

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 21.05.90.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : 22.11.91 Bulletin 91/47.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche : Se reporter à la fin du présent fascicule.

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(71) Demandeur(s) : INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE
— FR.

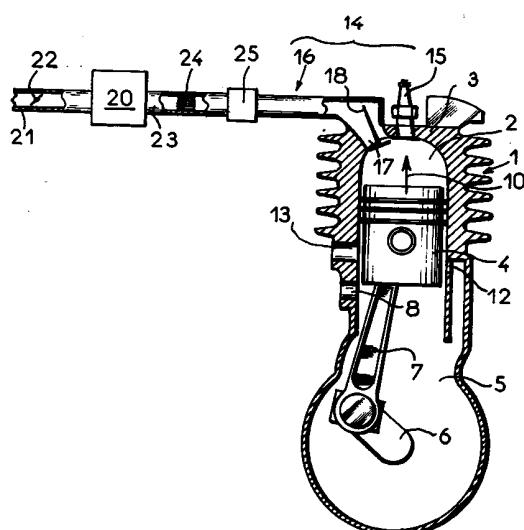
(72) Inventeur(s) : Monnier Gaëtan et Duret Pierre.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire :

(54) Procédé d'injection pneumatique de carburant dans un moteur à deux temps et moteur à deux temps correspondant.

(57) Le moteur comporte au moins un cylindre (1) dans lequel se déplace un piston (4) délimitant une chambre de combustion (2) et un carter pompe (5), au moins une ouverture d'admission (12) d'air frais dans la chambre de combustion (2) communiquant avec le carter pompe (5), au moins une ouverture d'échappement (13) de gaz brûlés dans la chambre de combustion (2) et un dispositif d'injection pneumatique (14). Le carburant est pulvérisé et injecté dans la chambre 2 en utilisant un gaz comprimé. Pour les faibles charges du moteur, on utilise un gaz comprimé provenant uniquement de la chambre (2) ou du carter pompe (5) du cylindre (1) du moteur et pour les fortes charges du moteur, de manière additionnelle, un gaz comprimé provenant d'une source (20) extérieure au cylindre (1). La source (20) extérieure au cylindre (1) peut être constituée par un compresseur mécanique entraîné par le moteur ou par un turbo-compresseur.



L'invention concerne un procédé d'injection pneumatique de carburant dans un moteur à deux temps à un ou plusieurs cylindres.

Dans les moteurs à deux temps à un ou plusieurs cylindres, à haut rendement on cherche à réaliser de façon indépendante, un balayage du ou des cylindres par de l'air frais non carburé et une introduction de carburant liquide sous forme pulvérisée dans le ou les cylindres, ces deux opérations étant effectuées à des instants successifs et bien déterminés du cycle de fonctionnement du moteur.

L'introduction de carburant sous forme pulvérisée dans le cylindre peut être réalisée par un dispositif d'injection pneumatique comportant un injecteur débouchant dans le cylindre muni d'une soupape commandée par une came pour son ouverture et sa fermeture, un moyen d'alimentation de l'injecteur en carburant liquide et une source d'air comprimé assurant la pulvérisation et l'injection du carburant au moment de l'ouverture de l'injecteur.

Le balayage du cylindre par de l'air frais est réalisé grâce à un carter pompe communiquant avec le cylindre à sa partie inférieure, de façon que le piston se déplaçant dans le cylindre produise une compression de l'air du carter en se déplaçant vers son point mort bas. Des conduits joignant le carter pompe à des lumières d'admission du cylindre assurent le transfert de l'air comprimé vers le cylindre, cet air comprimé pénétrant dans le cylindre dont il réalise le balayage, lorsque les lumières d'admission sont découvertes par le piston au cours de son déplacement vers son point mort bas.

On a proposé de réaliser l'injection pneumatique du carburant en utilisant l'air comprimé du carter pompe pour effectuer la pulvérisation et l'injection du

carburant. A cette fin, le carter pompe peut être relié à l'injecteur par un conduit sur lequel est disposé un clapet. La partie du conduit située en aval du clapet peut constituer en elle-même une capacité. Lors de 5 l'ouverture de l'injecteur, une certaine quantité d'air comprimé est utilisée pour pulvériser le carburant et l'injecter dans le cylindre. Le rechargement de la capacité en air comprimé est réalisé, lorsque la pression est voisine de son maximum dans le carter pompe, 10 par ouverture du clapet.

Dans le brevet FR-A-2.625.532 déposé par l'Institut Français du Pétrole et les Sociétés Automobiles Peugeot et Automobiles Citroën, on a proposé de réaliser la pulvérisation et l'injection du carburant 15 dans un cylindre d'un moteur à deux temps en utilisant des gaz prélevés dans le cylindre du moteur ou, dans le cas d'un moteur à plusieurs cylindres, dans un cylindre du moteur différent du cylindre dans lequel on réalise l'injection.

20 L'injecteur pneumatique de carburant peut être alimenté en gaz sous pression, dans un mode de réalisation particulier, par une capacité de stockage reliée à la chambre du cylindre dans lequel a lieu l'injection, par l'intermédiaire de la chambre de l'injecteur pneumatique débouchant dans la partie supérieure du cylindre 25 au niveau d'un siège d'une soupape de fermeture et d'ouverture.

Dans certaines configurations, les dispositifs et procédés d'injection connus dans la technique antérieure ne permettent pas d'obtenir des performances suffisantes du moteur, et en particulier un fonctionnement satisfaisant à fortes charges.

30 Le rapport air/carburant au moment de l'injection est souvent insuffisant pour obtenir une bonne pulvérisation du carburant et une combustion efficace.

Il n'est généralement pas possible de suralimenter le moteur pour obtenir une augmentation du couple.

Les conditions de mise en oeuvre de la distribution conduisent également à des limitations quant 5 au régime de fonctionnement du moteur.

Les soupapes d'admission du mélange carburé doivent présenter une dimension relativement importante, ce qui conduit à utiliser une culasse d'une hauteur également importante.

10 Le but de l'invention est donc de proposer un procédé d'injection pneumatique de carburant dans un moteur à deux temps comportant au moins un cylindre dans lequel se déplace un piston délimitant une chambre de combustion et un carter pompe situé dans le prolongement 15 de la chambre de combustion et séparé de celle-ci par le piston, au moins une ouverture d'admission d'air frais dans la chambre de combustion communiquant avec le carter pompe, au moins une ouverture d'échappement de gaz brûlés de la chambre de combustion et un dispositif 20 d'injection pneumatique de carburant dans la chambre de combustion par un orifice d'injection, comportant un moyen d'ouverture et de fermeture de l'orifice d'injection, une capacité d'injection alimentée en gaz comprimé communiquant avec la chambre de combustion par l'inter- 25 médiaire de l'orifice d'injection et un moyen d'injection de carburant liquide dans la capacité d'injection, le procédé permettant d'accroître les performances et de diminuer les dimensions de certaines pièces du moteur.

