



⑪ Numéro de publication : **0 435 730 A1**

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt : **90403563.1**

⑤① Int. Cl.⁵ : **F02B 25/26, F02M 69/08,
F02M 69/10**

㉔ Date de dépôt : **12.12.90**

③① Priorité : **29.12.89 FR 8917483**
29.12.89 FR 8917484

④③ Date de publication de la demande :
03.07.91 Bulletin 91/27

⑧④ Etats contractants désignés :
BE DE GB IT SE

⑦① Demandeur : **INSTITUT FRANCAIS DU
PETROLE**
4, avenue de Bois-Préau
F-92502 Rueil-Malmaison (FR)

⑦② Inventeur : **Maissant, Jean-Pierre**
12bis rue du Général Noel
F-92500 Rueil Malmaison (FR)

⑤④ **Moteur à deux temps à injection pneumatique commandée.**

⑤⑦ Au moins une canalisation de liaison permet de joindre la chambre de combustion d'un premier cylindre (1) au carter-pompe (5') d'un second cylindre (1'). Les moyens de commande de l'injection d'air carburé dans la chambre du premier cylindre (1) comportent au moins un flasque (6') fixé rigidement sur l'axe du vilebrequin du moteur à l'intérieur du carter-pompe (5') du second cylindre. Le flasque (6') comporte un évidement (16') sur sa partie périphérique de manière à pouvoir isoler le carter-pompe (5') ou à le mettre en communication avec le volume interne de la chambre de combustion à des instants déterminés du cycle du moteur.

EP 0 435 730 A1

MOTEUR A DEUX TEMPS A INJECTION PNEUMATIQUE COMMANDEE

L'invention concerne un moteur à deux temps à injection pneumatique commandée.

Les moteurs à deux temps à plusieurs cylindres comportent généralement, associé à chacun des cylindres, un carter appelé carter-pompe communiquant avec l'une des extrémités de la chambre de combustion du cylindre et assurant l'introduction de gaz frais dans le cylindre, par l'intermédiaire d'au moins un conduit et une ouverture de transfert. Le piston qui se déplace de manière alternative dans le cylindre assure également l'aspiration et la compression des gaz frais dans le carter-pompe. Un clapet d'admission disposé sur le carter-pompe permet l'introduction des gaz frais dans le carter, lorsque le piston se déplace dans la direction opposée au carter, ces gaz frais étant ensuite comprimés et assurant la fermeture du clapet, lorsque le piston se déplace en direction du carter. Lorsque les ouvertures correspondantes du cylindre sont dégagées par le piston, des gaz frais sont introduits dans le cylindre par les conduits et ouvertures de transfert et produisent un balayage de gaz frais destinés à remplacer les gaz brûlés qui sont évacués par des ouvertures d'échappement généralement disposées de façon décalée par rapport aux ouvertures de transfert. Le piston se déplace en s'éloignant du carter de manière à comprimer les gaz contenus dans le cylindre. L'allumage et la combustion d'un mélange d'air et de carburant produisent ensuite le déplacement moteur du piston vers le carter.

On a proposé, dans le cas d'un moteur à plusieurs cylindres, d'assurer une injection pneumatique de carburant dans un premier cylindre en utilisant la pression des gaz frais à l'intérieur du carter-pompe d'un second cylindre dont le piston se déplace avec un décalage angulaire par rapport au piston du premier cylindre, si l'on considère la rotation du vilebrequin traversant dans la direction axiale l'ensemble des carters-pompes du moteur.

Généralement, l'air sous pression utilisé pour l'injection dans un cylindre provient du carter-pompe d'un second cylindre dont le retard en ce qui concerne la rotation du vilebrequin peut être de 120°, dans le cas d'un moteur à trois, six, ... trois n cylindres ou encore de 90°, dans le cas d'un moteur à quatre, huit, ... quatre n cylindres par rapport au cylindre dans lequel on effectue l'injection.

On a proposé également des dispositifs de commande de l'injection du mélange carburé et en particulier des dispositifs de commande du début d'introduction de ce mélange carburé en fin de balayage par l'air frais du cylindre du moteur.

Ces dispositifs peuvent être constitués par une soupape automatique, une soupape commandée, un boisseau tournant ou encore par une ouverture ména-

gée dans le second cylindre à partir duquel on effectue l'injection, coopérant avec la jupe du piston correspondant.

5 Généralement, aucun contrôle ou commande de l'injection n'est effectué directement à la sortie du carter-pompe, au niveau d'une ouverture de ce carter-pompe à laquelle est reliée la canalisation de liaison au premier cylindre.

10 Le but de l'invention est donc de proposer un moteur à deux temps comportant au moins un premier cylindre dans lequel se déplace un piston et un second cylindre dont l'une des extrémités communique avec un carter-pompe traversé par le vilebrequin du moteur suivant une direction axiale comportant un moyen d'admission d'air dans le carter-pompe, au moins une canalisation de liaison entre le carter-pompe du second cylindre et la chambre de combustion du premier cylindre, des moyens d'alimentation en carburant de l'une au moins des canalisations de liaison, des moyens de commande d'injection pour l'isolation ou la mise en communication du carter-pompe du second cylindre et de la chambre de combustion du premier cylindre et des moyens de liaison entre les pistons mobiles dans le premier et le second cylindres liés aux vilebrequins, de manière qu'il existe un décalage angulaire entre les cycles du premier et du second cylindres, ce moteur comportant des moyens de commande d'injection, au niveau du carter-pompe du second cylindre assurant une injection parfaitement réglée par rapport au cycle de fonctionnement du moteur.

Dans ce but, les moyens de commande d'injection comportent au moins un flasque de forme sensiblement cylindrique fixé rigidement sur l'axe du vilebrequin, à l'intérieur du carter-pompe du second cylindre présentant au moins un évidement dans sa partie périphérique de manière à réaliser l'isolation et/ou la mise en communication entre la chambre de combustion du premier cylindre et le carter-pompe du second cylindre à des instants déterminés du cycle de fonctionnement du moteur sous l'effet de la rotation du vilebrequin.

45 Sans sortir du cadre de l'invention, les moyens de commande d'injection comportent en outre une soupape automatique assistée dont la tige est reliée à une membrane souple séparant deux chambres de manière étanche dont l'une au moins est reliée par un conduit à une ouverture obturable communiquant avec le volume intérieur de l'un des carters-pompes du premier ou du second cylindre.

50 Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire, à titre d'exemples non limitatifs, en se référant aux figures jointes en annexe, plusieurs modes de réalisation d'un moteur à deux temps suivant l'invention.

La figure 1 est une vue en perspective éclatée du carter-pompe d'un cylindre d'un moteur suivant l'invention et du piston correspondant.

La figure 2 est une vue en coupe suivant II de la figure 1.

Les figures 3, 4, 5 et 6 sont des vues schématiques de deux cylindres d'un moteur à deux temps suivant l'invention et suivant un premier mode de réalisation, au cours de quatre phases successives du cycle de fonctionnement du moteur.

La figure 7 est une vue schématique de deux cylindres d'un moteur à deux temps suivant l'invention et suivant un second mode de réalisation.

La figure 8 est une vue schématique de deux cylindres d'un moteur à deux temps suivant l'invention et suivant un troisième mode de réalisation dans lequel les moyens de commande d'injection dans les cylindres comportent des soupapes commandées par des cames.

Les figures 8A, 8B, 8C, 8D et 8E sont des diagrammes correspondant à différents types de fonctionnement du moteur représenté sur la figure 8, en ce qui concerne la commande du début et de la fin d'injection du mélange carburé dans un cylindre.

La figure 9 est une vue en coupe d'une soupape automatique assistée constituant un moyen de commande d'injection dans un cylindre d'un moteur deux temps suivant l'invention.

La figure 10 est un diagramme montrant les variations de la pression dans un cylindre et dans le carter-pompe associé d'un moteur suivant l'invention, ainsi que dans le carter-pompe d'un second cylindre du moteur, en fonction de l'angle de rotation du vilebrequin.

La figure 11 est une vue en coupe d'une première variante de réalisation d'une soupape automatique assistée constituant un moyen de commande d'injection d'un moteur deux temps suivant l'invention.

La figure 12 est un diagramme montrant les différentes pressions de commande de la soupape assistée représentée sur la figure 11, en fonction de l'angle de rotation du vilebrequin.

La figure 13 est une vue en coupe d'une soupape automatique assistée suivant une seconde variante de réalisation constituant le moyen d'injection dans un cylindre d'un moteur deux temps suivant l'invention.

La figure 14 est un diagramme montrant les pressions de commande de la soupape automatique assistée représentée sur la figure 13, en fonction de l'angle de rotation du vilebrequin.

Les figures 15 et 16 sont des vues schématiques de deux cylindres d'un moteur deux temps suivant l'invention mettant en oeuvre une soupape automatique assistée suivant la figure 11, au

cours de deux phases successives du cycle de fonctionnement du moteur.

Sur la figure 1, on voit une partie de la paroi du carter 1 d'un cylindre d'un moteur suivant l'invention comportant, à sa partie supérieure, la chambre de combustion du cylindre dans laquelle se déplace le piston 2 relié par une bielle articulée 3 au vilebrequin 4 du moteur traversant dans une direction axiale une chambre inférieure 5 délimitée dans la partie inférieure du carter 1 et par deux flasques latéraux 6 et 7. La chambre 5 constituant le carter-pompe associé au cylindre communique avec la partie inférieure de la chambre de combustion du cylindre.

En se reportant à l'une quelconque des figures 3 à 6, on voit que le carter 1 du premier cylindre représenté sur la gauche de la figure ou le carter 1' du second cylindre représenté sur la droite de la figure constituent, dans leur partie supérieure, la chambre du cylindre dans laquelle se déplace un piston 2 (ou 2') et, dans leur partie inférieure, le carter-pompe 5 (ou 5') dans lequel débouche la partie inférieure du cylindre proprement dit.

Le carter-pompe 5 (ou 5') comporte une ouverture ou un ajustage d'entrée d'air 9 sur lequel est interposé un clapet 10 permettant l'entrée d'air atmosphérique dans le carter-pompe 5 lorsque celui-ci est en dépression. L'ajustage 9 est fixé sur la paroi du carter 1 au niveau du carter-pompe, entre les flasques 6 et 7.

De l'air atmosphérique est susceptible d'être aspiré à l'intérieur du carter-pompe lorsque le piston 2 se déplace vers le haut et comprimé à l'intérieur du carter-pompe 5, lorsque le piston se déplace pour atteindre sa position basse telle que représentée sur la partie de gauche de la figure 3, par exemple.

Le carter-pompe 5 de chacun des cylindres communique par l'intermédiaire d'au moins un conduit externe et d'une ouverture telle que 11 avec la chambre du cylindre. Une conduite d'échappement 12 permet d'évacuer des gaz brûlés avant leur remplacement par de l'air frais provenant du carter-pompe 5.

Dans le cas d'un moteur à injection pneumatique, la chambre de combustion du cylindre dans laquelle se déplace le piston 2 est reliée à une conduite d'injection d'air sous pression 14 dans laquelle débouche un injecteur de carburant 13.

Le mélange d'air sous pression et de carburant est injecté à un instant déterminé à l'intérieur du cylindre, mélangé à l'air frais introduit dans le cylindre puis comprimé, comme représenté sur la partie de droite de la figure 3. Une bougie 15 fixée dans la culasse rapportée sur la carter 1 à sa partie supérieure permet d'assurer l'allumage et la combustion du mélange qui provoque la descente du piston en direction du carter-pompe.

Selon l'invention, comme il est représenté sur les figures 1 et 2, les flasques 6 et 7 comportent des évi-

dements ou découpes respectivement 16 et 17 de forme biseautée, sur une partie de la périphérie du flasque correspondant à une certaine zone angulaire autour de l'axe du vilebrequin 4.

Chacun des flasques 5 et 6 comporte un balourd d'équilibrage 18, 19 qui est constitué par une pièce métallique massive et un carénage respectivement 20 et 21 en tôle métallique, de manière à présenter une forme cylindrique et à constituer un disque assurant la fermeture du carter-pompe 5 sur un de ses côtés latéraux, à l'intérieur du carter 1. Le carénage peut être remplacé par une pièce rapportée de faible densité.

Des évidements biseautés 16 et 17 sont usinés dans la partie massive du flasque correspondant constituant le balourd 18 ou 19. Il est cependant possible d'imaginer d'autres modes de réalisation dans lesquels les carénages 20 et 21 présentent une forme profilée de manière à remplacer les parties usinées en biseau 16 et 17 pour réaliser des découpes dans la surface latérale des flasques 6 et 7 destinées à mettre en communication le volume intérieur des carter-pompes 5 avec une ou plusieurs ouvertures débouchant à l'extérieur du carter.

Dans le cas du mode de réalisation représenté sur les figures 1 et 2, la paroi du carter 1 comporte deux ouvertures 24, 25 débouchant vers l'intérieur du carter-pompe 5 chacune dans une lumière traversant une garniture 26, 27 en forme de portion de couronne logée à l'intérieur de la paroi du carter 1 du moteur. Les garnitures 26 et 27 présentent des sections transversales en forme de C visibles en particulier sur la figure 2 permettant d'assurer l'obturation des lumières traversant les garnitures 26 et 27 et l'isolation du volume interne du carter-pompe 5 des ouvertures 24 et 25, lorsque la partie latérale des flasques 6 et 7 ne comportant pas les parties biseautées 16 et 17 se trouve placée en vis-à-vis des ouvertures des garnitures 26 et 27.

