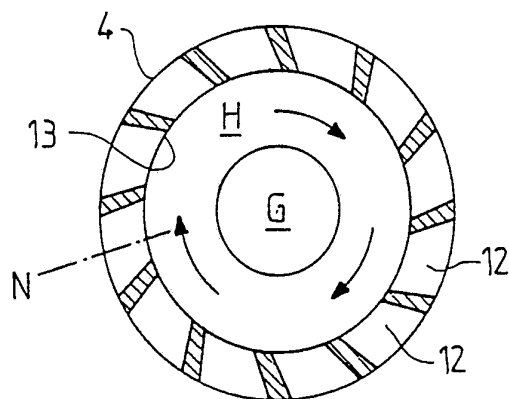


FIG. 7

4/9

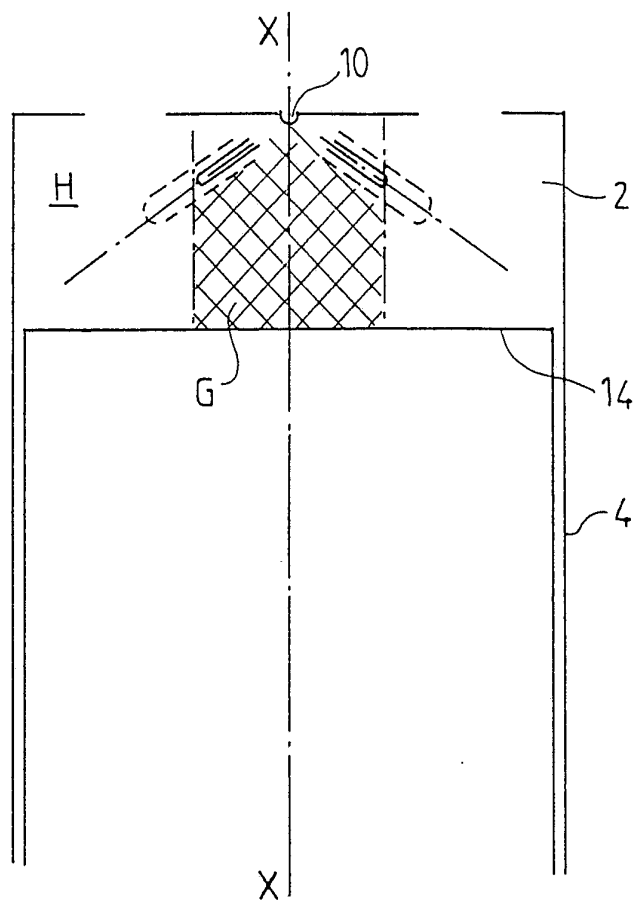


FIG.8

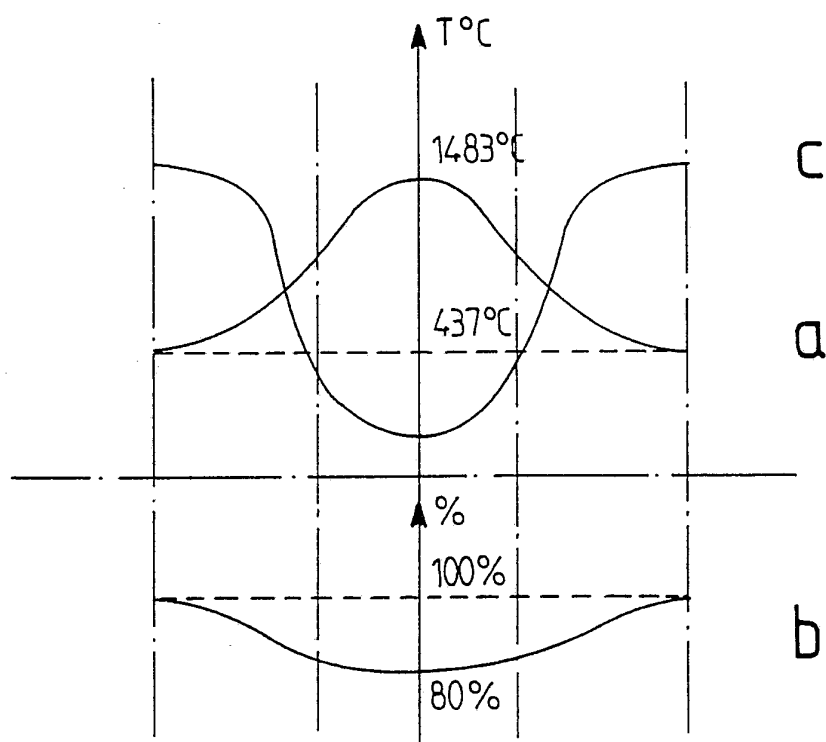


FIG.9



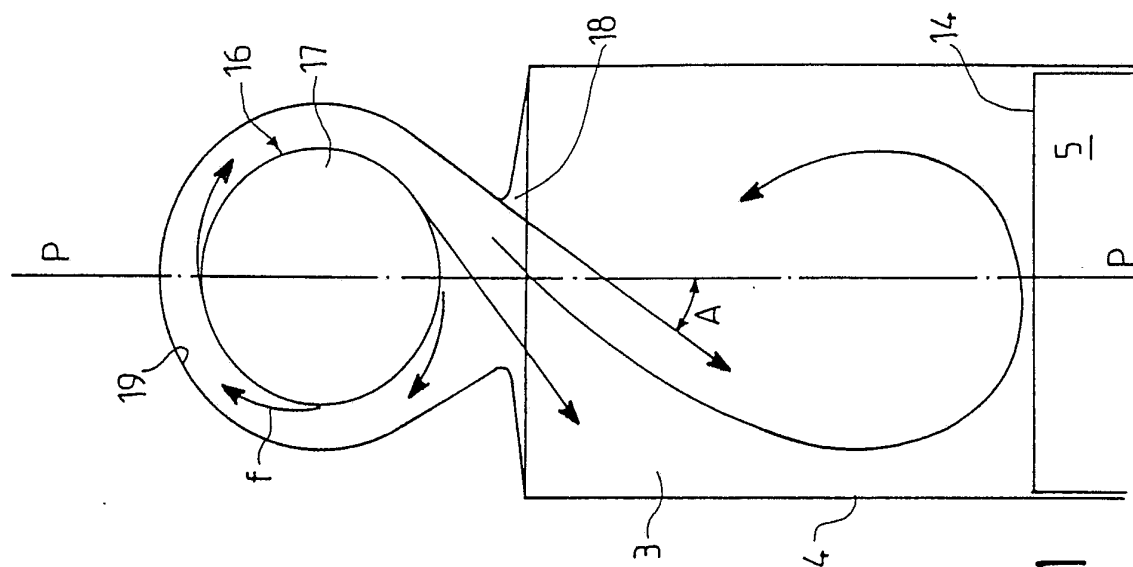