30 Dans ce but, on utilise pour réaliser l'injection, un gaz comprimé provenant uniquement de la chambre ou du carter pompe d'un cylindre du moteur pour les faibles charges du moteur et de manière additionnelle un gaz comprimé provenant d'une source extérieure au cylindre pour les fortes charges du moteur.

Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire, à titre d'exemple non limitatif, en se reportant aux figures jointes en annexe, plusieurs modes de réalisation d'un moteur à deux temps permettant 5 de mettre en oeuvre le procédé d'injection pneumatique de carburant suivant l'invention.

Les figures 1, 2, 3, 4 et 5 sont des vues en élévation et en coupe par un plan vertical d'un cylindre d'un moteur à deux temps permettant de mettre en oeuvre 10 le procédé suivant l'invention, et suivant cinq modes de réalisation différents.

Les figures 6 et 7 sont des vues schématiques en coupe par un plan horizontal montrant la disposition d'un turbo-compresseur utilisé comme source de gaz 15 comprimé, dans la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention.

On va maintenant décrire en se référant aux figures 1 à 5, plusieurs modes de réalisation d'un moteur à deux temps permettant la mise en oeuvre du 20 procédé d'injection pneumatique suivant l'invention. Les éléments correspondants sur les figures 1 à 5 portent les mêmes repères.

Sur la figure 1, on voit un cylindre d'un moteur à deux temps désigné de manière générale par le 25 repère 1 dont la chambre de combustion 2 est fermée à sa partie supérieure par une culasse 3 et prolongée à sa partie inférieure par un carter pompe 5 traversé par le vilebrequin 6 du moteur.

Un piston 4 relié au vilebrequin 6 par l'intermédiaire d'une bielle 7 se déplace à l'intérieur du cylindre, pendant le fonctionnement du moteur.

Le piston 4 délimite la chambre de combustion 2, entre sa partie supérieure et la paroi intérieure de la culasse 3 et sépare la chambre de combustion 2 du 35 carter pompe 5.

Le carter pompe 5 comporte une ouverture d'admission d'air 8 par laquelle de l'air atmosphérique est aspiré lorsque le piston 4 se déplace dans le cylindre, en direction de son point mort haut, comme représenté par la flèche 10 sur la figure 1. Un clapet peut être associé à l'ouverture d'aspiration 8 et s'ouvre lorsque la chambre du carter pompe 5 est en dépression, le piston 4 se déplaçant en direction de son point mort haut, et se referme, lorsque l'air introduit dans le carter pompe 5 est comprimé par le piston 4 se déplaçant en direction de son point mort bas.

Le cylindre 1 comporte dans sa paroi latérale des ouvertures de transfert telles que 12 communiquant avec le carter pompe 5 et au moins une ouverture d'échappement 13 située à un niveau légèrement différent du niveau des ouvertures de transfert 12 permettant d'évacuer les gaz brûlés de la chambre de combustion 2. Lors de ses déplacements dans le cylindre, le piston 4 peut être amené à masquer ou à découvrir les ouvertures 12 et 13, suivant les phases du cycle de fonctionnement du cylindre.

Lorsque le piston 4 qui se déplace en direction de son point mort bas comprime l'air introduit dans le carter pompe 5, cet air comprimé est introduit par les ouvertures de transfert 12 dans la chambre de combustion 2, les gaz brûlés étant évacués par l'ouverture 13. Du carburant pulvérisé est introduit dans la chambre de combustion 2 par le dispositif d'injection pneumatique 14, mélangé à l'air frais comburant introduit dans la chambre de combustion 2 et enflammé par la bougie 15.

Le dispositif d'injection pneumatique 14 tel que représenté sur la figure 1 peut utiliser avantageusement certains éléments d'un dispositif d'injection décrit dans la demande de brevet FR-A-2.625.532.

Ce dispositif comporte une capacité d'injection 16 communiquant avec la chambre de combustion 2, par l'intermédiaire d'un orifice d'injection 17 constituant le siège d'une soupape 18 assurant l'ouverture 5 et la fermeture de l'orifice d'injection 17, pendant le cycle de fonctionnement du moteur.

La soupape 18 est commandée pour son ouverture, par une came non représentée et rappelée sur son siège en position de fermeture par un ressort.

10 La came de commande de la soupape 18 est réglée de manière à assurer l'ouverture de l'orifice 17 et donc l'injection pneumatique de carburant dans le cylindre, avant la fin de la phase de compression dans la chambre de combustion 2, le piston 4 se déplaçant en 15 direction de son point mort haut.

La soupape 18 se referme à un instant réglé de manière qu'une certaine quantité de gaz comprimé dans la chambre de combustion 2 par le piston 4 à une pression déterminée est renvoyée dans la capacité 16 pour remettre 20 cette capacité en pression. Ce gaz comprimé servira lors de l'ouverture suivante de la soupape 18 à réaliser le transfert et la pulvérisation pneumatique du carburant délivré par l'injecteur non représenté. Avantageusement, cet injecteur pourra être placé au voisinage de 25 la soupape 18.

Après l'inflammation du mélange carburé et comprimé, par la bougie 15, le piston 4 se déplace vers le bas et assure en particulier, comme décrit plus haut, la compression de l'air introduit dans le carter pompe 5 et le balayage de la chambre de combustion 2 du cylindre 30 par des gaz frais.

Du carburant liquide est introduit dans la capacité 16, grâce à un injecteur non représenté et l'injection pneumatique de carburant dans la chambre de combustion 2 peut être assurée par ouverture de la 35

soupape 18, pendant une phase du fonctionnement du cylindre 1 pendant laquelle la pression dans la chambre de combustion 2 est inférieure à la pression des gaz emprisonnés dans la capacité 16. Au moment de l'ouverture de la soupape 18, les gaz sous pression contenus dans la capacité 16 s'écoulent à grande vitesse dans la chambre 2 par l'orifice d'injection 17, en entraînant le carburant liquide qui est introduit dans la chambre 2 à l'état pulvérisé.

10 Ce type de fonctionnement est parfaitement satisfaisant, lorsque le moteur est à faible charge et à régime modéré.

Cependant, le dispositif tel que décrit ne permet pas d'obtenir un rapport élevé entre le volume 15 des gaz comprimés servant à la pulvérisation du carburant et le volume de carburant injecté, du fait de la conception de la capacité 16 de stockage des gaz comprimés et de son mode d'alimentation au cours du cycle de fonctionnement du cylindre. Il peut en résulter une 20 pulvérisation insuffisante du carburant, lorsque celui-ci est injecté en quantités importantes, lors du fonctionnement du moteur à forte charge.

En outre, il n'est pas possible d'augmenter le couple moteur en effectuant une légère suralimentation.

25 Il est également très difficile de faire fonctionner le moteur à haut régime, du fait des conditions de fonctionnement du dispositif d'injection de carburant.

Il est nécessaire de prévoir un orifice d'injection et une soupape d'une dimension suffisante pour 30 assurer une alimentation satisfaisante de la chambre de combustion. Il en résulte une dimension accrue de la culasse et une inertie plus importante de la soupape.