En revanche, comme il est visible sur la figure 2, lorsque les parties biseautées 16 et 17 constituant les découpes latérales des flasques 6 et 7 se trouvent en vis-à-vis des lumières des garnitures 26 et 27 et des ouvertures 24 et 25 de la paroi 1, le volume intérieur du carter-pompe 5 est mis en communication avec les ouvertures 24 et 25 et par leur intermédiaire, avec une conduite 30 raccordée à l'extérieur de la paroi du carter 1 aux ouvertures 24 et 25 par une partie d'extrémité évasée.

Pendant le fonctionnement du moteur, les flasques 6 et 7 solidaires du vilebrequin 4 sont amenés à tourner autour de l'axe de rotation du vilebrequin de manière que les découpes 16 et 17 situées sur leur surface latérale viennent se placer pendant certaines phases du cycle de fonctionnement du moteur en vis-à-vis des garnitures 26 et 27 et des ouvertures 24 et 25 de manière à assurer la mise en communication du volume intérieur du carter-pompe 5 avec la conduite

30.

En se reportant aux figures 3, 4, 5 et 6, on va maintenant décrire le fonctionnement d'un moteur suivant l'invention dont les flasques délimitant latéralement le carter-pompe d'un cylindre présentent des découpes périphériques de forme et de dimensions telles qu'elles permettent d'assurer la commande de l'injection pneumatique dans un autre cylindre du moteur.

Sur les figures 3, 4, 5 et 6 d'une part et sur les figures 1 et 2 d'autre part, les éléments correspondants portent les mêmes repères.

Cependant, les éléments du cylindre représentés dans la partie droite des figures 3, 4, 5 et 6 comportent des repères correspondants présentant l'exposant ' (prime).

L'injection est mise en oeuvre en reliant le canal 30' du second cylindre susceptible d'être mis en communication avec le volume intérieur du carter-pompe 5' de ce second cylindre, lors de la rotation des flasques tels que 6', avec la conduite d'injection d'air carburé sous pression 14 du premier cylindre, par l'intermédiaire d'une canalisation de liaison.

Les flasques latéraux tels que 6' du carter-pompe 5' du second cylindre comportent une découpe telle que 16' ayant une certaine extension circonférentielle et une position telle sur la périphérie du flasque 6', en fonction de la disposition de la bielle 3, que cette découpe 16' assure la mise en communication du volume intérieur du carter-pompe 5' avec la conduite 30' et la canalisation d'injection de mélange carburé 14, à des instants bien déterminés du cycle de fonctionnement du moteur.

Le sens de rotation du vilebrequin 4 et des flasques 6 et 6' a été représenté par les flèches 31 et 31'.

Sur la figure 3, le piston 2 du cylindre de gauche ou premier cylindre est dans sa position la plus basse, après la détente des gaz de combustion dans la chambre du cylindre. Le piston 2' du cylindre de droite ou second cylindre commence à effectuer son déplacement vers le bas, sous l'effet de la combustion et de la détente des gaz dans le second cylindre. Le flasque 6' du carter-pompe correspondant 5' se déplace en rotation de manière à venir placer l'évidement 16' en vis-à-vis de la conduite 30'.

Dans la phase suivante représentée sur la figure 4, le piston 2 commence à remonter à l'intérieur de la chambre du premier cylindre et l'ouverture 16' est parvenue en vis-à-vis de la conduite 30' du second carter-pompe 5'. Le piston 2' du second cylindre est proche de sa position la plus basse, si bien que l'air aspiré dans le carter-pompe 5' par l'intermédiaire de l'ajutage 9' et du clapet se trouve fortement comprimé. Cet air sous pression est refoulé dans la conduite 14 dans laquelle il est mélangé à un carburant pulvérisé provenant de l'injecteur 13. Le mélange d'air sous pression et de carburant pulvérisé est injecté dans la chambre du premier cylindre qui a été

préalablement vidangée des gaz de combustion qu'elle contenait et remplie d'air frais provenant du carter-pompe 5 par l'intermédiaire des ouvertures telles que 11.

Selon l'invention, le moyen de commande de l'injection d'air carburé dans le cylindre est donc constitué par le ou les flasques tels que 6' du carter-pompe 5' du second cylindre sur la périphérie desquels ont été usinés des évidements tels que 16' dont la position assure une injection du mélange carburé dans le cylindre au moment voulu du cycle de fonctionnement du moteur.

Sur la figure 5, a été représentée une phase ultérieure du cycle de fonctionnement du moteur, le piston 2 du premier cylindre s'étant déplacé vers le haut de manière à réaliser la compression du mélange d'air frais et d'air carburé injecté précédemment dans le cylindre. Simultanément, la découpe 16' s'est déplacée, de manière à se trouver en dehors de la zone où est située la conduite 30' reliée au carter-pompe 5'. La conduite d'injection de carburant reste sous pression dans la mesure où le volume interne du carter-pompe 5' se trouvait sous pression au moment où la découpe 16' a quitté la zone périphérique du carter-pompe dans laquelle se trouve la conduite 30'. Le piston 2' a commencé à se déplacer vers le haut de manière à assurer le balayage et le remplissage en air frais du second cylindre dans lequel un mélange carburé peut être introduit par la canalisation 14' reliée au carter-pompe d'un cylindre du moteur délimité par des flasques latéraux présentant des découpes tels que le flasque 6'.

Dans le mode de réalisation représenté sur les figures 3, 4, 5 et 6, le cylindre 1 est alimenté en mélange carburé à partir du carter-pompe d'un cylindre 1' dont le cycle de fonctionnement présente un retard de 120°, en ce qui concerne la rotation du vilebrequin, par rapport au cylindre dans lequel on réalise l'injection. De la même façon, l'injection dans la conduite 14' pourra être effectuée et commandée à partir du carter-pompe d'un cylindre dont le cycle de fonctionnement présente un retard de 120° par rapport au second cylindre 1'.

Sur la figure 6, on a représenté une phase correspondant à la fin du déplacement vers le bas du piston 2 à l'intérieur du premier cylindre, sous l'effet de la combustion et de la détente des gaz préalablement comprimés dans la phase représentée sur la figure 5 et dont l'allumage a été assuré par la bougie 15.

La découpe 16' du flasque 6' du carter-pompe du second cylindre se trouve alors dans sa position haute, dans le prolongement de la chambre du second cylindre. Le piston 2' est dans sa position haute et assure la compression des gaz constitués par le mélange d'air frais et d'air carburé. L'allumage du mélange carburé par la bougie 15' permet d'assurer le déplacement vers le bas du piston 2' et la rotation du flasque 6' de manière à faire tourner la

découpe 16' pour revenir dans sa position correspondant à la phase représentée sur la figure 3.

Il est bien évident que le fonctionnement du moteur suivant l'invention, en ce qui concerne l'alimentation des carters-pompes en air atmosphérique par l'intermédiaire des ajutages 9 et 9' des clapets 10 et 10', est identique au fonctionnement des moteurs deux temps de type classique.

De même, l'alimentation des cylindres en air frais et l'évacuation des gaz brûlés sont effectuées d'une même manière équivalente à ce qu'il en est pour les moteurs suivant l'art antérieur.

Sur la figure 7, on a représenté une première variante de réalisation d'un moteur suivant l'invention comportant un premier cylindre dont le carter 41 délimite une chambre dans laquelle se déplace un piston 42 et un carter-pompe 45 dont le volume interne communique avec la partie inférieure de la chambre dans laquelle se déplace le piston 42. Le moteur comporte un second cylindre dont le carter 41' délimite une chambre dans laquelle se déplace un piston 42' et un carter-pompe 45' communiquant avec la partie inférieure de la chambre et délimitée latéralement par des flasques tels que 46' fixés sur le vilebrequin 44 du moteur de manière à tourner à l'intérieur du carter-pompe 45', dans le sens de la flèche 51'.

Les carters-pompes des cylindres comportent, de manière connue, un ajutage 49 et un clapet 50 (49' et 50' pour le second cylindre) permettant d'alimenter le carter-pompe correspondant 45 ou 45' en air atmosphérique.

Le flasque 46' du carter-pompe 45' du second cylindre comporte une découpe 56' qui peut être réalisée, de la même manière que les découpes 16 et 17 représentées sur les figures 1 et 2, par usinage ou formage en biseau de la surface périphérique du flasque 46' constitué sous la forme d'un disque ou d'un cylindre de faible hauteur.

Le carter-pompe 45' comporte de plus deux conduites 47' et 48' disposées de manière analogue à la conduite 30 représentée sur la figure 2 de manière à être mise en communication avec le volume intérieur du carter-pompe 45', dans certaines positions angulaires du flasque 46' et de la découpe 56'.

Le premier cylindre comporte une conduite d'injection de carburant 54 débouchant à travers la paroi du carter 41 dans la chambre du cylindre proprement dite et sur laquelle est placé en dérivation un carburateur 55 muni d'un clapet 58 permettant d'isoler ou de mettre en communication le carburateur 55 avec la conduite d'injection d'air carburé 54.

La conduite d'injection d'air carburé 54 est reliée par l'intermédiaire de canalisations de liaison 59 et 60, à la fois aux conduites 47' et 48' susceptibles d'être mises en communication avec le volume interne du carter-pompe 45', pendant certaines phases du fonctionnement du moteur.

Peu avant la phase représentée sur la figure 7, l'air contenu dans le carter-pompe 45' est sous forte pression, le piston 42' allant vers sa position basse.

La découpe 56' du flasque 46' vient se placer en face de la conduite 47' de manière que de l'air sous pression soit envoyé dans la conduite 54 et réalise l'injection de carburant préalablement introduit dans la conduite 54 par le carburateur 55.

A l'inverse, lorsque le piston 42' parvient au voisinage de sa position haute, la pression dans le carter-pompe 45' étant faible, la découpe 56' du flasque 46' vient se placer en face de la conduite 48' de manière à créer une dépression dans la conduite 59, et par son intermédiaire, dans la conduite 54, ce qui provoque l'ouverture de la soupape 58 et l'introduction dans la conduite 54, du carburant provenant du carburateur 55. La dépression provoquée dans la conduite 54 par le passage de la découpe 56' au niveau de la conduite 48', pendant un temps t permet d'assurer l'introduction de carburant dans la conduite 54.

Il serait également possible de produire la dépression dans la conduite 54 grâce à une découpe dans l'un des flasques latéraux du carter-pompe 45' et l'injection d'air sous pression assurant la commande de l'introduction de carburant dans le cylindre, par une découpe dans le second flasque du carter-pompe 45', les découpes des flasques du carter-pompe 45' coopérant avec des conduites placées dans des positions angulaires analogues à celles des conduites 47' et 48'.

Sur la figure 8, on a représenté deux cylindres d'un moteur deux temps dans lequel la commande de l'injection du mélange carburé dans un cylindre du moteur peut être assurée soit par la mise en coïncidence d'une découpe dans un flasque latéral du carter-pompe d'un autre cylindre mis en coïncidence avec une ouverture de la paroi de ce carter-pompe, soit par une soupape commandée par une came, soit encore par ces deux moyens simultanément.

De même, l'arrêt de l'injection peut être réalisé, dans le cas du dispositif représenté sur la figure 8, soit par le premier moyen décrit, c'est-à-dire une découpe pratiquée sur la surface latérale d'un flasque du carter-pompe coopérant avec une ouverture, soit par une soupape commandée par une came, soit par ces deux moyens simultanément.

La figure 8 représente, de manière schématique, deux cylindres d'un moteur à deux temps suivant l'invention et suivant une seconde variante de réalisation.

Les deux cylindres comportent des carters 61 et 61' délimitant dans leur partie supérieure une chambre de combustion dans laquelle se déplace un piston 62 (ou 62').

La partie inférieure de la chambre du cylindre communique avec un carter-pompe 65 (ou 65'), les carters-pompes des cylindres du moteur étant traver-

sés, suivant leur direction axiale, par le vilebrequin 64 du moteur relié par l'intermédiaire de bielles respectivement 63 et 63' aux pistons 62 et 62'.

Les carters-pompes 65 et 65' comportent un ajustage d'entrée d'air atmosphérique 69 (ou 69') sur lequel est placé un clapet 70 (ou 70').

En outre, les carters-pompes 65 et 65' sont reliés à la chambre du cylindre correspondant par l'intermédiaire de conduits tels que 67 et 67' débouchant dans le cylindre par des ouvertures latérales telles que l'ouverture 71.

Chacun des cylindres comporte également dans une position légèrement décalée par rapport aux ouvertures d'admission d'air frais telles que les ouvertures 71, des conduites d'échappement des gaz brûlés 72 (ou 72').

Le volume intérieur du carter-pompe 65' est délimité latéralement par des flasques tels que 66' solidaires du vilebrequin 64 assurant la mise en rotation de ces flasques dans la direction de la flèche 73.

L'un au moins des flasques 66' en forme de disque ou de cylindre aplati comporte une découpe latérale telle que 76'. D'autre part, la paroi du carter-pompe 65' comporte une ouverture dans laquelle débouche un conduit 68 dont la position par rapport au flasque 66' permet la mise en communication du volume intérieur du carter 65' avec le conduit 68, lorsque la découpe 76' du flasque 66' vient en coïncidence avec l'ouverture du carter-pompe 65' dans laquelle débouche la conduite 68, lors de la rotation du vilebrequin 64 et du flasque 66' dans le sens de la flèche 73.

La conduite 68 débouchant dans le carter-pompe 65' est reliée par une canalisation à un conduit d'injection 74 dans lequel débouche un injecteur 75 assurant la pulvérisation de carburant à des instants déterminés, le conduit d'injection 74 étant lui-même relié par l'intermédiaire d'un dispositif d'admission 76 à la partie supérieure de la chambre du premier cylindre délimitée par la culasse du moteur.