FIG. 11

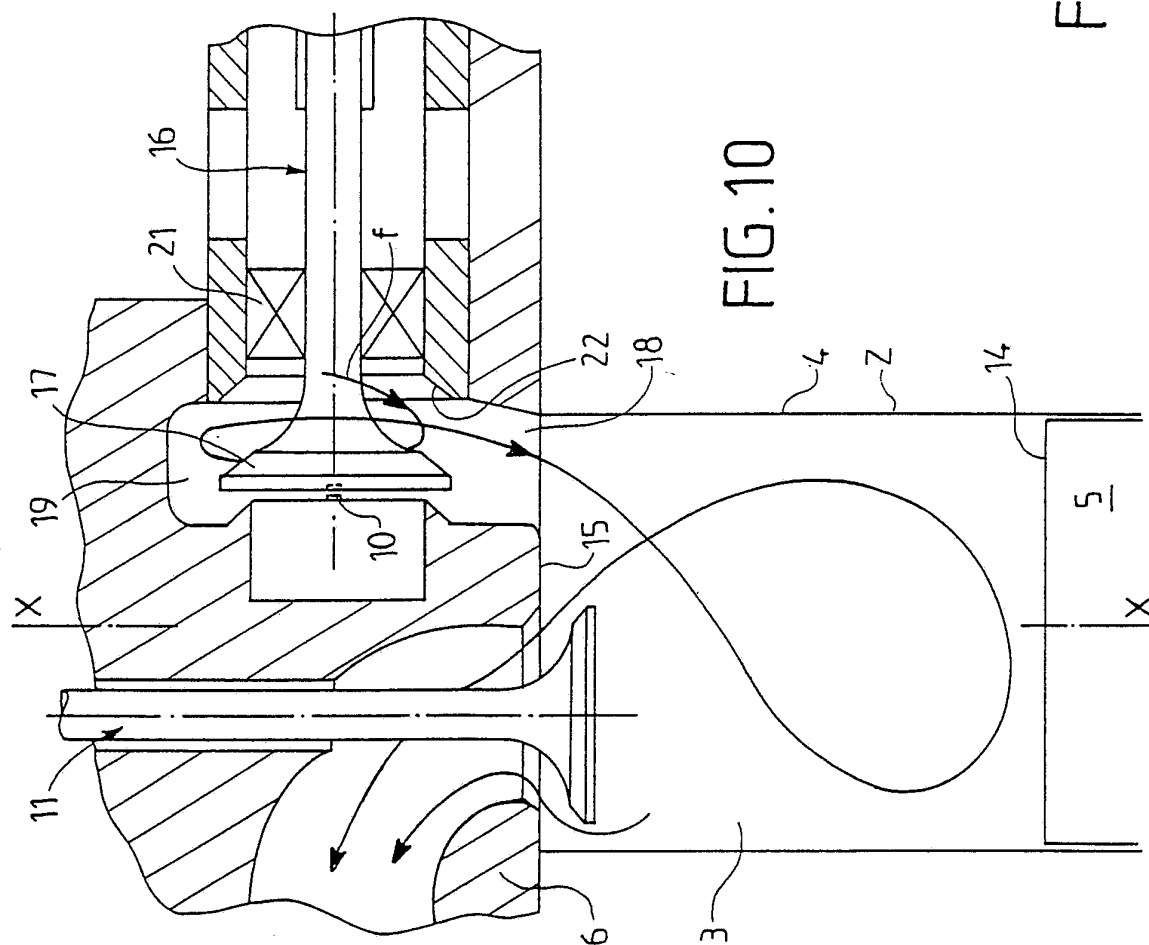


FIG. 10

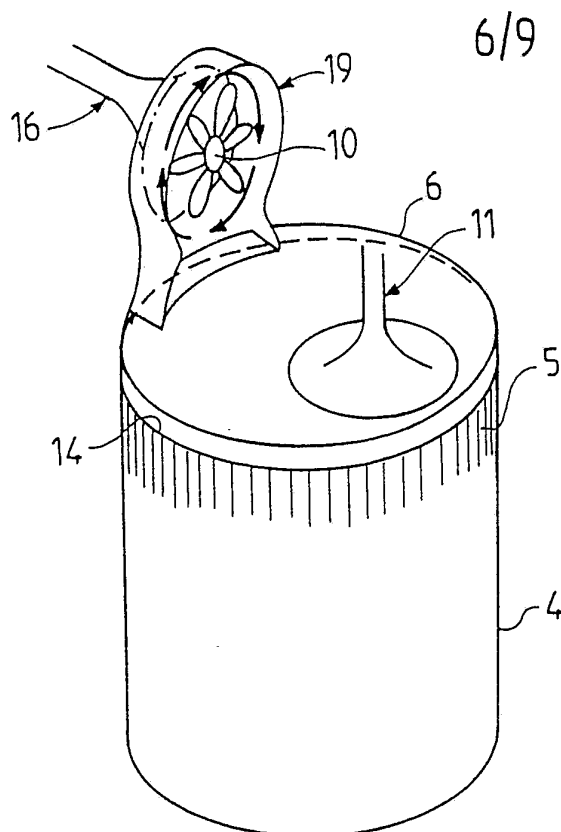


FIG. 12

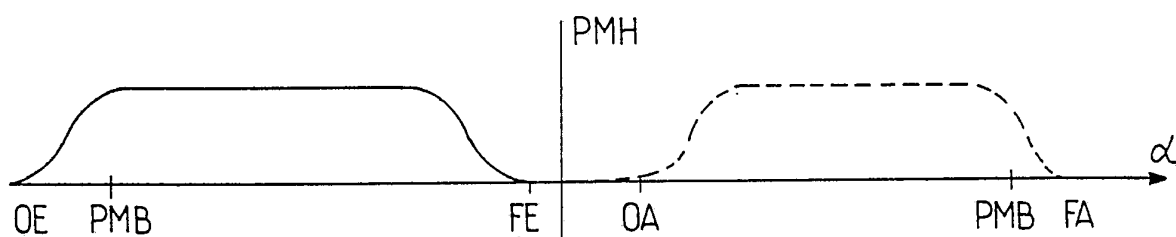


FIG. 13

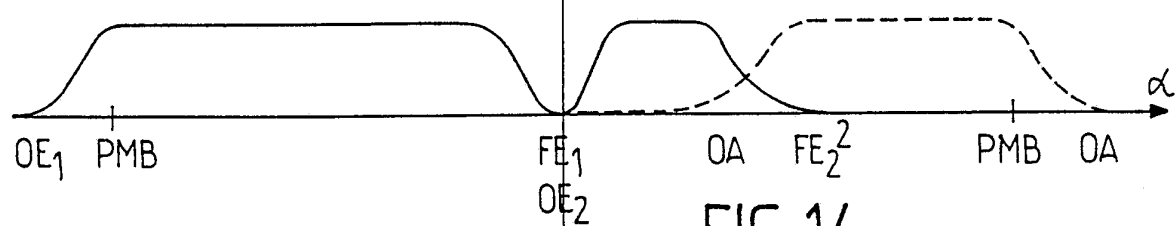