En outre, le dispositif décrit entraîne certaines contraintes en ce qui concerne le calage de

l'arbre à cames commandant la soupape d'ouverture et de fermeture de l'orifice d'injection pneumatique.

Le dispositif d'injection pneumatique 14 du cylindre 1 du moteur représenté sur la figure 1 comporte 5 un compresseur 20 qui peut être entraîné mécaniquement par le moteur ou qui peut être constitué par un turbocompresseur entraîné en rotation par les gaz d'échappement du moteur.

Le compresseur 20 comporte une tubulure d'aspiration 21 sur laquelle est placé un papillon de réglage 22 et une tubulure de refoulement 23 reliée à son extrémité opposée au compresseur 20, à la capacité 16 et sur laquelle peut être intercalé un échangeur de chaleur 24 et un clapet 25.

15 Selon l'invention, lorsque le cylindre 1 fonctionne à faible charge, le clapet 25 est dans sa position de fermeture et l'injection pneumatique du carburant dans la chambre de combustion 2 est assurée uniquement par les gaz comprimés introduits dans la capacité 20 16.

25 Lorsque la charge et la puissance demandée au moteur dépassent une certaine limite, par ouverture du clapet 25, le compresseur 20 entraîné en rotation, par exemple par le moteur, assure une certaine alimentation en air comprimé de la capacité 16. Au moment où l'on réalise l'injection pneumatique du carburant, par ouverture de la soupape 18, la pulvérisation et l'injection pneumatique sont réalisées à la fois par les gaz comprimés introduits dans la capacité 16 et par l'air sous 30 pression fourni par le compresseur 20.

Le débit du compresseur 20 peut être réglé grâce au papillon 22, par exemple en fonction de la charge et du régime du moteur.

35 La quantité d'air comprimé introduite dans la capacité 16 par le compresseur 20 peut être très large-

ment prépondérante, par rapport à la quantité de gaz comprimé introduit dans la capacité 16, pendant la phase de compression dans le cylindre 1.

En outre, cette quantité est facilement réglable et il devient possible d'obtenir une très bonne pulvérisation du carburant quelle que soit la quantité de carburant à injecter. Il est également possible d'augmenter le régime du moteur et le couple en opérant une légère suralimentation.

Le débit du mélange d'air et de carburant pulvérisé introduit dans la chambre de combustion étant sensiblement accru, l'orifice d'injection et la soupape peuvent avoir des dimensions sensiblement inférieures, ce qui permet de diminuer en particulier la hauteur de la culasse.

Il est également possible d'effectuer un calage plus tardif de l'arbre à cames, dans la mesure où on dispose d'un niveau de pression accru dans la capacité 16 obtenu grâce à une quantité additionnelle d'air comprimé fourni par une source totalement extérieure au cylindre dans lequel on réalise l'injection.

Sur la figure 2, on a représenté une variante de réalisation d'un moteur à deux temps permettant de mettre en oeuvre le procédé suivant l'invention.

Le cylindre du moteur représenté sur la figure 2 est sensiblement identique au cylindre représenté sur la figure 1.

Cependant, le carter pompe 5 du cylindre 1 représenté sur la figure 2 comporte une ouverture supplémentaire reliée, par l'intermédiaire d'un clapet 28 intercalé sur une conduite 27, à une capacité d'air comprimé 26. La capacité 26 est elle-même reliée par l'intermédiaire d'une conduite 29, au conduit 23 du dispositif d'injection pneumatique 30 du cylindre.

Dans le cas de la variante représentée sur la figure 2, le dispositif d'injection 30 comporte en plus des éléments constitutifs analogues aux éléments du dispositif d'injection 14 représenté sur la figure 1, la 5 capacité 26 et ses conduits de liaison au carter pompe 5 et à la capacité 16.

Les capacités 16 et 26 pourront être confondues, par exemple, en reliant directement le conduit 27 à la capacité 16 et en supprimant la capacité 26 et la 10 conduite 29 de la figure 2.

Une partie de l'air comprimé par le piston 4 dans le carter pompe 5 est introduit dans la capacité 16, par ouverture du clapet 28, lorsque la pression de cet air comprimé est suffisante pour réaliser l'ouverture 15 du clapet 28.

Au moment de l'ouverture des transferts 12, la pression dans le carter pompe 5 diminue et le clapet 28 se referme, de manière que de l'air comprimé se trouve emprisonné dans la capacité 26.

20 Cet air comprimé est utilisé pour réaliser la pulvérisation et l'entraînement du carburant injecté dans la capacité 16, au moment de l'ouverture de la soupape 18.

Lorsque le moteur fonctionne à faible charge 25 et à régime modéré, ce dispositif d'injection pneumatique de type classique fonctionne de manière satisfaisante.

Lorsque le moteur fonctionne à forte charge, ce dispositif, lorsqu'on ne met en oeuvre que la capacité 30 26 pour fournir l'air comprimé d'injection à la capacité 16, présente sensiblement les mêmes inconvénients que le dispositif représenté sur la figure 1.

De plus, ce dispositif nécessite la présence d'une capacité d'air comprimé et d'un clapet sur une

conduite de liaison de la capacité d'air comprimé au carter pompe.

Selon l'invention, lorsque le moteur fonctionne à forte charge, l'ouverture du clapet 25 et du papillon 22 placé sur la conduite d'aspiration du compresseur 20 permet d'injecter par la conduite de refoulement 23, à travers le clapet 25, une quantité réglable d'air comprimé provenant du compresseur 20.

Au moment de l'ouverture de la soupape 18, le débit d'air comprimé provenant du compresseur 20 s'ajoute au débit d'air comprimé provenant de la capacité 26 pour assurer un rapport élevé air sur carburant et une pulvérisation efficace, au moment de l'injection pneumatique.

Comme précédemment, le débit d'air insufflé par le compresseur 20 peut être réglé par le papillon 22.

Sur la figure 3, on a représenté un cylindre d'un moteur comportant un dispositif d'injection pneumatique de carburant 31 identique, dans sa structure générale, au dispositif d'injection 14 représenté sur la figure 1.

Cependant, à la différence du dispositif représenté sur la figure 1, le dispositif d'injection 31 comporte une conduite 32 en dérivation par rapport au compresseur 20 joignant la conduite d'aspiration 21 et la conduite de refoulement 23 du compresseur et sur laquelle peut être placé le papillon de réglage 22. Un clapet 33 est placé sur la conduite d'aspiration 21 en amont de la conduite 32 en dérivation.

Le fonctionnement du cylindre 1 à faible charge est identique au fonctionnement décrit en ce qui concerne le cylindre représenté sur la figure 1.

A forte charge, le clapet 25 s'ouvre et le débit d'air comprimé additionnel introduit dans la

capacité 16 par le compresseur 20 peut être réglé grâce au papillon 22 placé sur la conduite 32 en dérivation par rapport au compresseur 20.

5 Les dispositifs tels que représentés sur les figures 1, 2 et 3 permettent de régler le débit de l'air comprimé additionnel fourni par le compresseur 20.