Le dispositif d'admission 76 est constitué par une chambre dans laquelle débouche la conduite 74 et qui est en communication avec le volume intérieur de la chambre de combustion du premier cylindre, par l'intermédiaire d'une ouverture qui peut être obturée par une soupape 77 dont la tige est solidaire d'une portée d'appui 78 à son extrémité située à l'opposé de l'élément d'obturation de l'ouverture mettant en communication le dispositif d'admission 76 avec la chambre du cylindre.

Un ressort de rappel 79 est intercalé entre la portée d'appui 78 et la paroi extérieure du dispositif d'admission 76.

Une came 80 solidaire d'un arbre à came tournant dans le sens indiqué par la flèche 81 est également en contact avec la portée d'appui 78 de la soupape 77 de manière à assurer l'ouverture de cette soupape 77 à un instant déterminé du cycle de fonc-

tionnement du moteur.

Sur les figures 8A et 8B, on a représenté sous la forme de segments de droite, les intervalles de temps pendant lesquels l'ouverture de la conduite 68 débouchant dans le carter-pompe 65' est en concordance avec la découpe 76', la conduite d'injection 74 du premier cylindre étant alors en communication avec le volume intérieur du carter-pompe 65' du second cylindre et les intervalles de temps pendant lesquels la soupape 77 du dispositif d'admission 76 est ouverte.

Sur les figures 8A à 8E, on a associé aux extrémités des différents segments de droite représentant ces intervalles de temps, des indications dont la signification est donnée ci-dessous :

DI : début d'injection,

FI : fin d'injection,

OE : ouverture de l'évidement 68,

FE : fermeture de l'évidement 68,

OS : ouverture de la soupape 77,

FS : fermeture de la soupape 77.

Dans le cas de la figure 8A, l'ouverture de la soupape 77 précède l'ouverture de l'évidement mettant en communication le conduit 68 avec le carter-pompe 65' et la fermeture de la soupape est ultérieure à la fermeture de l'évidement du conduit 68.

Dans ce cas, le début d'injection est commandé par l'ouverture de l'évidement du carter dans lequel débouche le conduit 68 et la fin d'injection est commandée par la fermeture de cet évidement.

Dans le cas de la figure 8B, l'ouverture de l'évidement et l'ouverture de la soupape sont simultanées et correspondent au début d'injection.

En revanche, la fermeture de la soupape est ultérieure à la fermeture de l'évidement et la fin d'injection est commandée par la fermeture de l'évidement.

Dans le cas de la figure 8C, l'ouverture de la soupape 77 précède l'ouverture de l'évidement et la fermeture de l'évidement et de la soupape sont simultanées.

Dans ce cas, le début d'injection est commandé par l'ouverture de l'évidement et la fin d'injection par la fermeture simultanée de l'évidement et de la soupape.

Dans le cas de la figure 8D, l'ouverture de la soupape précède l'ouverture de l'évidement et la fermeture de l'évidement est ultérieure à la fermeture de la soupape.

Dans ce cas, le début d'injection est commandé par l'ouverture de l'évidement et la fin d'injection par la fermeture de la soupape.

Dans le cas de la figure 8E, l'ouverture de l'évidement précède l'ouverture de la soupape et la fermeture de la soupape est ultérieure à la fermeture de l'évidement.

Dans ce cas, le début d'injection est commandé par l'ouverture de la soupape et la fin d'injection par la fermeture de l'évidement.

On voit ainsi que le dispositif est d'une très

grande souplesse et permet, suivant l'amplitude de la découpe 76' du flasque 66' du second cylindre et suivant la conception et le réglage de la came 81, de commander le début et la fin d'injection de l'air carburé dans le premier cylindre par des moyens qui peuvent être choisis pour obtenir la meilleure précision possible et un fonctionnement optimal.

En particulier, la combinaison des moyens de commande de l'injection décrits et représentés sur la figure 8 permet d'assurer un fonctionnement satisfaisant avec des conditions beaucoup moins sévères en ce qui concerne la conception et le réglage des cames et découpes, dans la mesure où l'un ou l'autre des deux moyens de commande peut être utilisé pour déterminer l'instant correspondant au début ou à la fin de l'injection dans le cylindre.

Sur la figure 9, on a représenté un dispositif de commande d'injection dans un cylindre d'un moteur à deux temps désigné de manière générale par le repère 82.

Un tel dispositif d'injection du type à soupape automatique assistée peut être associé à chacun des cylindres d'un moteur à deux temps, tel que représenté sur les figures 15 et 16.

Sur les figures 15 et 16, on voit que le dispositif d'injection à soupape automatique assistée 82 (ou 82') est fixé sur la culasse du moteur au niveau du cylindre correspondant.

Comme il est visible sur la figure 9 ainsi que sur les figures 11 et 13 qui représentent des dispositifs d'injection à soupape assistée identiques sur le plan de leur structure, mais différents sur le plan fonctionnel, comme il sera expliqué plus loin, le dispositif d'injection 82 comporte un canal d'injection 84 usiné dans la culasse 83 et débouchant, par une ouverture 85, dans le volume intérieur du cylindre. Le canal 84 est relié à une canalisation 87 dans laquelle débouche l'extrémité d'un injecteur de carburant 88.

La soupape 86 de fermeture de l'extrémité du canal 84 débouchant dans le cylindre comporte une tête venant en appui, dans la position de fermeture de la soupape comme représenté sur les figures, dans l'ouverture 85 constituant un siège de soupape. La tige de la soupape 86 est reliée à son extrémité à une membrane souple 89 fixée suivant toute sa périphérie et de manière étanche, entre deux parties de la paroi d'un carter 90 du moyen d'injection 82.

De manière préférentielle, le carter 90 est constitué d'une demi-enveloppe creuse supérieure 90a et d'une demi-enveloppe inférieure 90b reliées entre elles et à la périphérie de la membrane 89 par l'intermédiaire de rebords externes constituant des flasques d'assemblage du carter 90.

La partie supérieure 90a du carter 90 comporte une conduite 91 débouchant dans son volume intérieur et la partie inférieure 90b du carter 90 qui est fixée de manière étanche sur la culasse 83 au-dessus de l'ouverture 85 du canal 84, comporte une canali-

sation 92 débouchant dans son volume intérieur.

Un ressort de rappel 93 est intercalé entre la membrane souple 89 ou l'extrémité de la tige de la soupape 86 et la surface de la culasse 83.

Un dispositif d'injection à soupape à commande assistée tel que représenté sur la figure 9 permet d'assurer la commande d'ouverture et de fermeture de la soupape déterminant le début et la fin de l'injection dans le cylindre, par réglage de la pression différentielle entre les chambres 95a et 95b délimitées dans le carter 90 par la membrane 89. Pour cela, les conduites 91 et 92 peuvent être reliées à des dispositifs d'alimentation en gaz à pression réglée permettant d'assurer l'ouverture ou la fermeture de la soupape 86 par pression différentielle dans les chambres 95a et 95b, ainsi que par pression différentielle entre la chambre 84 et le cylindre.

Selon l'invention, dans le cas d'un moteur à deux temps à plusieurs cylindres et à injection pneumatique, la pression de commande dans l'une au moins des chambres 95a et 95b est produite par mise en communication de cette chambre avec le volume intérieur du carter-pompe de l'un des cylindres du moteur.

Sur la figure 10, on a représenté, en fonction de l'angle de rotation du vilebrequin d'un moteur à deux temps à trois cylindres, les variations de la pression dans la chambre d'un premier cylindre du moteur (courbe 100 en traits pleins), les variations de la pression PC1 dans le carter-pompe du premier cylindre (courbe 101 en tirets), les variations de la pression PC2 dans le carter-pompe d'un second cylindre du moteur dont le cycle de fonctionnement est décalé de 120° de rotation du vilebrequin par rapport au premier cylindre (courbe 102 en traits mixtes) et la pression de commande P1 de la soupape automatique assistée assurant l'injection dans le premier cylindre (courbe 103 en pointillés).

La pression de commande de la soupape est appliquée dans la chambre 95a, cette chambre étant reliée par l'intermédiaire de la canalisation 91 à un conduit pouvant être mis en communication ou au contraire isolé du volume intérieur du carter-pompe du second cylindre, en utilisant un ou plusieurs flasques fixés sur le vilebrequin du moteur au niveau du carter-pompe et présentant une découpe périphérique, par exemple tel que représenté sur les figures 1 et 2.

La découpe périphérique dans le ou les flasques latéraux du carter-pompe est telle que la communication avec le carter-pompe soit interrompue entre 40 et 190°, si l'on considère la rotation du vilebrequin et qu'au contraire, cette communication soit assurée, pendant le reste du cycle, cette partie du cycle pendant laquelle la communication avec le carter-pompe du second cylindre est assurée étant schématisée par le segment de droite en deux parties 104 représenté sur la figure 10. L'origine du segment 104 se situe en un point 105 correspondant à une rotation de 190° du

vilebrequin et l'extrémité du segment 104 à un point 106 correspondant à une rotation de 40° du vilebrequin.

De manière à réaliser l'injection d'air carburé dans le premier cylindre à l'instant voulu, la canalisation 87 reliée au canal 84 à l'une de ses extrémités est reliée, à son autre extrémité, à la conduite débouchant dans le carter-pompe du second cylindre dont la mise en communication ou l'isolation par rapport au volume interne de ce carter-pompe est assurée par un ou deux flasques comportant une découpe latérale.

Comme il est visible sur la figure 10, entre 40° et 190° de la rotation du vilebrequin, la pression de commande P1 dans la chambre 95a (courbe 103) est maintenue à un niveau constant et faible correspondant à la pression minimale dans le carter-pompe du second cylindre au cours du cycle. Cette pression est appliquée dans la chambre 95a et dans la canalisation 87, dans la mesure où l'ouverture de la conduite débouchant dans le carter-pompe a été obturée par le ou les flasques de ce carter-pompe au moment où la pression dans le carter-pompe était à sa valeur minimale.

Au moment où la partie initiale de la découpe prévue dans le ou les flasques du carter-pompe du second cylindre parvient au niveau de l'ouverture du carter-pompe dans laquelle débouche la conduite, la pression PC2 régnant dans le carter-pompe est transmise à la chambre 95a par la canalisation 91, la pression de commande P1 passe donc de sa valeur constante et faible à la valeur PC2 dans le carter-pompe du second cylindre à un instant correspondant à la rotation de 190° du vilebrequin (voir figure 10).

La pression dans le carter-pompe PC2 est alors supérieure à la pression dans la chambre du premier cylindre (courbe 100).

La chambre 95b du dispositif d'injection étant mise à l'atmosphère par l'intermédiaire de la conduite 92, l'établissement de la pression PC2 dans la chambre 95a participe à l'ouverture de la soupape 86 et l'injection d'air carburé dans la chambre du premier cylindre. La canalisation 87 étant également reliée au conduit débouchant dans le carter-pompe du second cylindre et étant alimentée en air à la pression PC2. Du carburant est injecté par l'injecteur 88 dans le courant d'air sous pression envoyé dans le cylindre.

La pression de commande P1 dans la chambre 95a est maintenue à la valeur PC2 pendant toute la durée de la rotation du vilebrequin entre les points 105 et 106 délimitant le segment 104 correspondant à l'intervalle de temps pendant lequel le conduit débouchant dans le carter-pompe du second cylindre est ouvert.

La pression PC2 reste supérieure à la pression dans la chambre du premier cylindre (courbe 100), jusqu'au moment où cette pression dans le carter-pompe atteint son maximum, le piston correspondant étant dans sa position basse à l'intérieur de la cham-

bre du second cylindre. A partir de cette position correspondant sensiblement à une rotation du vilebrequin de 270°, la pression PC2 diminue très rapidement et devient inférieure à la pression dans la chambre du premier cylindre. Les courbes 102 et 103 représentatives de la pression PC2 et donc de la pression de commande P1 recoupent la courbe 100 et passent en-dessous de cette courbe. La soupape 86 se referme, ce qui correspond à la fin de la période d'injection I indiquée sur la figure 10. Cette période d'injection commence à 190° vilebrequin (ouverture du conduit débouchant dans le carter-pompe du second cylindre) et se termine au moment où la pression PC2 devient inférieure à la pression dans la chambre du premier cylindre.

Selon l'invention, en utilisant un ou plusieurs flasques tournant à l'intérieur du carter-pompe et comportant une découpe périphérique, on obtient donc une injection d'air carburé parfaitement réglée à l'intérieur du cylindre.

Cependant, dans le mode de réalisation représenté sur les figures 9 et 10, seul le début de l'injection est assisté et commandé par le ou les flasques en rotation dans le carter-pompe du second cylindre.

En se reportant aux figures 11 et 12 ainsi qu'aux figures 15 et 16, on va maintenant décrire un mode de réalisation d'un dispositif d'injection à soupape assistée dans lequel l'assistance de la soupape est réalisée aussi bien au début qu'à la fin de l'injection, par la rotation du flasque dans le carter-pompe du second cylindre.

De manière générale, le dispositif d'injection 82 représenté sur la figure 11 comporte les mêmes éléments (désignés par les mêmes repères) que le dispositif d'injection à soupape automatique assistée représenté sur la figure 9. Cependant, les chambres 95a et 95b reçoivent chacune une pression de commande (respectivement P1 et P2) alors que dans le cas du dispositif représenté sur la figure 9, la chambre 95b était mise à l'atmosphère par l'intermédiaire de la conduite 92.