FIG. 14

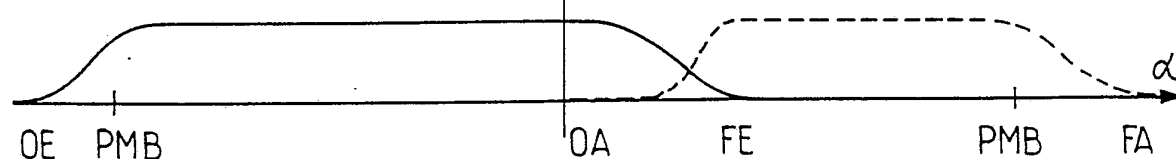


FIG. 15

7/9

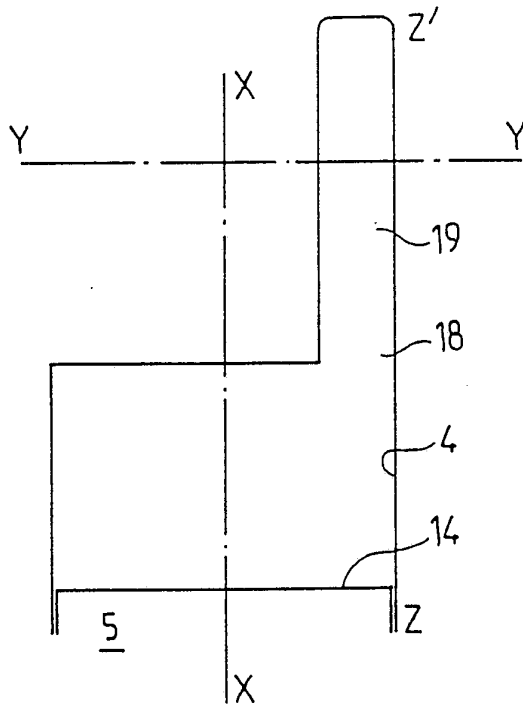


FIG. 16

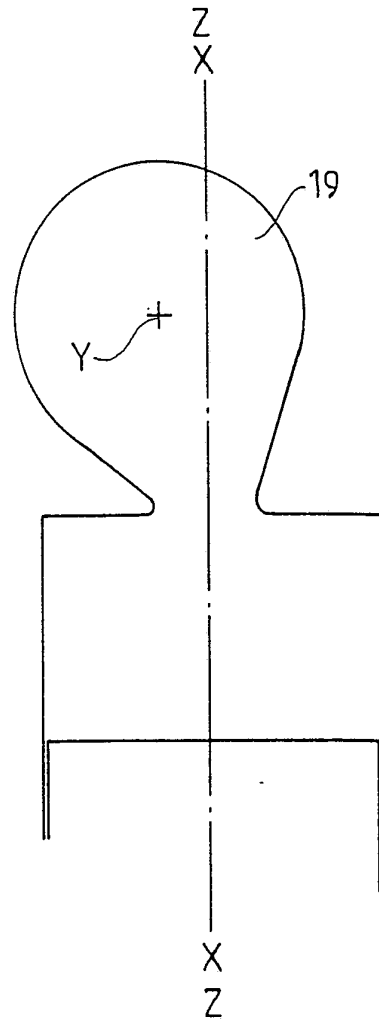


FIG. 17