Sur la figure 4, on a représenté une variante de réalisation d'un moteur à deux temps permettant de mettre en oeuvre le procédé suivant l'invention grâce à 10 un dispositif d'injection pneumatique 34 permettant de régler la pression d'injection de l'air additionnel fourni par le compresseur 20.

La conduite de refoulement 23 du compresseur 20 est reliée à une capacité 36 elle-même reliée à la 15 capacité d'injection 16, par l'intermédiaire d'une conduite 35 sur laquelle est placé un papillon de réglage 37. Une conduite 38 en dérivation par rapport au compresseur 20 est reliée à la capacité 36, par l'intermédiaire d'un clapet 39.

20 Lorsque le moteur fonctionne à forte charge, le papillon 37 est ouvert et l'air comprimé provenant de la capacité 36 alimentée par le compresseur 20 contribue à la pulvérisation et à l'injection du carburant dans la chambre 2, lors de l'ouverture de la soupape 18.

25 La pression dans la capacité 36 est limitée à une valeur maximale définie par la valeur de tarage du clapet de décharge 39.

Les variantes illustrées aux figures 3 et 4 pourront également être appliquées au mode de réalisation 30 représenté à la figure 2.

Sur la figure 5, on a représenté une variante de réalisation d'un moteur à deux temps comportant un dispositif d'injection 40 permettant de mettre en oeuvre le procédé suivant l'invention.

Le dispositif d'injection 40 comporte une capacité de stockage d'air comprimé 46 alimentée par le compresseur 20, par l'intermédiaire de sa conduite de refoulement 23 sur laquelle peut être disposé un échangeur 24. La capacité d'air comprimé 46 est reliée à la capacité d'injection 16, par l'intermédiaire d'une conduite 45 sur laquelle est placé un papillon de réglage 48.

Une conduite 44 est placée en dérivation par rapport au compresseur 20, de manière à joindre la conduite d'aspiration 21 du compresseur sur laquelle peut être placé un clapet 43 à la capacité 46, par l'intermédiaire d'un clapet de décharge 49.

De plus, la capacité d'air comprimé 46 est reliée à l'ouverture de transfert 12 du cylindre 1, par l'intermédiaire d'une conduite telle que 50 sur laquelle est placé un papillon de réglage 51.

L'ouverture d'échappement 13 du cylindre pourra être placée dans une disposition opposée aux ouvertures de transfert, par rapport à l'axe du cylindre 1.

De cette manière, lorsque le piston 4 est parvenu au voisinage de son point mort bas, comme représenté sur la figure 5, la ou les ouvertures de transfert 12 sont dégagées par le piston 4, de manière que l'air comprimé contenu dans la capacité 46 et provenant du compresseur 20 permet de réaliser le balayage de la chambre 2 et son remplissage en air frais (flèches 53).

Le débit de l'air frais de balayage de la chambre 2 du cylindre 1 peut être réglé grâce au papillon 51.

En outre, la pression de l'air comprimé dans la capacité 46 est limitée à une certaine valeur définie par la valeur de tarage du clapet de décharge 49 ou par un papillon de réglage du type du papillon 22 de la figure 3.

Lorsque le balayage et le remplissage en air frais de la chambre de combustion 2 ont été réalisés, l'injection de carburant dans la chambre 2 peut être effectuée par ouverture de la soupape 18.

5 Lorsque le moteur fonctionne à faible charge, le papillon 48 est fermé et la pulvérisation et l'injection de carburant sont effectuées par les gaz comprimés stockés dans la capacité 16, au moment de la phase de compression dans le cylindre 1.

10 Lorsque le moteur fonctionne à forte charge, le papillon 48 est ouvert et la pulvérisation et l'injection du carburant sont assurées à la fois par les gaz comprimés contenus dans la capacité 16 et par l'air comprimé provenant de la capacité 46.

15 La pression de cet air comprimé est limitée à une certaine valeur maximale grâce au clapet de décharge 49.

20 Le dispositif représenté sur la figure 5 permet d'utiliser le compresseur 20 et la capacité 46, aussi bien pour l'alimentation du cylindre en air frais par ses ouvertures de transfert 12 que pour l'injection pneumatique du carburant, lors de l'ouverture de la soupape 18.

25 Dans ce cas, le compresseur 20 permet de remplacer le carter pompe 5 dans sa fonction de balayage du cylindre.

30 Dans tous les cas, le procédé suivant l'invention et les dispositifs d'injection correspondants permettent d'augmenter la quantité d'air injecté pour réaliser la pulvérisation du carburant, lorsque le moteur fonctionne à forte charge.

35 Le procédé et les dispositifs correspondants permettent de réaliser une suralimentation en air comprimé, grâce à l'injection d'air additionnel provenant d'une source extérieure au cylindre du moteur. Ce com-

plément d'air comprimé permet d'utiliser des soupapes de plus petit diamètre ; pour les mêmes caractéristiques de levée et d'ouverture de la soupape, la réalisation d'une soupape de plus faible dimension et de plus faible masse 5 permet d'accroître le régime de fonctionnement de cette soupape et du moteur.

En outre, la hauteur de la culasse peut être diminuée et le calage de l'arbre à cames commandant l'ouverture de la soupape d'injection peut être facilité. 10

La source d'air comprimé extérieure au cylindre est généralement constituée par un compresseur dont l'entraînement peut être assuré par une courroie, à partir du vilebrequin du moteur.

15 Il est également possible d'utiliser un turbo-compresseur dont la turbine est mise en rotation par les gaz d'échappement du moteur.

Sur la figure 6, on a représenté le cylindre 55 d'un moteur à deux temps comportant une ouverture 20 d'échappement 56 à laquelle est reliée une conduite d'échappement 57. Un turbo-compresseur 60 est intercalé sur une conduite 59 placée en dérivation sur la conduite d'échappement 57 du moteur. Un papillon 58 permet de régler le débit des gaz d'échappement dans la conduite 25 d'échappement principale 57.

En fonction de la position de réglage du papillon 58, une certaine fraction des gaz d'échappement circule dans la conduite 59 et assure la mise en rotation du turbo-compresseur 60.

30 Le turbo-compresseur 60 dont la turbine est entraînée par les gaz d'échappement du moteur peut être substitué au compresseur 20 des modes de réalisation décrits et représentés sur les figures 1 à 5.

Sur la figure 7, on a représenté une variante

de réalisation du dispositif comportant un turbo-com-
presseur tel que représenté sur la figure 6.

Le cylindre 55' du moteur comporte une ouverte-
ture d'échappement principale 56' à laquelle est reliée
5 une conduite d'échappement principale 57'.

Le cylindre 55' comporte une seconde lumière
d'échappement 59'a à laquelle est reliée une conduite
d'échappement secondaire 59' sur laquelle est intercalé
10 le turbo-compresseur 60'. La conduite d'échappement
secondaire 59' est reliée à la conduite principale 57'
en aval du turbo-compresseur 60'.