Le dispositif 82 représenté sur la figure 11 et visible également sur les figures 15 et 16 est fixé, comme le dispositif représenté sur la figure 9, sur la partie supérieure de la culasse 83 du cylindre correspondant dans laquelle est usiné le canal d'injection 84 débouchant par une ouverture 85 dans la chambre du cylindre.

En se reportant aux figures 15 et 16, on voit que le dispositif d'injection à soupape assistée 82 est fixé à la partie supérieure de la culasse d'un premier cylindre 111 comportant une chambre de combustion 113 dans laquelle se déplace un piston 112 communiquant à sa partie inférieure avec un carter-pompe 115 délimité latéralement par des flasques tels que 116 fixés sur le vilebrequin 114 traversant axialement le carter-pompe 115.

Le carter-pompe 115 comporte, de manière clas-

sique, un ajutage d'admission d'air 119 sur lequel est placé un clapet 120.

L'air frais introduit dans le carter 115 et comprimé par le piston 112 est injecté dans la chambre de combustion 113 du cylindre 111, par l'intermédiaire de conduits de transfert tels que 121 débouchant dans la chambre de cylindre par des ouvertures 122. Les gaz brûlés sont évacués de la chambre 113 par une conduite 123.

Le second cylindre 111' qui est représenté sur la partie droite des figures 15 et 16 présente une structure identique au cylindre 111 et présente des éléments analogues qui ont été désignés par le même repère affecté de l'exposant '.

Sur le carter-pompe 115 sont d'autre part fixés des conduits 125, 126 et 127 comportant une ouverture débouchant dans le volume interne du carter-pompe 115. Les conduits 125 et 126 sont placés de manière que leur ouverture débouchant dans le carter-pompe se trouve en vis-à-vis de l'un des flasques délimitant le carter-pompe 115, tel que le flasque 116.

En revanche, le conduit 127 débouche par son ouverture dans le volume interne du carter-pompe 115, entre les flasques délimitant latéralement ce carter-pompe.

Le carter-pompe 115' du second cylindre 111' comporte trois conduits 125', 126' et 127' débouchant dans le volume intérieur du carter-pompe 115' et disposés de la même manière que les conduits 125, 126 et 127, respectivement.

Pour mettre en oeuvre une injection pneumatique assistée aussi bien au début de l'injection qu'en fin d'injection, tel qu'il sera expliqué en regard de la figure 12, la chambre 95a du dispositif d'injection 82 du cylindre 111 est reliée par une canalisation de liaison à la conduite 125. La chambre 95b est reliée à la conduite 126' du carter-pompe 115' du second cylindre 111' et le conduit d'injection 87 du dispositif 82 débouchant dans le canal d'injection 84 de la culasse du cylindre 111 au conduit 127' du carter-pompe 115'.

De plus le flasque 116 du carter-pompe 115 comporte un évidement 130 de grande amplitude angulaire sur sa périphérie. Le flasque 116' du carter-pompe 115' comporte un évidement 131 dont l'amplitude angulaire est sensiblement inférieure à celle de l'évidement 130.

On a également représenté sur les figures 15 et 16 le sens de rotation du vilebrequin 114, par les flèches 132.

La figure 15 représente la position des éléments des deux cylindres 111 et 111' en début d'injection et la figure 16 représente la position de ces éléments en fin d'injection, cela en ce qui concerne le cylindre 111.

On va maintenant se reporter à la figure 12 pour expliquer le fonctionnement du dispositif d'injection représenté sur la figure 11 et sur les figures 15 et 16.

Le second cylindre 111' présente un cycle de fonctionnement en retard de 120° de la rotation du

vilebrequin sur le cycle de fonctionnement du cylindre 111.

Sur la figure 12, on a représenté sous la forme d'une courbe en traits pleins 135, la pression dans la chambre de combustion 113 du premier cylindre 111 et sous la forme de courbes 136 et 137 constituées par des tirets, les pressions PC1 et PC2 dans les carter-pompes 115 et 115' respectivement en fonction de l'angle de rotation du vilebrequin.

On a également représenté sur la figure 12 sous la forme d'une courbe en pointillés 138, la pression de commande P1 dans la chambre 95a du dispositif d'injection 82 et sous la forme d'une courbe 139 en traits mixtes, la pression de commande P2 dans la chambre 95b du dispositif d'injection 82.

On a également représenté, sous la forme d'un segment de droite 140 en deux parties, l'intervalle de temps ou de rotation du vilebrequin pendant lequel la conduite 125 du carter-pompe 115 est en communication avec le volume interne du carter-pompe, l'évidement 130 étant, pendant cet intervalle, en concordance avec l'ouverture du conduit 125 débouchant dans le carter-pompe. Pendant cet intervalle de temps, la pression PC1 de l'air dans le carter-pompe 115 est transmise à la chambre 95a du dispositif d'injection 82, par la conduite de liaison correspondante.

On a représenté sous la forme d'un segment de droite 141 l'intervalle de temps ou de rotation du vilebrequin pendant lequel la conduite 126' du carter-pompe 115' est mise en communication avec le volume interne de ce carter-pompe, l'évidement 131 du flasque 116' étant en coïncidence avec l'ouverture 126' débouchant dans le volume interne du carter-pompe 115'. Pendant cet intervalle de temps, la chambre 95b du dispositif d'injection 82 est soumise à la pression PC2 de l'air contenu dans le carter-pompe 115'.

Le canal d'injection 84 du dispositif 82 se trouve constamment en communication avec le volume intérieur du carter 115'.

L'amplitude angulaire de l'évidement 130 et la disposition du flasque 116 par rapport au vilebrequin 114 sont telles que l'ouverture du conduit 125 par l'intermédiaire de l'évidement 130 se produit entre 270° de la rotation du vilebrequin et 150° de cette rotation au cours du cycle suivant (segment 140).

Au moment de la fermeture du conduit 125 (pour 150° vilebrequin), la pression PC1 dans le carter-pompe 115 est voisine de son maximum, le piston 112 étant dans sa position basse. La pression de l'air P1 dans la chambre 95a (partie supérieure de la courbe 138) est donc maintenue à un niveau élevé entre 150° et 270° vilebrequin.

L'évidement 131 et la position du flasque 116' sont tels que la fermeture de la conduite 126' se produit pour une valeur de l'angle de rotation du vilebrequin de 270°.

Le cycle du cylindre 111' étant en retard de 120° sur le cycle du cylindre 111, la pression PC2 dans le carter-pompe 115' est à son maximum au moment de la fermeture du conduit 126'. La pression P2 dans la chambre 95b du dispositif 82 est donc maintenue à une valeur constante et élevée égale à la valeur maximale de la pression PC1, de 270° vilebrequin, jusqu'à l'ouverture du conduit 126' par l'évidement 131, pour 190° vilebrequin du cycle suivant (partie supérieure de la courbe 139).

De 190° à 270° vilebrequin, la pression dans la chambre 95b correspond à la pression PC2 (intervalle représenté par le segment 141).

Il en résulte que les courbes 138 et 139 représentatives de P1 et P2 respectivement comportent des parties confondues avec les courbes 136 et 137 respectivement, les segments horizontaux correspondant au niveau supérieur de pression dans les carter-pompes et les parties de jonction verticales correspondant à la chute de pression dans les chambres de commande 95a et 95b, au moment de l'ouverture des conduits 125 et 126' respectivement.

Comme il est visible sur la figure 12 sur laquelle on a représenté l'intervalle d'injection I, le début d'injection est commandé par l'ouverture du conduit 126' du carter-pompe 115' à 190° vilebrequin, par mise en coïncidence de l'évidement 131 avec l'ouverture du conduit 126', la pression dans la chambre 95b passant alors à la valeur PC2 de la pression dans le carter-pompe 115'. Cette pression est alors nettement inférieure à la pression maximale dans le carter-pompe, le piston 112' étant dans une position intermédiaire entre le point mort haut et le point mort bas, comme il est visible sur la figure 15. La pression dans la chambre 95a se maintient à la valeur maximale de la pression PC1 dans le carter 115, le conduit 125 étant obturé au début de l'injection, comme représenté sur la figure 15.

Il en résulte que la pression PA dans la chambre 95a est très supérieure à la pression PB dans la chambre 95b, ce qui assiste l'ouverture de la soupape 86 par pression différentielle en début d'injection.

L'injection d'air carburé par l'intermédiaire du canal 84 est assurée par le fait que le canal 84 est relié au volume intérieur du carter-pompe 115' et que la pression PS dans le canal d'injection 84 (courbe 137) est constamment égale à la pression PC2 dans le carter 115'.

Il est à remarquer qu'avant le début d'injection, les pressions PA et PB dans les chambres 95a et 95b sont identiques. La soupape 86 est alors maintenue en position de fermeture par le ressort 93, la pression PS dans le conduit d'injection 84 étant alors légèrement supérieure à la pression dans le cylindre 111 (courbe 137 au-dessus de la courbe 135).

Au cours de l'injection, la différence des pressions dans les chambres 95a et 95b, c'est-à-dire la différence entre les pressions PA et PB ou P1 et P2

diminue constamment pour devenir nulle pour 270° vilebrequin, au moment de l'ouverture du conduit 125 et de la fermeture du conduit 126'.

La fin de l'injection est commandée par l'ouverture du conduit 125 qui produit une chute de la pression P1 de sa valeur maximale à une valeur faible. La pression PB devient alors très supérieure à la pression PA, ce qui provoque la fermeture rapide et assistée de la soupape 86 à 270° vilebrequin.

Sur la figure 12, on a représenté la zone dans laquelle la pression PA est supérieure à la pression PB, cette zone correspondant à l'injection et la zone (en deux parties) dans laquelle la pression PB est supérieure à la pression PA, la soupape 86 étant maintenue en position de fermeture par pression différentielle.

Entre ces deux zones, les pressions PA et PB sont identiques, et, comme indiqué, la soupape 86 est maintenue en position de fermeture par le ressort 93 d'une part et par la pression cylindrique élevée du fait de la compression des gaz d'autre part.

Sur la figure 16, on a représenté les cylindres 111 et 111' en fin d'injection, c'est-à-dire au moment de l'ouverture du conduit 125 grâce à l'évidement 130. Cette phase correspond également à la fermeture du conduit 126'.

Il est bien évident que les conduits 126 et 127 du premier cylindre 111 sont reliés respectivement à la chambre 95a d'un dispositif d'injection analogue au dispositif 82 ou 82' d'un cylindre en avance de 120° vilebrequin sur le cylindre 111 et au canal d'injection de ce cylindre respectivement.

Le conduit 126 comporte une ouverture débouchant dans le carter-pompe 115, en face du second flasque de ce carter-pompe (non visible sur les figures 15 et 16) comportant un évidement ayant une amplitude et une disposition appropriées.

Sur les figures 13 et 14, on a représenté une variante de réalisation d'un dispositif d'injection à soupape assistée à l'ouverture et à la fermeture.

Le dispositif correspondant est sensiblement identique au dispositif décrit en regard des figures 11, 12, 15 et 16 et son fonctionnement est sensiblement identique.

Cependant, comme il est visible sur la courbe 137' de la figure 14 représentant la pression PS dans le canal d'injection 84, cette pression PS n'est plus constamment identique à la pression PC2 dans le carter-pompe d'un cylindre en retard de 120° vilebrequin par rapport au cylindre dans lequel on réalise l'injection.

Cette pression PS présente des variations identiques à la pression de commande P1 du mode de réalisation représenté sur la figure 10 (courbe 103), au cours du cycle de fonctionnement du moteur.

La conduite d'injection 87 et le canal 84 sont reliés au carter-pompe du cylindre en retard de 120° vilebrequin par rapport au cylindre dans lequel on réa-

lise l'injection, par l'intermédiaire d'un conduit situé au niveau d'un flasque présentant un évidement assurant l'ouverture du conduit débouchant dans le carter-pompe, entre 190° et 40° vilebrequin.

Entre 40° et 190° vilebrequin, la pression PS est maintenue à une valeur faible qui correspond à la pression PC2 dans le carter-pompe du second cylindre, au moment de la fermeture du conduit relié au conduit d'injection 87. Cette pression extrêmement faible est généralement inférieure à la pression atmosphérique, si bien que cette pression contribue à maintenir la soupape en position fermée avant le début de l'injection, alors que les pressions de commande dans les chambres 95a et 95b sont égales.

L'ouverture du conduit du second carter-pompe relié au conduit d'injection 87 à 190° vilebrequin, par mise en coïncidence d'un évidement d'un flasque avec l'ouverture du conduit du carter-pompe permet d'alimenter le conduit d'injection 87 et le canal 84 en air du carter-pompe à la pression PC2. Simultanément, la pression P1 chute et devient très inférieure à la pression P2, ce qui provoque l'ouverture de la soupape 86.

Dans tous les cas, le dispositif d'injection à soupape à commande automatique assistée permet de réaliser une injection parfaitement contrôlée, à un instant du cycle du cylindre du moteur parfaitement déterminé.

Il est bien évident que l'invention ne se limite pas aux modes de réalisation qui ont été décrits.

On peut envisager tout mode de réalisation des flasques montés rotatifs dans les carter-pompes, ces flasques pouvant comporter des évidements ou des découpes réalisés dans la partie périphérique du flasque, par usinage ou formage ou par d'autres procédés.

Dans le cas de l'utilisation d'un dispositif d'injection à soupape automatique assistée, on pourra établir la pression de commande dans l'une au moins des chambres du dispositif, en reliant cette chambre à une ouverture dans le carter d'un cylindre en retard de 120° vilebrequin sur le cylindre dans lequel on réalise l'injection débouchant en un point du cylindre recouvert au cours du cycle par la jupe du piston dans laquelle on prévoit une ouverture, comme décrit dans la demande de brevet français de l'INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE N. 89/08.855. Cette disposition permet d'ajuster la pression dans la chambre de commande à une valeur souhaitable, pendant le fonctionnement du moteur, sans avoir à utiliser un flasque monté rotatif dans un carter-pompe et comportant une découpe sur son bord périphérique.