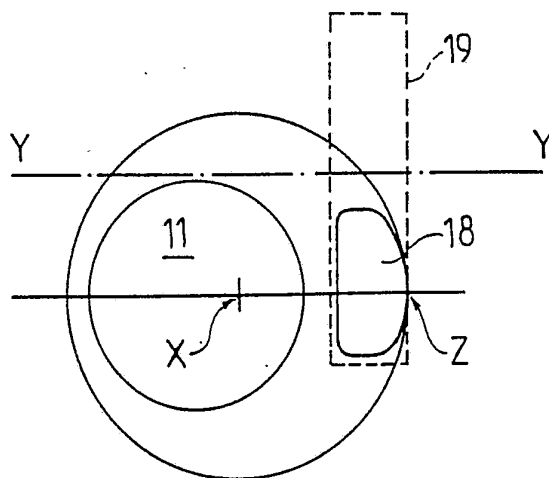


FIG. 18

8/9

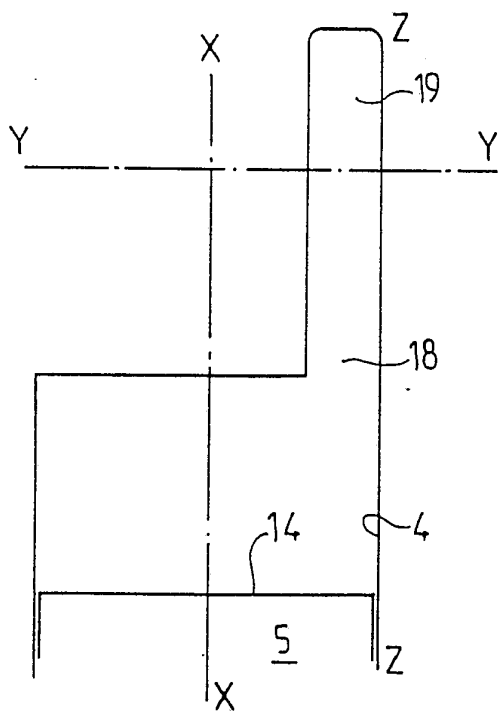


FIG. 19

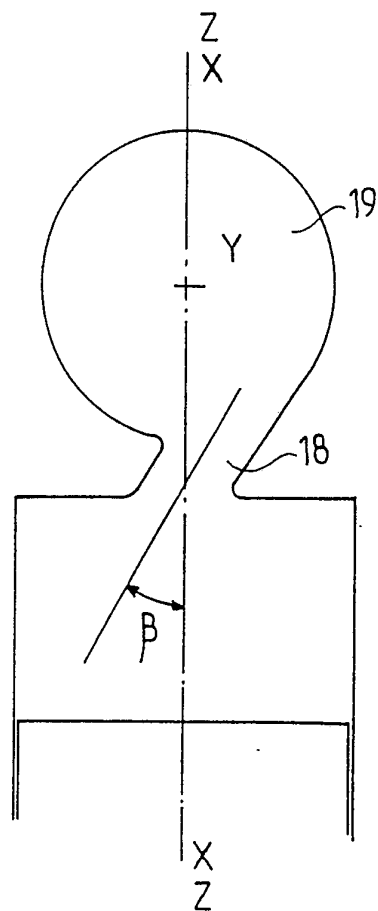


FIG. 20

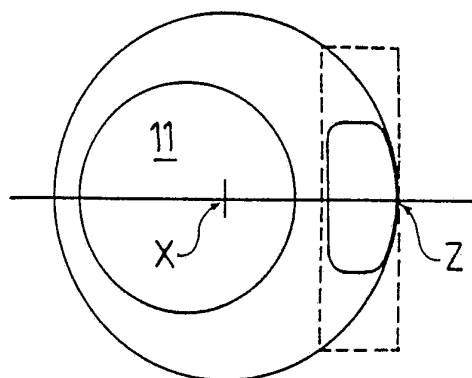


FIG. 21