Les lumières d'échappement 56' et 59'a, dans
le cas du mode de réalisation représenté sur la figure
15 7, peuvent être disposées à un même niveau suivant la
direction axiale du cylindre ou à des niveaux légèrement
différents ; dans ce dernier cas, ces lumières ont des
angles d'ouverture décalés.

En particulier, la lumière reliée à la condui-
te alimentant la turbine du turbo-compresseur pourra
20 s'ouvrir en premier et donc alimenter la turbine avec
des gaz à une pression relativement élevée.

Dans tous les cas, les moteurs à deux temps
mettant en oeuvre le procédé suivant l'invention permet-
tent d'obtenir à la fois un démarrage aisé, dans la
25 mesure où il n'est pas nécessaire d'utiliser de l'air
comprimé extérieur aux faibles charges et un très bon
fonctionnement à forte ou à pleine charge, grâce à des
quantités additionnelles d'air comprimé provenant d'une
source extérieure au cylindre du moteur.

30 L'invention ne se limite pas aux modes de
réalisation qui ont été décrits.

C'est ainsi qu'on peut imaginer l'utilisation
de sources d'air comprimé extérieures au cylindre du
moteur différentes d'un compresseur de type mécanique

entraîné par le moteur ou d'un turbo-compresseur entraîné par les gaz d'échappement de ce moteur.

Il est également possible d'imaginer d'autres modes de réalisation du dispositif d'injection permettant de mettre en oeuvre l'invention.

Le moyen de commande de l'injection pneumatique peut être réalisé sous la forme d'un élément différent d'une soupape commandée de manière mécanique par une came, par exemple sous la forme d'une soupape commandée par un dispositif électromagnétique ou sous la forme d'un boisseau rotatif réalisant l'ouverture ou la fermeture de l'orifice d'injection et entraîné en rotation par le vilebrequin du moteur.

On peut utiliser, à la place d'un compresseur mécanique ou d'un turbo-compresseur, comme source d'air comprimé extérieure au cylindre, d'autres dispositifs tels qu'un système d'onde d'échappement du type Comprex.

L'invention s'applique à tout moteur à deux temps à injection pneumatique.

REVENDICATIONS

1) Procédé d'injection pneumatique de carburant dans un moteur à deux temps comportant au moins un cylindre (1, 55, 55') dans lequel se déplace un piston (4) délimitant une chambre de combustion (2) et un carter (5) situé dans le prolongement de la chambre de combustion (2) et séparé de celle-ci par le piston (4), au moins une ouverture d'admission (12) dans la chambre de combustion (2) communiquant avec un élément (5, 46) délivrant de l'air frais, au moins une ouverture d'échappement (13) de gaz brûlés de la chambre de combustion (2) et un dispositif d'injection pneumatique de carburant (14, 30, 31, 34, 40) dans la chambre de combustion (2), par un orifice d'injection (17), comportant un moyen (18) d'ouverture et de fermeture de l'orifice d'injection (17), une capacité d'injection (16) alimentée en gaz comprimé communiquant avec la chambre de combustion (2) par l'intermédiaire de l'ouverture d'injection (17) et un moyen 15 d'injection de carburant liquide dans la capacité d'injection (16), caractérisé par le fait qu'on utilise pour réaliser l'injection un gaz comprimé provenant uniquement de ladite chambre de combustion (2) ou d'un élément du moteur délivrant de l'air frais à un cylindre (1) de celui-ci pour les faibles charges du moteur et, de manière 20 additionnelle, un gaz comprimé provenant d'une source (20, 36, 60, 60') extérieure au cylindre (1) pour les fortes charges du moteur.

2) Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que la source d'air comprimé (20) extérieure au cylindre (1) comporte par un compresseur mécanique (20) entraîné par le moteur.

25 3) Procédé suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que la source d'air comprimé (60, 60') extérieure au cylindre (55, 55') du moteur comporte un turbo-compresseur (60, 60') entraîné par les gaz d'échappement du moteur.

4) Moteur à deux temps comportant au moins un cylindre (1) 30 dans lequel se déplace un piston (4) délimitant une chambre de combustion (2) et un carter (5) situé dans le prolongement de la

chambre de combustion (2) et séparé de celle-ci par le piston (4), au moins une ouverture d'admission d'air frais (12) dans la chambre de combustion (2) au moins une ouverture d'échappement (13, 56) de gaz brûlés de la chambre de combustion (2) et un dispositif d'injection pneumatique de carburant (14, 30, 31, 34, 40) dans la chambre de combustion (2), par un orifice d'injection (17), comportant un moyen d'ouverture et de fermeture (18) de l'orifice d'injection (17), une capacité d'injection (16) alimentée en gaz comprimé communiquant avec la chambre de combustion (2) par l'intermédiaire de l'orifice d'injection (17) et un moyen d'injection de carburant liquide dans la capacité d'injection (16), caractérisé par le fait que le dispositif d'injection pneumatique de carburant (14, 30, 31, 34, 40) comporte de plus, une source de gaz comprimé additionnel 20, 36, 46) extérieure au cylindre (1) communiquant avec la capacité d'injection (16), par l'intermédiaire d'un conduit de liaison (23, 35, 45).

5) Moteur suivant la revendication 4, caractérisé par le fait que la source de gaz comprimé extérieure au cylindre du moteur (1) est constituée par un compresseur (20).

6) Moteur suivant la revendication 5, caractérisé par le fait que le compresseur (20) comporte une conduite de refoulement (23) d'air comprimé reliée à la capacité d'injection (16) du cylindre (1).

7) Moteur suivant la revendication 6, caractérisé par le fait qu'un clapet (25) est intercalé entre le compresseur (20) et la capacité d'injection (16) et qu'un papillon de réglage de débit (22, 37) est associé au compresseur (20).

8) Moteur suivant l'une quelconque des revendications 5, 6 et 7, caractérisé par le fait qu'il comporte de plus une capacité d'air comprimé (26) reliée au carter (5) du cylindre (1) du moteur, par l'intermédiaire d'une conduite (27) sur laquelle est placé un clapet (28) et à la capacité d'injection (16), ledit carter étant du type carter-pompe.

9) Moteur suivant la revendication 7, caractérisé par le fait qu'il comporte en outre une conduite (32) placée en dérivation par rapport au compresseur (20) sur laquelle est disposé le papillon

de réglage de débit (22).

10) Moteur suivant la revendication 5, caractérisé par le fait qu'il comporte de plus une capacité de gaz comprimé (36, 46) reliée à la conduite de refoulement (23) du compresseur (20) d'une 5 part et à la capacité d'injection (16) d'autre part ainsi qu'une conduite (38) placée en dérivation par rapport au compresseur (20) reliée à l'une de ses extrémités à la conduite d'aspiration du compresseur (20) et à son autre extrémité à la capacité d'air comprimé (36), par l'intermédiaire d'un clapet de décharge (39).

10) Moteur suivant la revendication 10, caractérisé par le fait que la capacité d'air comprimé (46) est en outre reliée à ladite ouverture (12) d'admission d'air frais dans la chambre de combustion (2) du cylindre (1).