Dans le cas où l'injection est commandée à la fois par une découpe prévue dans un flasque et par une soupape (cas de la figure 8), il est possible d'éviter l'utilisation d'un came pour la commande de la soupape en utilisant un ressort ayant une force de rappel

modérée, la soupape pouvant alors être commandée par la différence de pression entre le conduit d'injection et la chambre de combustion du cylindre.

Enfin, l'invention peut être appliquée de manière avantageuse, pour la conception de tout moteur à deux temps à plusieurs cylindres dans lesquels on réalise une injection pneumatique de carburant.

Revendications

1. Moteur à deux temps comportant au moins un premier cylindre (1 ; 61 ; 111) dans lequel se déplace un piston (2 ; 112) et un second cylindre (1' ; 111') dont l'une des extrémités communique avec un carter-pompe (5' ; 115') traversé par le vilebrequin du moteur suivant une direction axiale et comportant un moyen d'admission d'air (9') dans le carter-pompe, au moins une canalisation de liaison (87 ; 54, 59) entre le carter-pompe (115') du second cylindre et la chambre de combustion (113) du premier cylindre, des moyens d'alimentation en carburant (13 ; 75) de l'une au moins des canalisations de liaison (87), des moyens de commande d'injection pour l'isolation ou la mise en communication du carter-pompe du second cylindre et de la chambre de combustion du premier cylindre, et des moyens de liaison entre les pistons mobiles dans le premier et le second cylindre liés au vilebrequin de manière qu'il existe un décalage angulaire entre les cycles du premier et du second cylindre, caractérisé par le fait que les moyens de commande d'injection comportent au moins un flasque (6' ; 46' ; 66' ; 116') de forme sensiblement cylindrique fixé rigidement sur l'axe du vilebrequin (4, 44, 64, 114), à l'intérieur du carter-pompe (5', 45', 65', 115') du second cylindre et présentant au moins un évidement (16' ; 56' ; 76' ; 131) sur sa partie périphérique, de manière à réaliser, via l'une au moins desdites canalisations, une mise en communication intermittente entre ladite chambre de combustion du premier cylindre et le carter-pompe du second cylindre, à des instants déterminés du cycle de fonctionnement, sous l'effet de la rotation du vilebrequin.
2. Moteur suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que l'évidement (16, 17) du flasque (6, 7) est constitué par une partie en biseau de la surface périphérique du flasque (6, 7) destinée à coopérer avec une ouverture (24, 25) traversant la paroi (1) du carter-pompe (5) et débouchant dans un conduit (30) fixé à l'extérieur du carter-pompe (5).
3. Moteur suivant la revendication 2, caractérisé par

le fait que des segments d'étanchéité (26, 27) traversés par des ouvertures sont disposés dans la paroi (1) du carter-pompe (5), au niveau desdites ouvertures de traversée (24, 25) de cette paroi, de manière à coopérer avec la partie périphérique du flasque (6, 7) pour isoler ou mettre en communication le conduit (30) avec le volume intérieur du carter-pompe (5).

4. Moteur suivant l'une quelconque des revendications 1, 2 et 3, caractérisé par le fait que les moyens de commande d'injection comportent de plus une soupape (77, 86) d'ouverture et de fermeture d'un passage de communication entre un conduit d'injection (74, 84) relié au carter-pompe du second cylindre par l'une desdites canalisations de liaison et la chambre de combustion du premier cylindre (61, 111).
5. Moteur suivant la revendication 4, caractérisé par le fait que la soupape (77) est commandée par une came (80) et un ressort de rappel (79).
6. Moteur suivant la revendication 4, caractérisé par le fait que la soupape (86) est une soupape automatique assistée dont la tige est reliée à une membrane souple (89) séparant deux chambres (95a, 95b) de manière étanche dont l'une au moins est reliée par un conduit (91, 92) à une ouverture obturable communiquant avec le volume intérieur de l'un des carters-pompes (115, 115') du premier ou du second cylindre.
7. Moteur suivant la revendication 6, caractérisé par le fait que l'une des chambres (95a) des moyens de commande d'injection (86) est reliée au carter-pompe du second cylindre et que l'autre chambre (95b) est mise à l'atmosphère.
8. Moteur suivant la revendication 6, caractérisé par le fait que l'une des chambres (95a) des moyens de commande d'injection est reliée au carter-pompe (115) du premier cylindre et que la seconde chambre (95b) est reliée au carter-pompe (115') du second cylindre.
9. Moteur selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce que ladite canalisation (87) d'alimentation en air carburé est mise en communication avec le carter-pompe (115') du second cylindre de manière permanente, par une ouverture non obturable (127').
10. Moteur suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que la canalisation de liaison (54) entre la chambre du premier cylindre et le carter-pompe (45') du second cylindre est reliée au carter-pompe (45') par l'intermédiaire d'au moins deux

ouvertures obturables (47', 48') par ledit flasque (46') comportant un évidement (56'), de manière à assurer, par l'intermédiaire de l'une des ouvertures obturables (47', 48') une mise en dépression de la canalisation (54) et une injection de carburant et d'air sous pression dans la canalisation (54) par l'intermédiaire de l'autre ouverture obturable (47', 48').