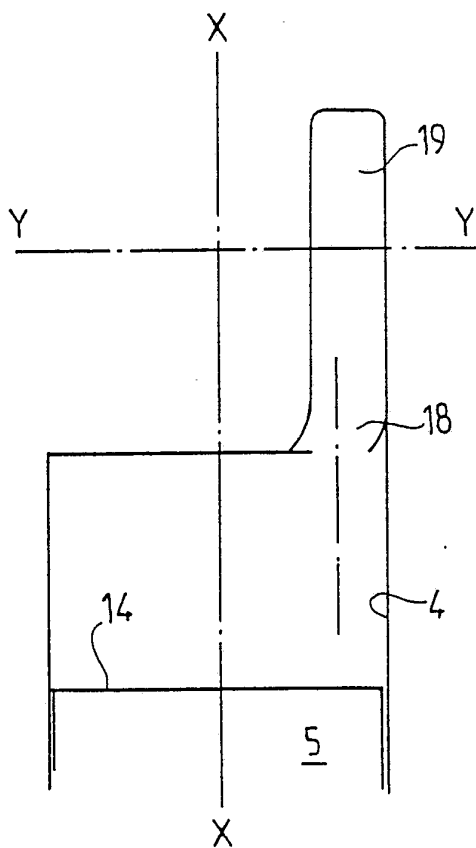


FIG. 22

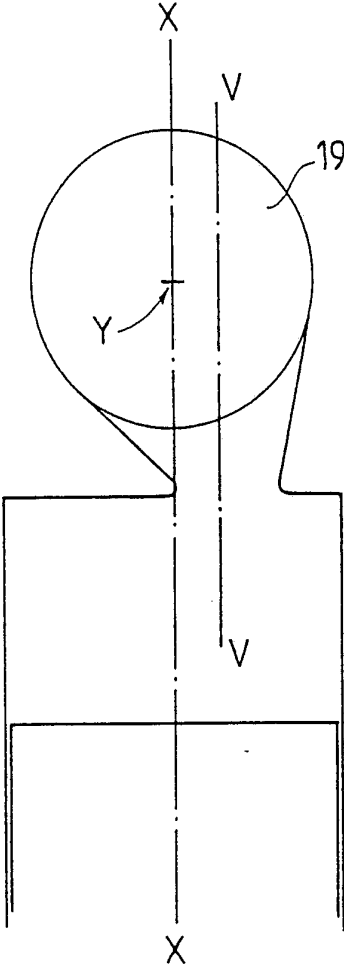


FIG. 23

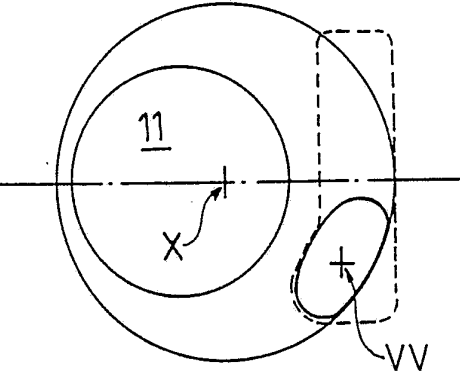


FIG. 24

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR 93/00426

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INT. CL.<sup>5</sup> F02D13/02; F02B25/04; F02B25/14; F02B31/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