12) Moteur suivant la revendication 4, caractérisé par le fait que la source de gaz comprimé extérieure au cylindre (1) est constituée par un turbo-compresseur entraîné en rotation par des gaz d'échappement du moteur.

13) Moteur selon l'une des revendications 4 à 12, caractérisé en ce que le carter (5) est un carter pompe communiquant 20 avec ladite ouverture (12) d'admission d'air frais dans la chambre de combustion (2).

14) Moteur selon l'une des revendications 4 à 6 ou 10 ou 12, caractérisé en ce que ladite ouverture (12) d'admission d'air frais dans la chambre de combustion (2) est une capacité extérieure 25 (46).

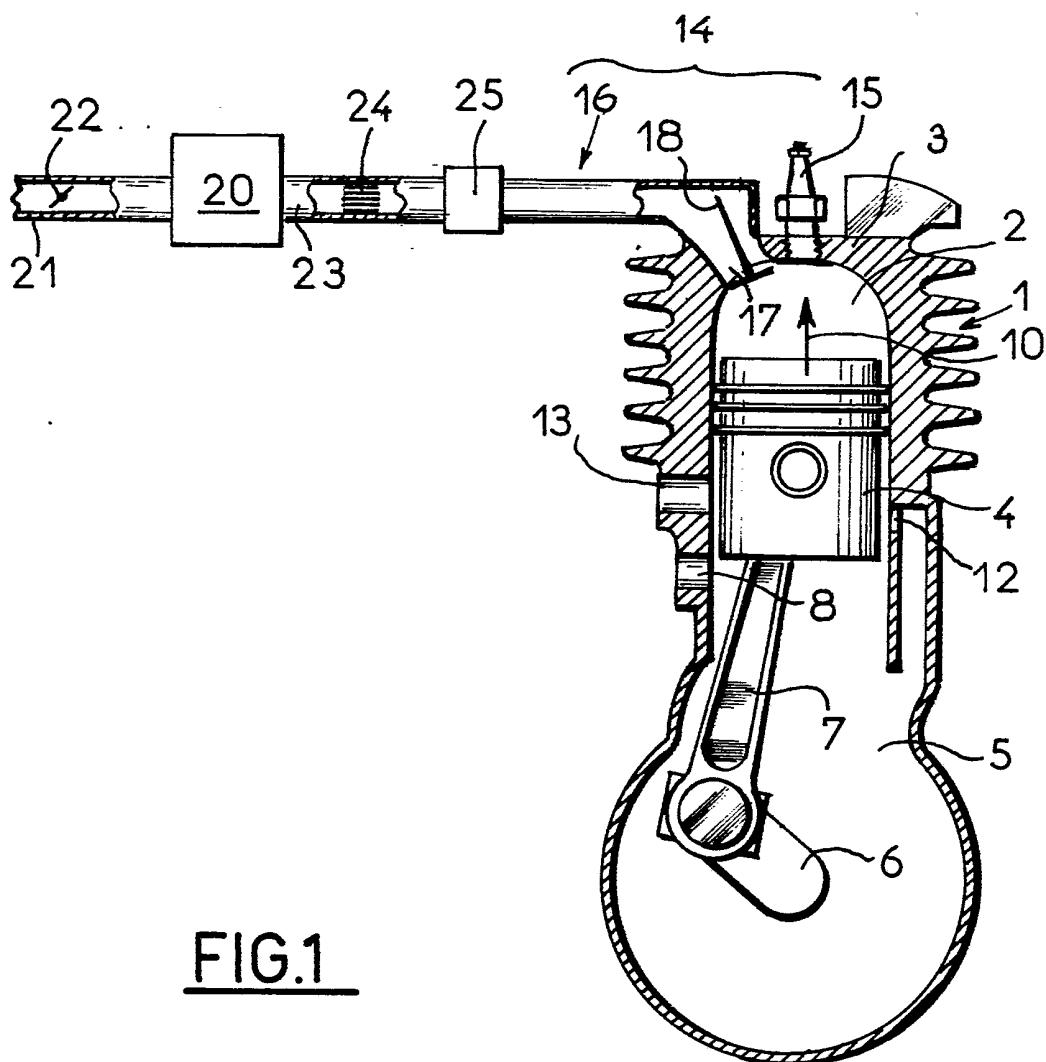
15) Moteur selon l'une des revendications 4 à 14, caractérisé en ce que ladite source de gaz comprimé additionnel comporte un compresseur (20).

16) Moteur selon l'une des revendications 4 à 14, 30 caractérisé en ce que ladite source de gaz comprimé additionnel comporte un turbo-compresseur (60) entraîné en rotation par les gaz d'échappement du moteur.

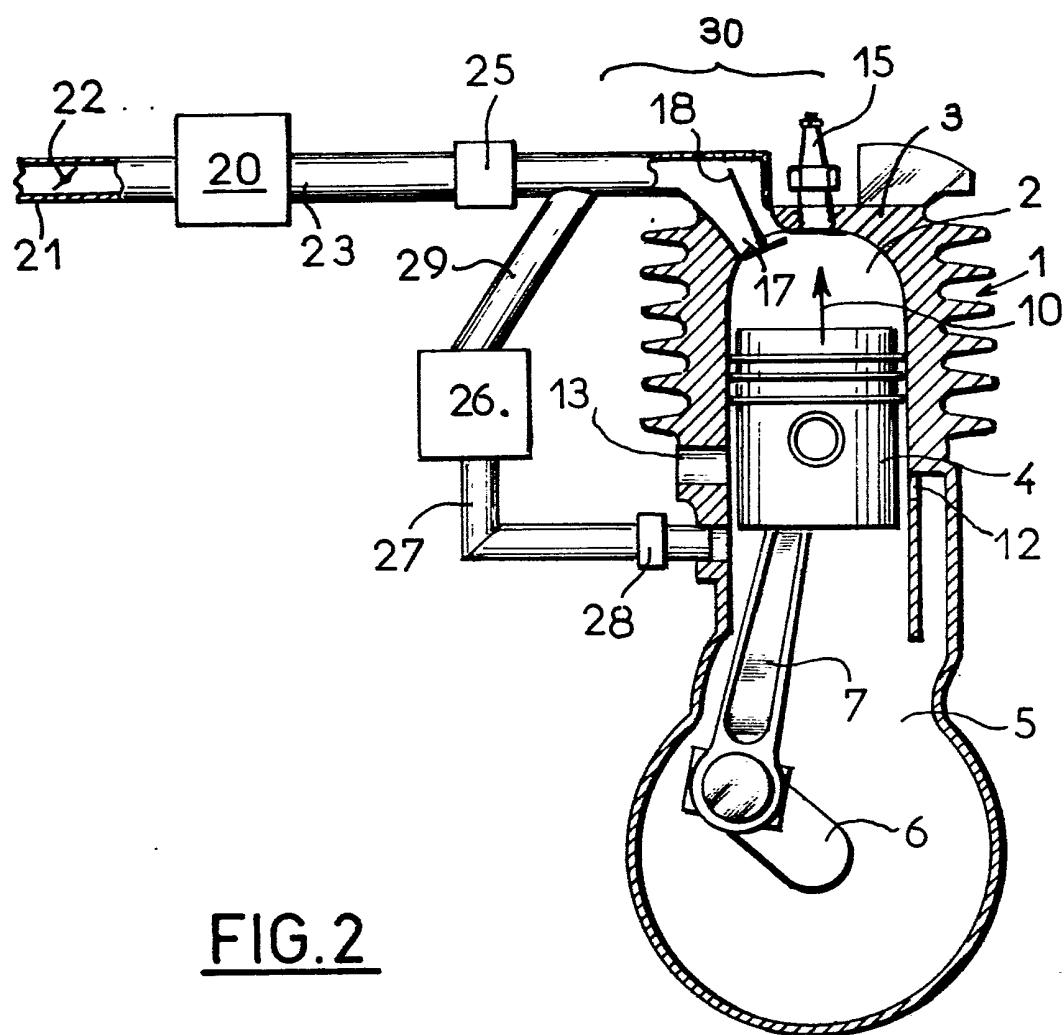
17) Moteur selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le turbo-compresseur (60') est intercalé sur une conduite