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

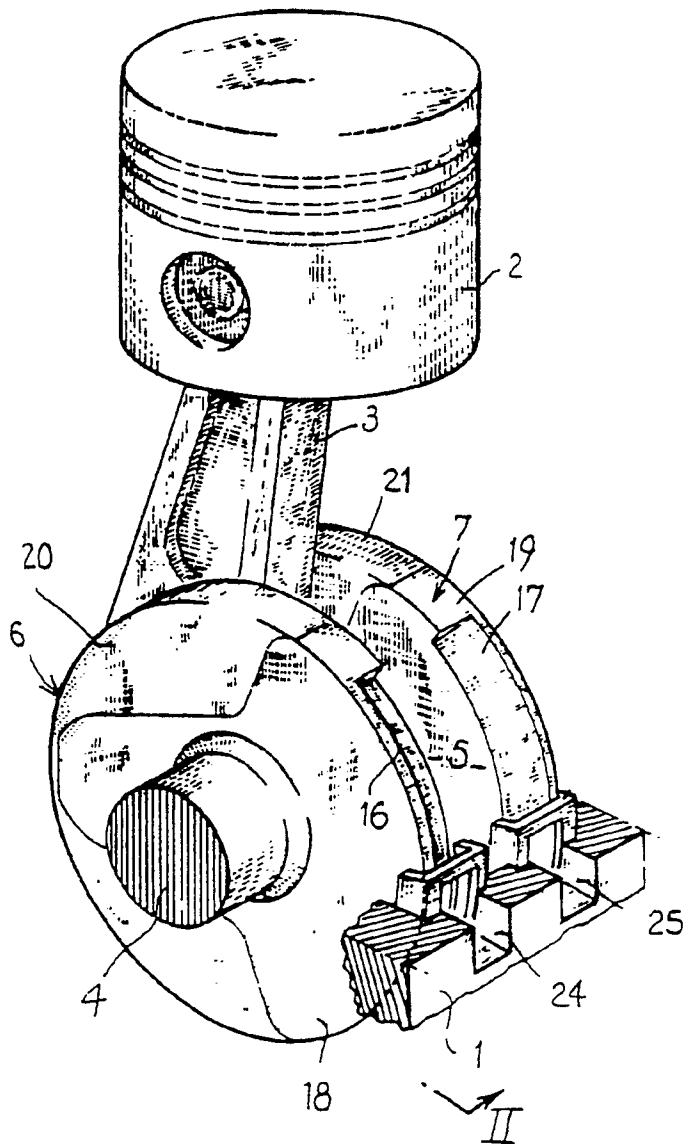


FIG. 1

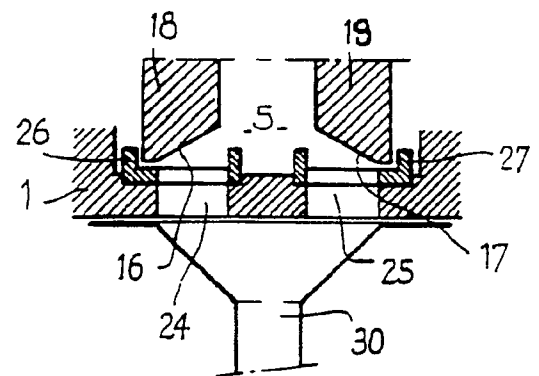
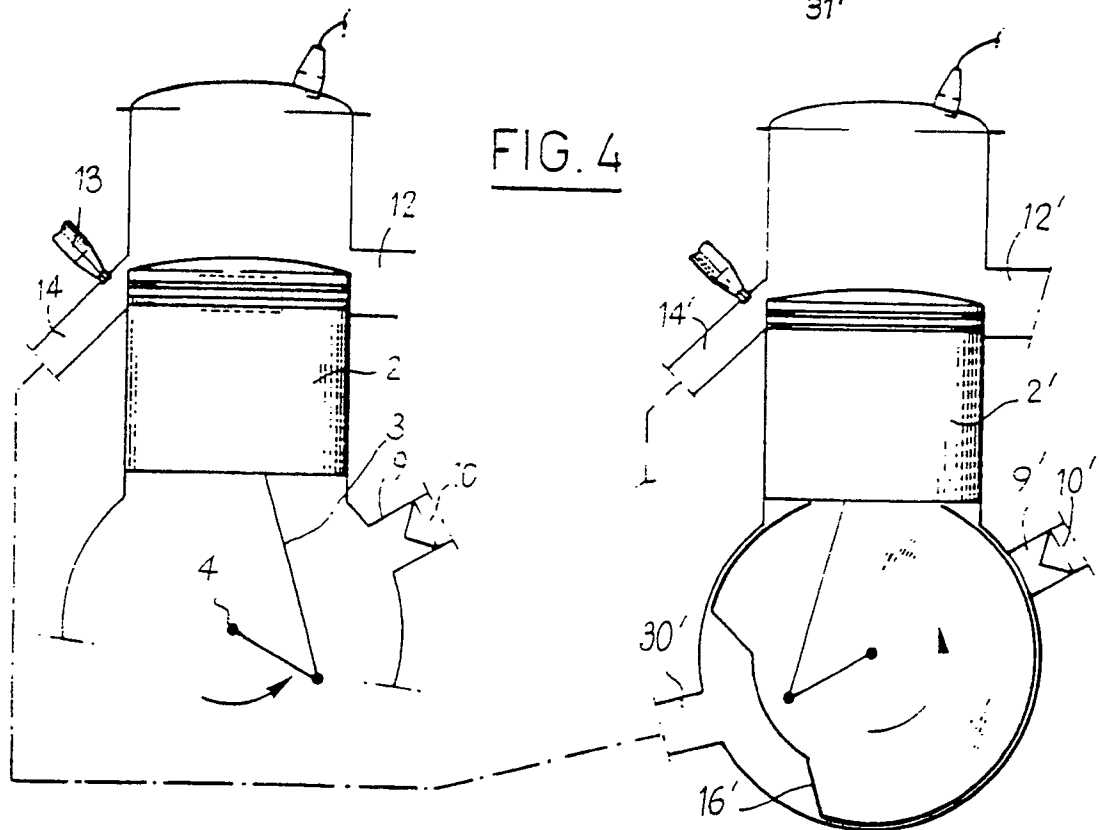
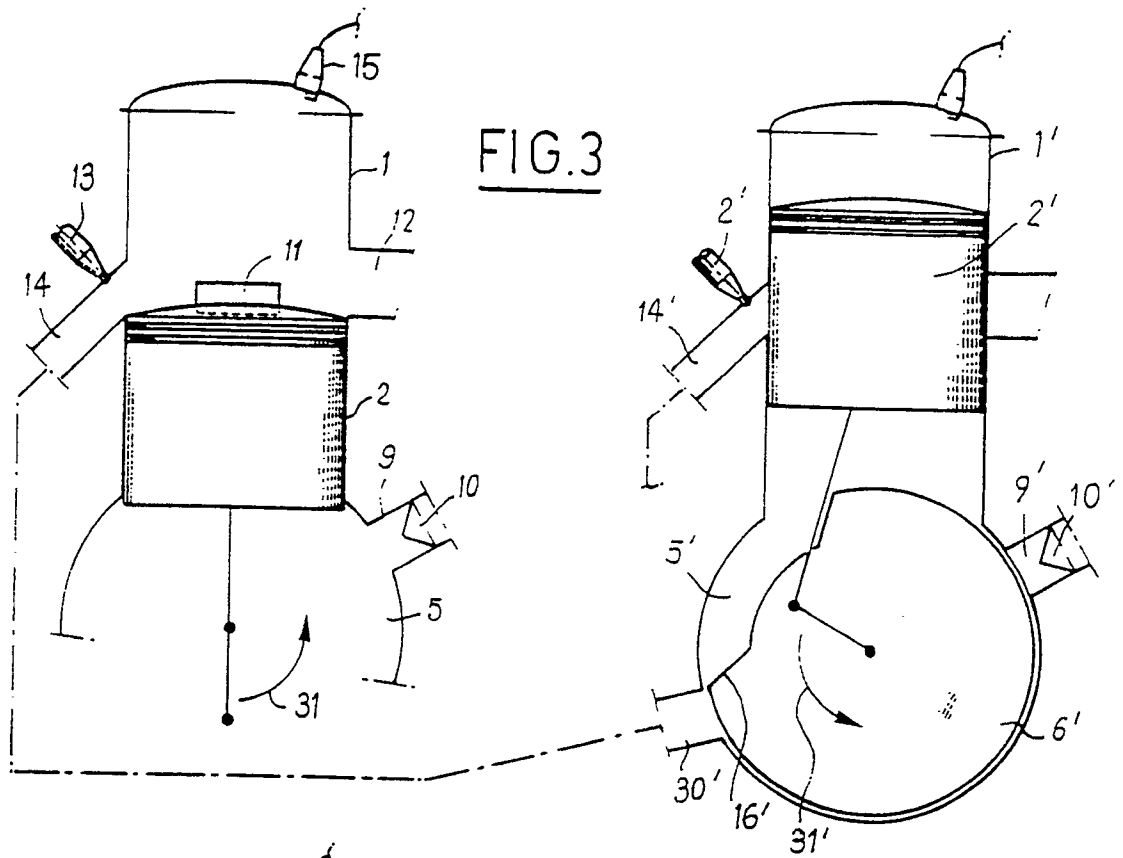
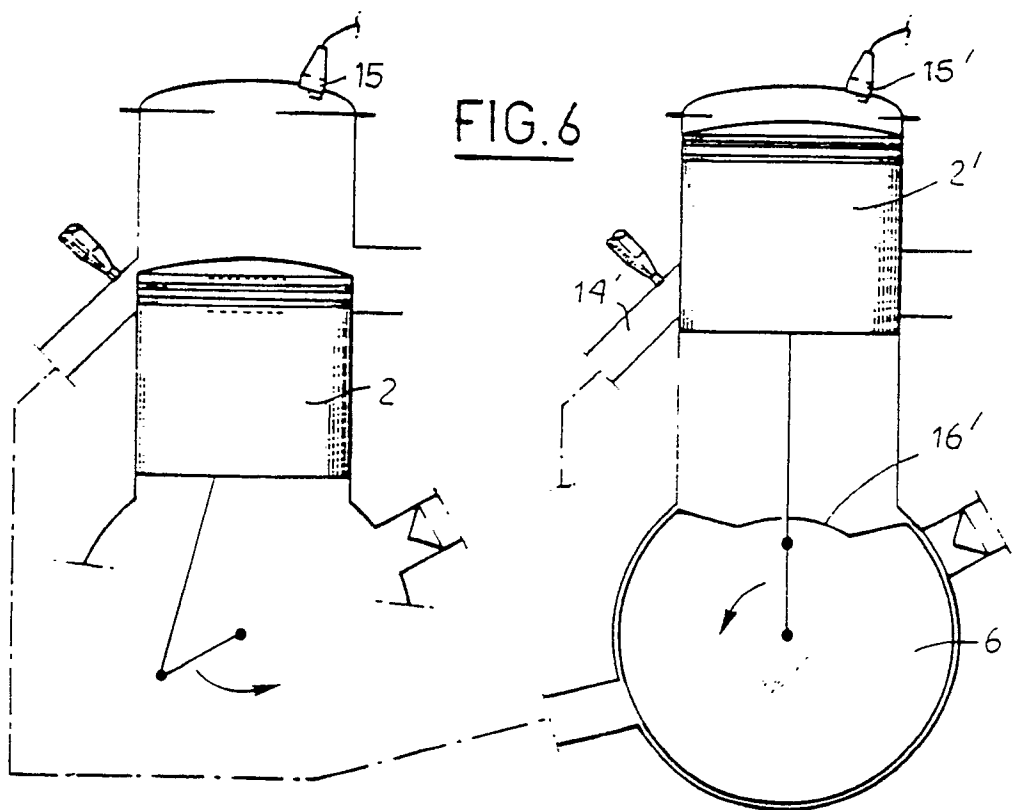
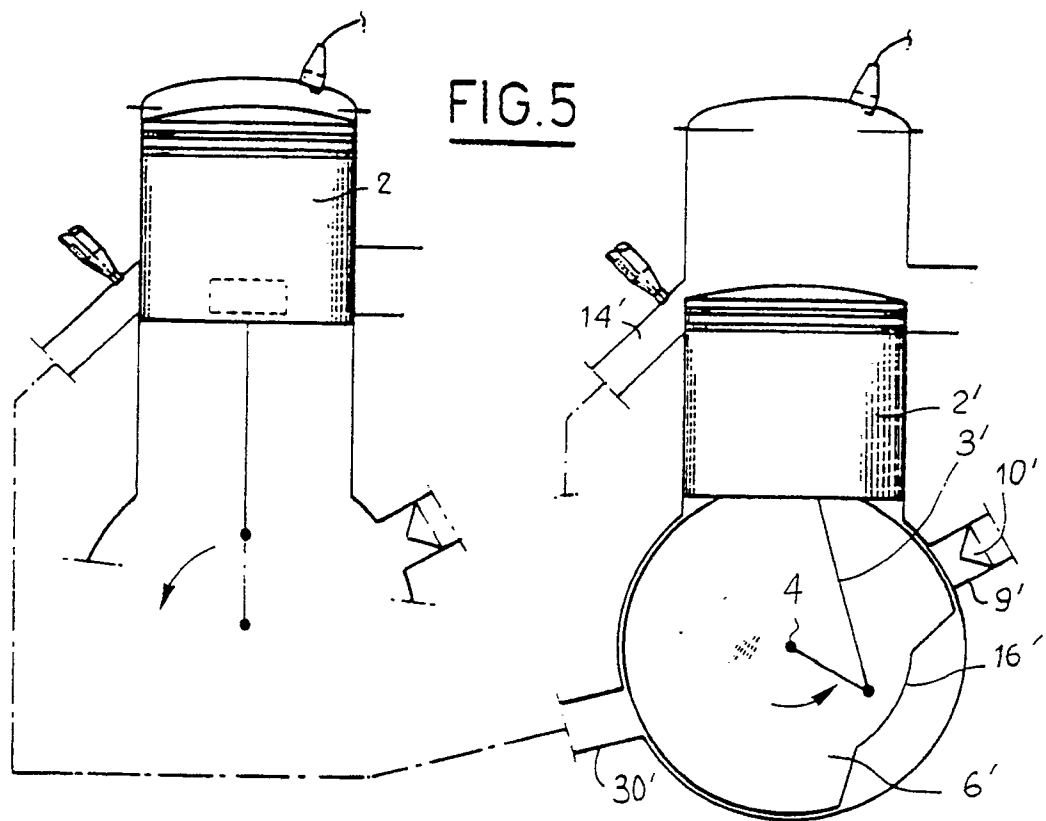


FIG. 2





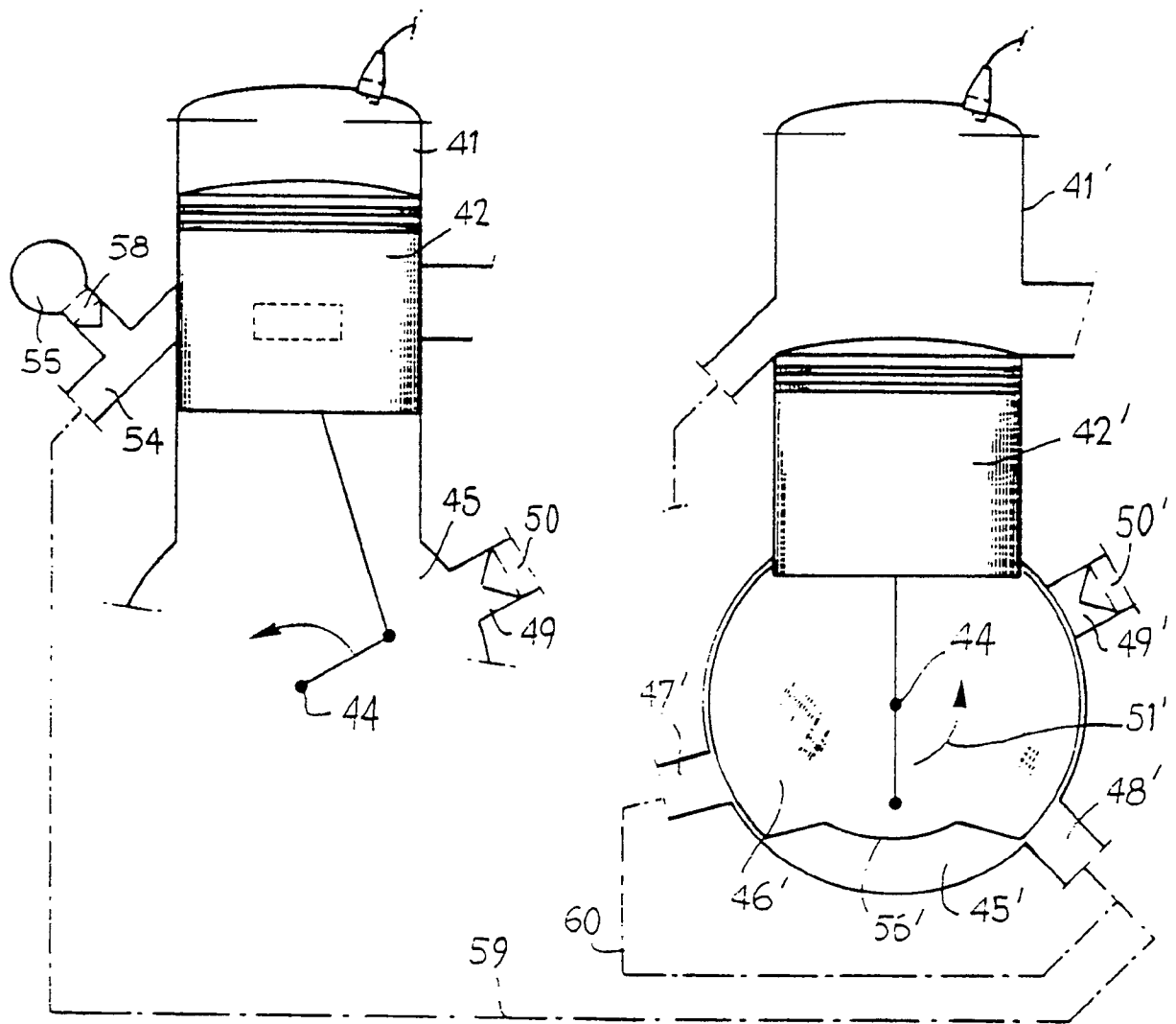
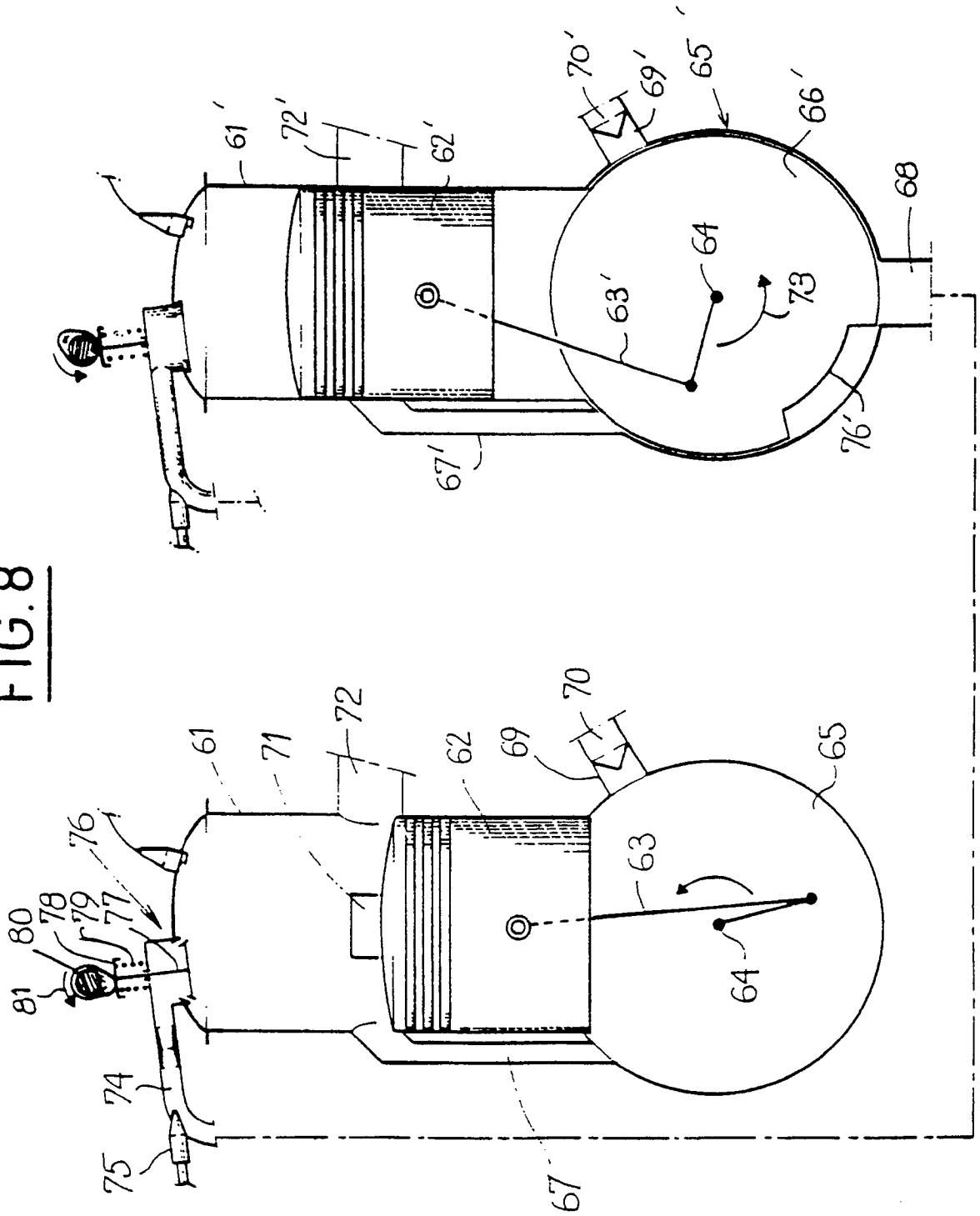
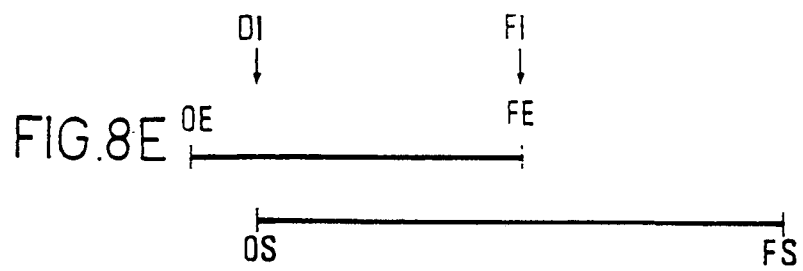
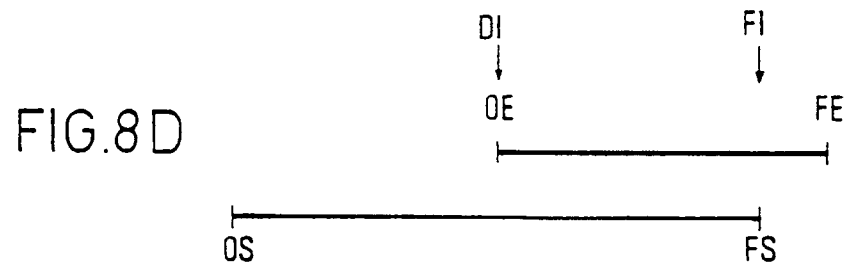
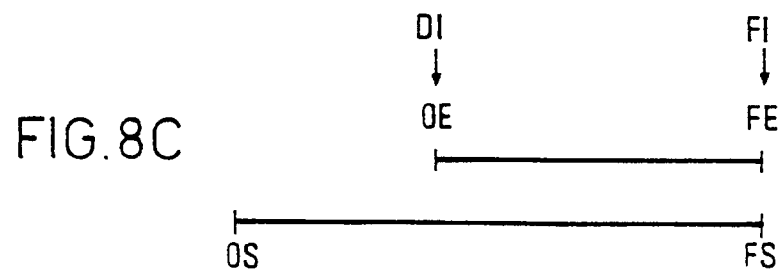
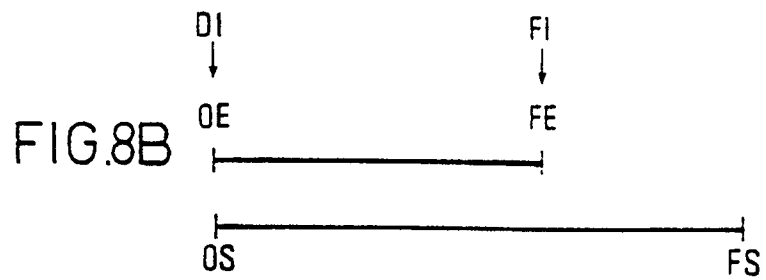
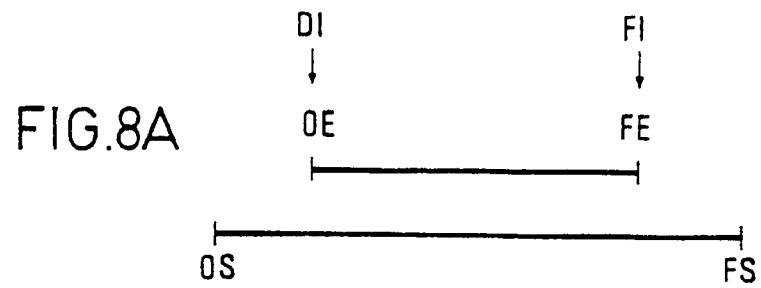