INT. CL.<sup>5</sup> F02D ; F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE, A, 3 401 362 (FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR ENERGIE-TECHNIK UND VERBRENNUNGSMOTOREN) 9 August 1984 see page 9, paragraph 3 - page 10, last paragraph; claims 1-5; figures 4, 5, 7, 10-12	1, 5-9, 19, 20
Y	GB, A, 2 223 802 (KIORITZ CORP.) 18 April 1990 see page 4, line 10 - page 5, line 22; figure 4	1, 5-9, 19, 20
A	WO, A, 8 704, 217 (MELCHIOR) 16 July 1987 see the whole document	10-18
A	DE, A, 3 828 742 (TOYOTA) 9 March 1989 see column 4, line 30 - column 5, line 3; figures 2, 9, 12, 13	1
A	EP, A, 0 204 687 (AVL GESELLSCHAFT FÜR VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINEN UND MESSTECHNIK) 10 December 1986 see column 3, line 55 - column 4, line 16; figures 1, 2	5, 7-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 August 1993 (25. 08.93)

Date of mailing of the international search report

03 September 1993 (03.09.93)

Name and mailing address of the ISA/

EUROPEAN PATENT OFFICE

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR 93/00426

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE, A, 3 149 500 (VOIGT) 23 June 1983 see the whole document	1, 19
A	--- US, A, 4 993 372 (CONSTANTIN MOTT) 19 February 1991 see the whole document	1
A	--- EP, A, 0 397 521 (ISUZU) 14 November 1990 see column 3, line 31 - line 41 see column 5, line 23 - line 58; figures 1-3, 6  -----	1, 7

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.**

FR 9300426  
SA 73961

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

25/08/93

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A-3401362	09-08-84	FR-A, B 2541372	24-08-84
		GB-A, B 2134596	15-08-84
		JP-A- 59147838	24-08-84
		SE-B- 454286	18-04-88
		SE-A- 8400534	05-08-84
		US-A- 4700684	20-10-87
GB-A-2223802	18-04-90	JP-C- 1671109	12-06-92
		JP-A- 2108815	20-04-90
		JP-B- 3037007	04-06-91
		AU-B- 609639	02-05-91
		AU-A- 4128489	19-07-90
		DE-A- 3934278	19-04-90
		US-A- 4995350	26-02-91
WO-A-8704217	16-07-87	FR-A- 2592430	03-07-87
		AU-B- 594997	22-03-90
		AU-A- 6832487	28-07-87
		EP-A, B 0252935	20-01-88
		JP-T- 63502045	11-08-88
		US-A- 4854280	08-08-89
		US-A- 5014663	14-05-91
DE-A-3828742	09-03-89	US-A- 4856473	15-08-89
EP-A-0204687	10-12-86	AT-A- 384079	25-09-87
		JP-C- 1718401	14-12-92
		JP-B- 4004445	28-01-92
		JP-A- 62007929	14-01-87
DE-A-3149500	23-06-83	None	
US-A-4993372	19-02-91	None	
EP-A-0397521	14-11-90	JP-A- 2298629	11-12-90
		US-A- 5005539	09-04-91