d'échappement secondaire (59') reliée à une lumière d'échappement (59'a) ménagée dans la paroi du cylindre (55') à un niveau différent de celui de ladite ouverture d'échappement (56') suivant la direction axiale du cylindre.

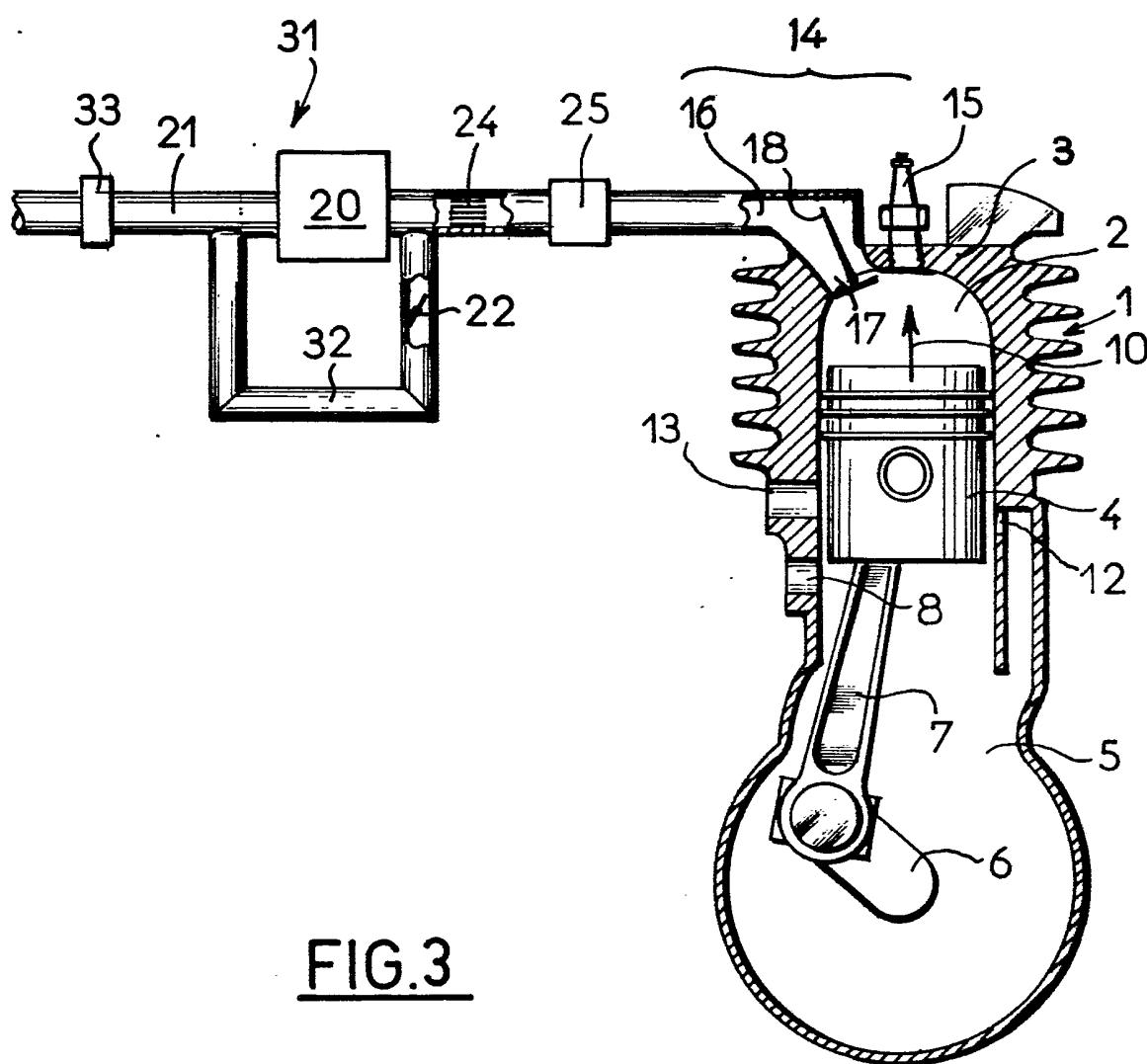
1/5



2/5



3/5



4/5

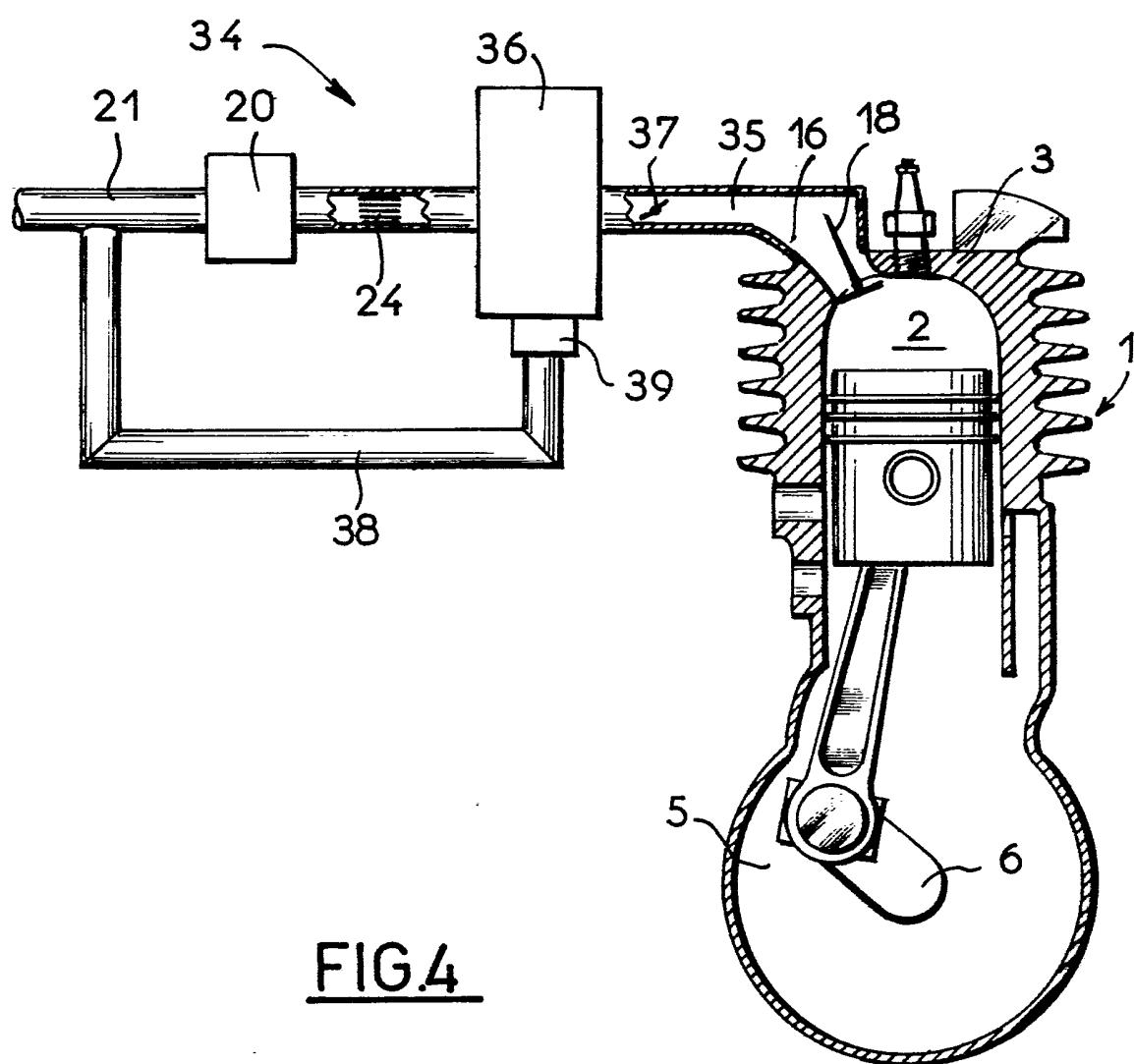
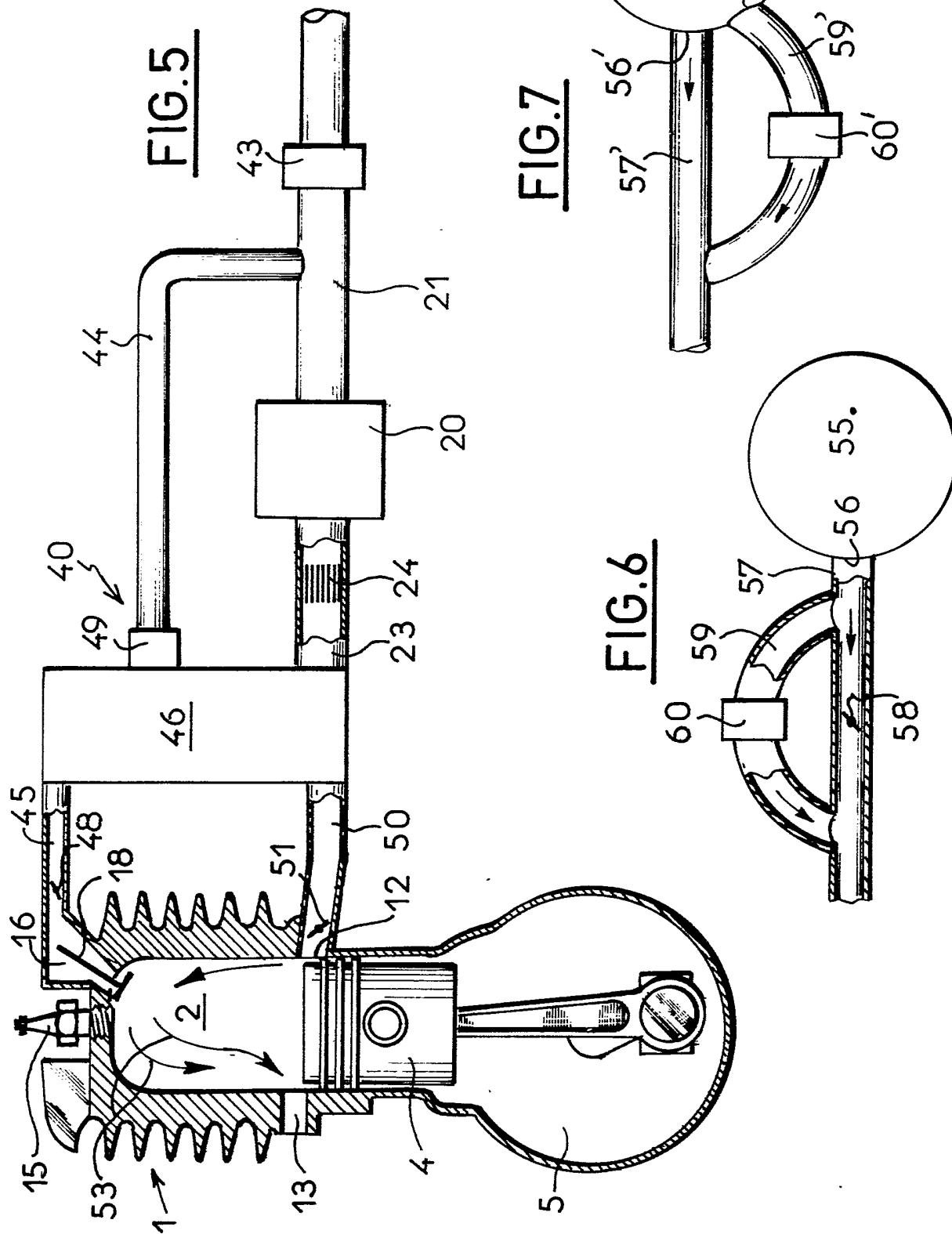


FIG.4

5/5



**INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE**

RAPPORT DE RECHERCHE

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

FR 9006322
FA 442739

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	GB-A- 13 270 (SHANNON)(1911) * Le document en entier *	4-6,14, 15
A	---	1,2,7, 10,11
X	US-A-1 646 789 (GATTI) * Le document en entier *	4-6,15
A	---	1,2
A	EP-A-0 323 368 (INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE) * Le document en entier * & FR-A-2 625 532 (Cat. D) ---	1,4
A	US-A-4 771 754 (REINKE) * Abrégé; colonne 1, lignes 36-52; figures 1,3 *	1,2,4,5 ,15
A	EP-A-0 192 010 (INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE) * Le document en entier *	1,4
A	WO-A-8 808 082 (ORBITAL) * Abrégé; figure 1 *	1,2,4,5 ,15
A	DE-A-3 321 813 (DAIMLER-BENZ) -----	F 02 M F 02 B
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
07-06-1991		ERNST J. L.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul	T : théorie ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général	D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite	L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire	
	& : membre de la même famille, document correspondant	