FIG. 7

FIG. 8





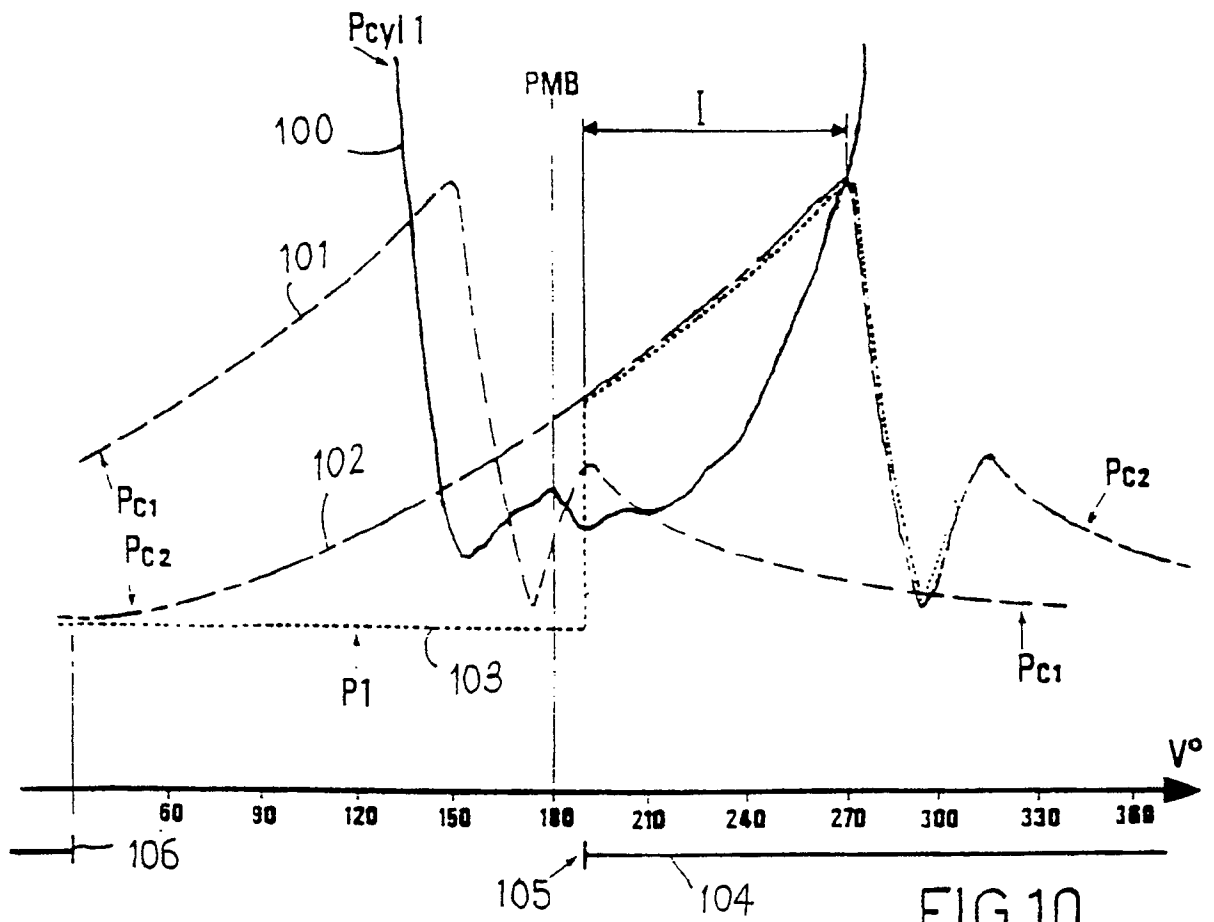


FIG. 10

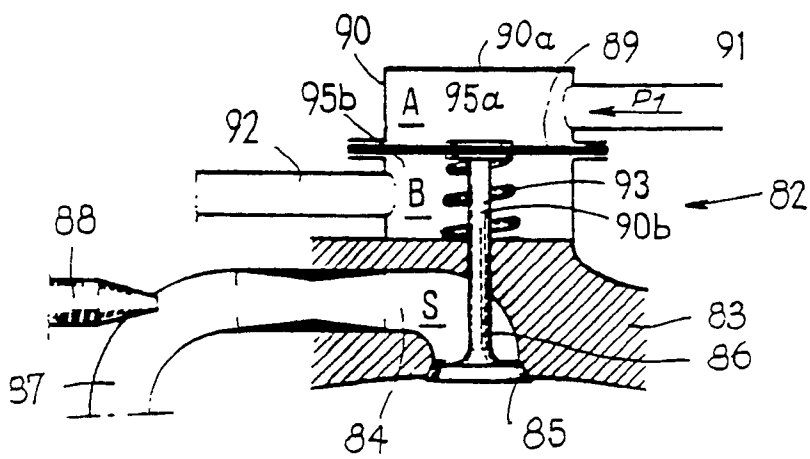


FIG. 9

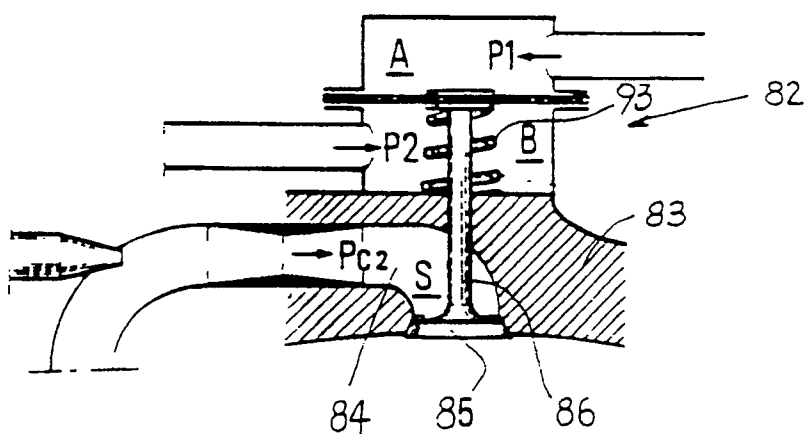
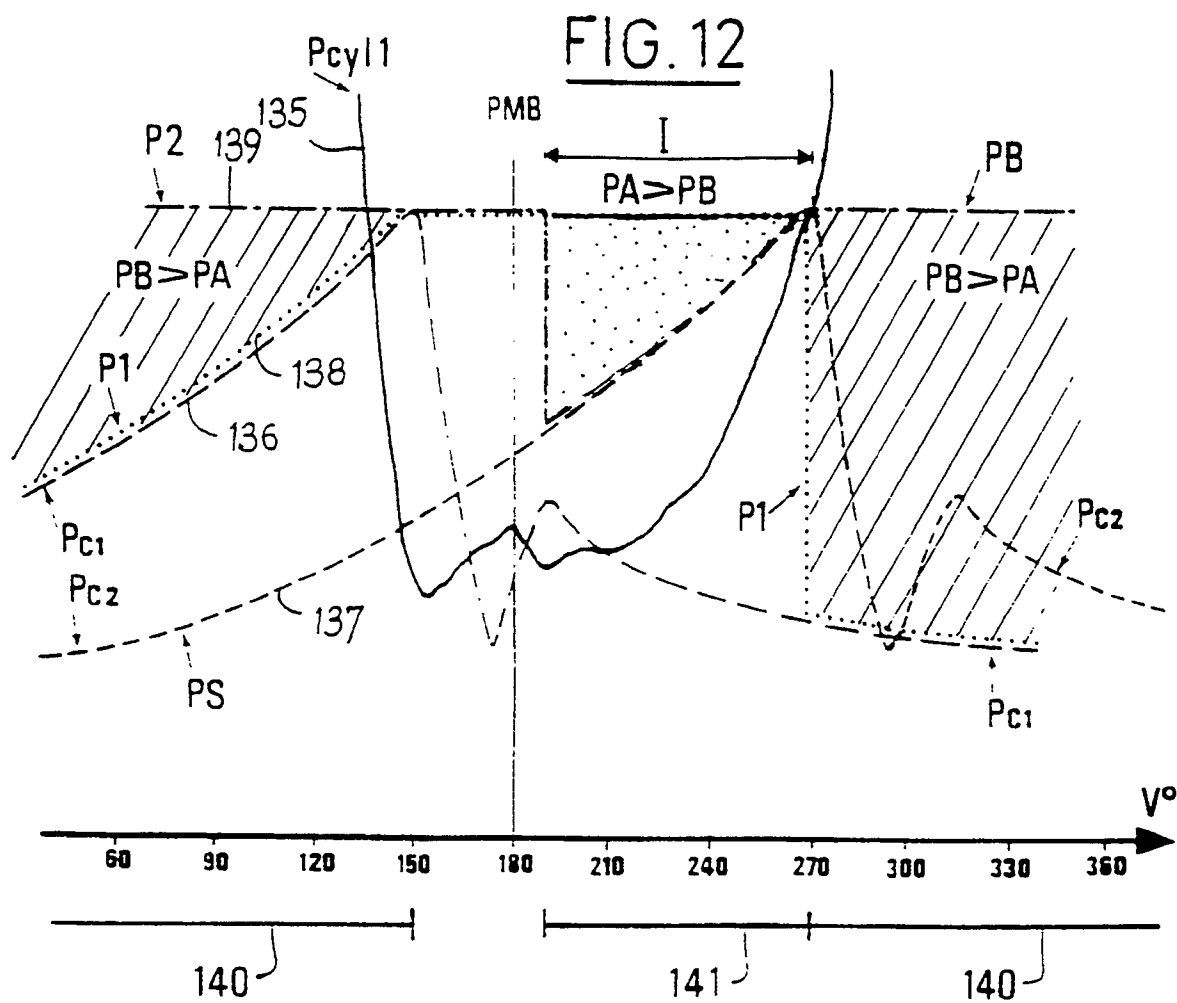


FIG. 11.