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 93/00426

<b>I. CLASSEMENT DE L'INVENTION</b> (si plusieurs symboles de classification sont applicables, les indiquer tous) <sup>7</sup>		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-family: monospace;"> <span>CIB 5 F02D13/02;</span> <span>F02B25/04;</span> <span>F02B25/14;</span> <span>F02B31/00</span> </div>		
<b>II. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b>		
Documentation minimale consultée <sup>8</sup>		
Système de classification	Symboles de classification	
CIB 5	F02D ; F02B	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où de tels documents font partie des domaines sur lesquels la recherche a porté		
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b> <sup>10</sup>		
Catégorie <sup>9</sup>	Identification des documents cités, avec indication, si nécessaire, <sup>12</sup> des passages pertinents <sup>13</sup>	No. des revendications visées <sup>14</sup>
Y	DE,A,3 401 362 (FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR ENERGIETECHNIK UND VERBRENNUNGSMOTOREN) 9 Août 1984 voir page 9, alinéa 3 - page 10, dernier alinéa ; revendications 1-5; figures 4,5,7,10-12 <div style="text-align: center;">---</div>	1,5-9, 19,20
Y	GB,A,2 223 802 (KIORITZ CORP.) 18 Avril 1990 voir page 4, ligne 10 - page 5, ligne 22; figure 4 <div style="text-align: center;">---</div>	1,5-9, 19,20
A	WO,A,8 704 217 (MELCHIOR) 16 Juillet 1987 voir le document en entier <div style="text-align: center;">---</div> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">-/--</div>	10-18
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p><sup>9</sup> Catégories spéciales de documents cités:<sup>11</sup></p> <p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" document ultérieur publié postérieurement à la date de dépôt international ou à la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive</p> <p>"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier.</p> <p>"A" document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
<b>IV. CERTIFICATION</b>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
25 AOUT 1993		03.09.93
Administration chargée de la recherche internationale		Signature du fonctionnaire autorisé
OFFICE EUROPEEN DES BREVETS		THOMAS C.

III. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS <sup>14</sup>		(SUITE DES RENSEIGNEMENTS INDQUES SUR LA DEUXIEME FEUILLE)
Catégorie °	Identification des documents cités, <sup>16</sup> avec indication, si nécessaire des passages pertinents <sup>17</sup>	No. des revendications visées <sup>18</sup>
A	DE,A,3 828 742 (TOYOTA) 9 Mars 1989 voir colonne 4, ligne 30 - colonne 5, ligne 3; figures 2,9,12,13 ---	1
A	EP,A,0 204 687 (AVL GESELLSCHAFT FÜR VERBRENNUNGSKRAFTMASCHINEN UND MESSTECHNIK) 10 Décembre 1986 voir colonne 3, ligne 55 - colonne 4, ligne 16; figures 1,2 ---	5,7-9
A	DE,A,3 149 500 (VOIGT) 23 Juin 1983 voir le document en entier ---	1,19
A	US,A,4 993 372 (CONSTANTIN MOTT) 19 Février 1991 voir le document en entier ---	1
A	EP,A,0 397 521 (ISUZU) 14 Novembre 1990 voir colonne 3, ligne 31 - ligne 41 voir colonne 5, ligne 23 - ligne 58; figures 1-3,6 -----	1,7

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE  
RELATIF A LA DEMANDE INTERNATIONALE NO.**

FR 9300426  
SA 73961

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche internationale visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

25/08/93

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE-A-3401362	09-08-84	FR-A, B 2541372	24-08-84
		GB-A, B 2134596	15-08-84
		JP-A- 59147838	24-08-84
		SE-B- 454286	18-04-88
		SE-A- 8400534	05-08-84
		US-A- 4700684	20-10-87
GB-A-2223802	18-04-90	JP-C- 1671109	12-06-92
		JP-A- 2108815	20-04-90
		JP-B- 3037007	04-06-91
		AU-B- 609639	02-05-91
		AU-A- 4128489	19-07-90
		DE-A- 3934278	19-04-90
		US-A- 4995350	26-02-91
WO-A-8704217	16-07-87	FR-A- 2592430	03-07-87
		AU-B- 594997	22-03-90
		AU-A- 6832487	28-07-87
		EP-A, B 0252935	20-01-88
		JP-T- 63502045	11-08-88
		US-A- 4854280	08-08-89
		US-A- 5014663	14-05-91
DE-A-3828742	09-03-89	US-A- 4856473	15-08-89
EP-A-0204687	10-12-86	AT-A- 384079	25-09-87
		JP-C- 1718401	14-12-92
		JP-B- 4004445	28-01-92
		JP-A- 62007929	14-01-87
DE-A-3149500	23-06-83	Aucun	
US-A-4993372	19-02-91	Aucun	
EP-A-0397521	14-11-90	JP-A- 2298629	11-12-90
		US-A- 5005539	09-04-91

EPO FORM P072

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82