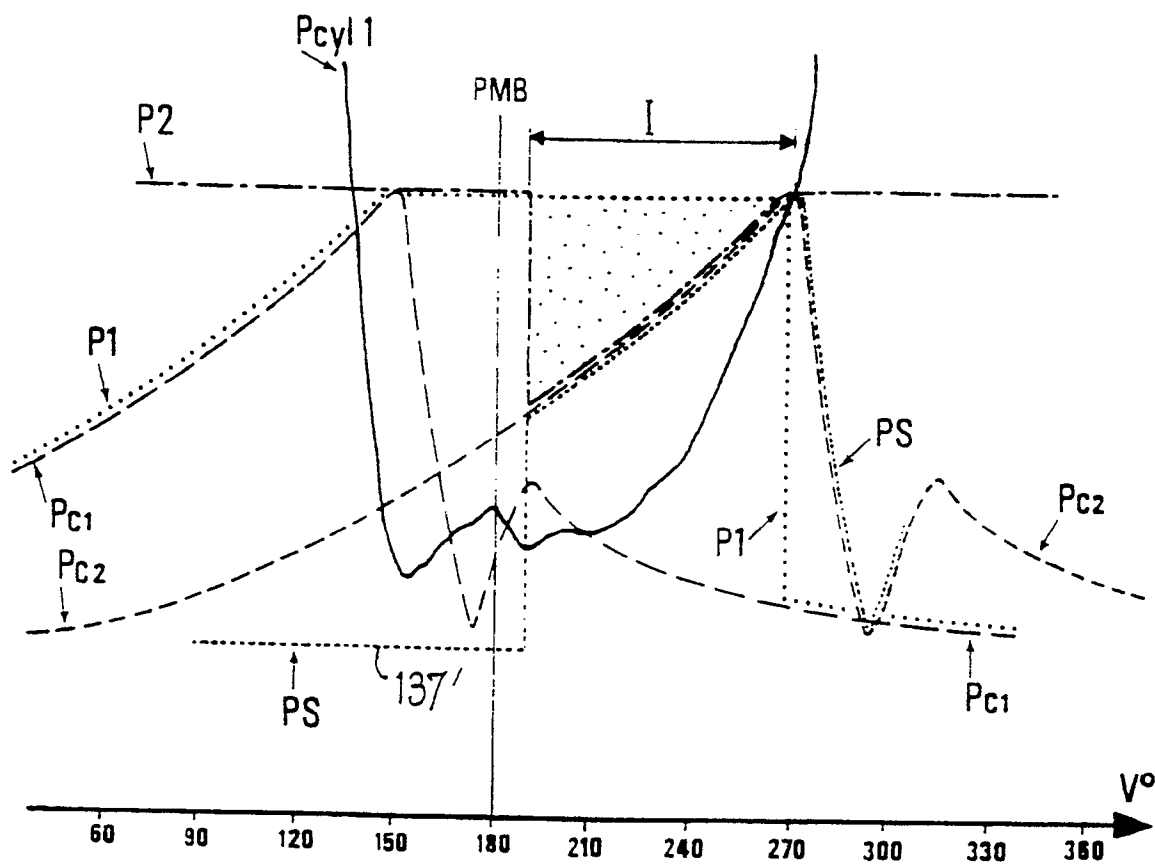


FIG.14

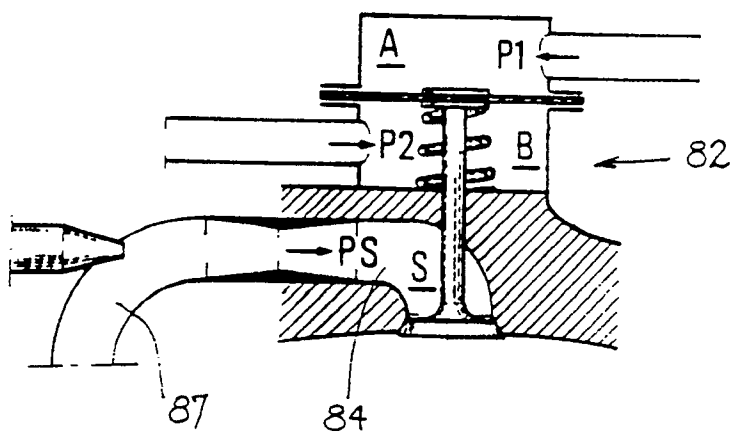


FIG. 13

FIG.15

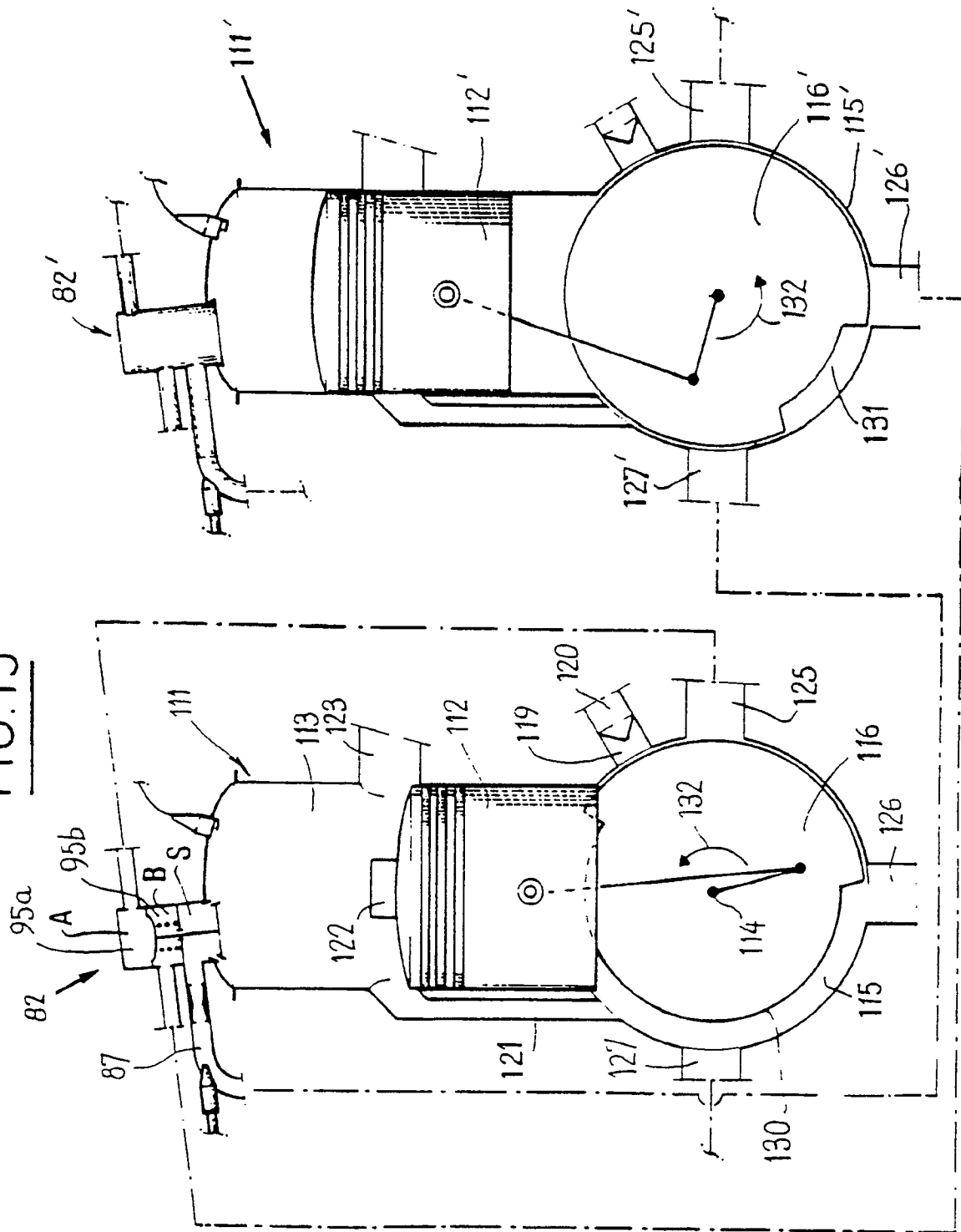
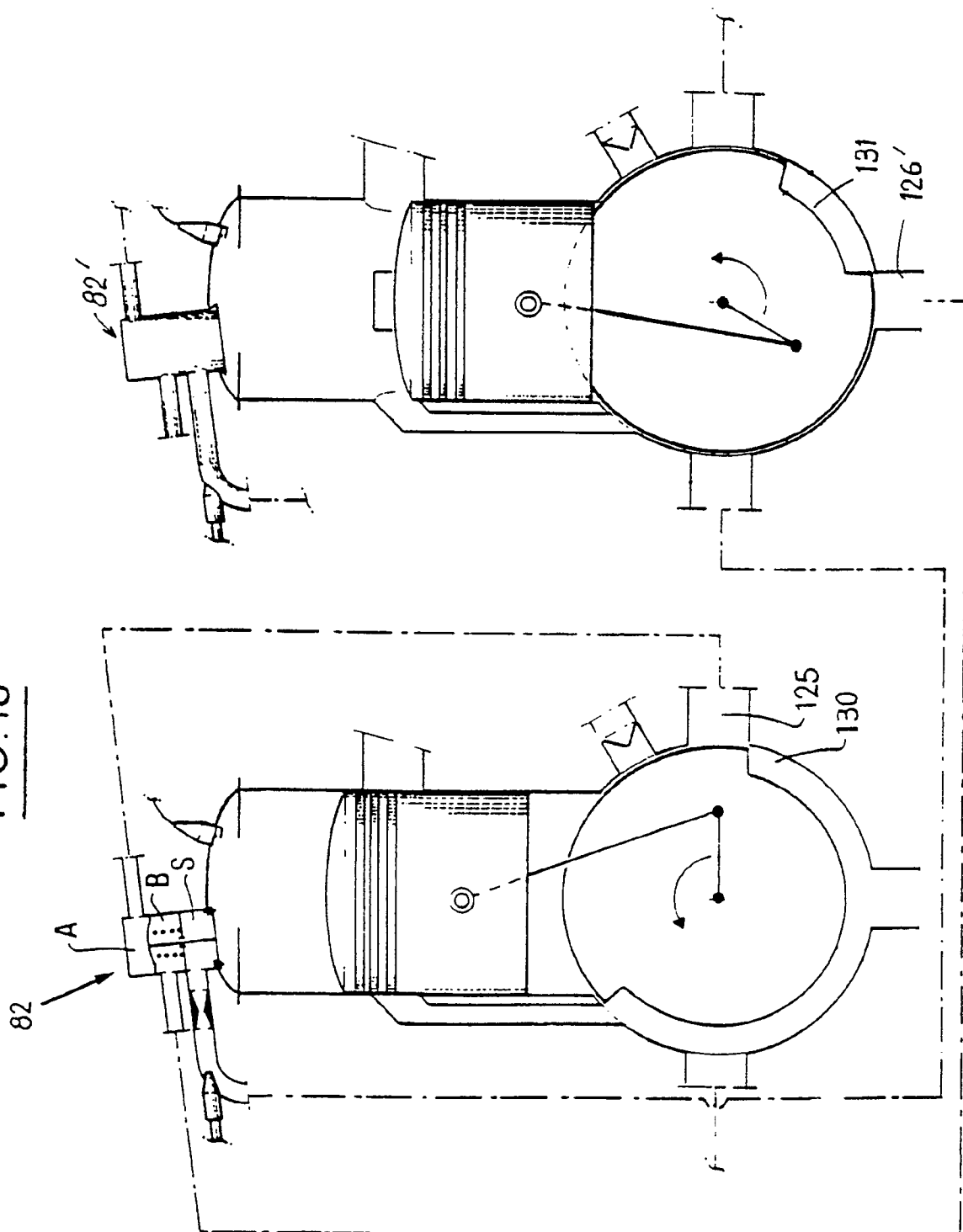


FIG.16





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 90 40 3563

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
Y	EP-A-296969 (INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE) * colonne 3, ligne 51 - colonne 4, ligne 10; figure 3 * * colonne 4, ligne 30 - colonne 5, ligne 43 * ---	1, 2, 4, 5	F02B25/26 F02M69/08 F02M69/10
Y	DE-B-1190251 (PIAGGIO) * colonne 1, lignes 1 - 11; figures 1, 2 * * colonne 3, lignes 22 - 33 * ---	1, 2, 4, 5	
A	FR-A-1165071 (NOVOTNY) * page 1, colonne de gauche, ligne 42 - colonne de droite, ligne 6; figures 1, 2 * ---	3	
P,A	EP-A-376836 (INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE) * abrégé; figures 1, 2 * * colonne 3, lignes 32 - 52 * * colonne 4, ligne 30 - colonne 5, ligne 7 * * colonne 5, lignes 36 - 43 * * colonne 5, ligne 56 - colonne 6, ligne 14 * ---	1, 4, 6-8	
A	US-A-3289656 (STRANG) ---		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	FR-A-2496757 (INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE) ---		F02B F02M F01L
A	FR-A-2431605 (JAULMES) -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22 MARS 1991	Examineur JORIS J.C.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)