



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Numéro de publication : **0 458 670 A1**

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt : **91401184.6**

⑤① Int. Cl.⁵ : **F02M 67/02, F02B 33/36**

㉔ Date de dépôt : **06.05.91**

③① Priorité : **21.05.90 FR 9006322**
30.10.90 FR 9013600

④③ Date de publication de la demande :
27.11.91 Bulletin 91/48

⑧④ Etats contractants désignés :
BE DE GB IT NL SE

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

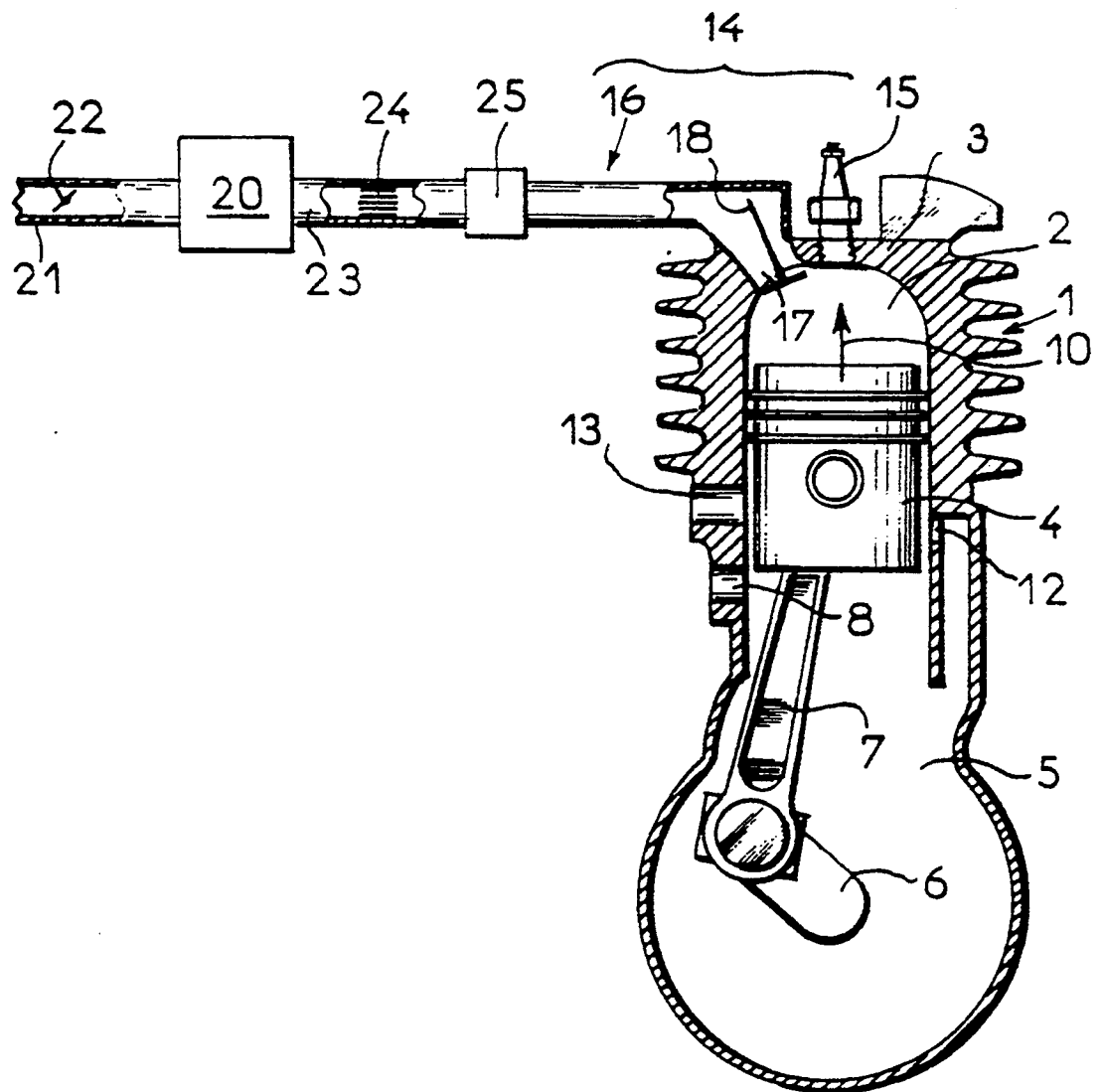
⑦② Inventeur : **Monnier, Gaetan**
110, rue du Dr. Guionis
F-92500 Rueil-Malmaison (FR)
Inventeur : **Duret, Pierre**
120, rue de la Paix
F-78500 Sartrouville (FR)

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 (5), au moins une ouverture d'admission (12) d'air frais dans la chambre de combustion (2) communiquant avec le carter (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 (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 un turbo-compresseur) de préférence à deux étages.

EP 0 458 670 A1

FIG.1



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 peut être par exemple réalisé au moyen d'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.

L'injection pneumatique du carburant est réalisée par exemple en utilisant l'air comprimé dans un 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 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, par ouverture du clapet.

Par la demande de brevet FR-A-2 625 532 on connaît un procédé d'injection où la pulvérisation et l'injection du carburant dans un cylindre d'un moteur à deux temps sont réalisées 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.

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 au niveau d'un siège d'une soupape de fermeture et d'ouverture.

On obtient ainsi des performances accrues. Cependant on constate que les moteurs à deux temps fonctionnant suivant les procédés d'injection connus dans la technique antérieure ne permettent pas toujours d'obtenir des performances suffisantes, notamment lorsqu'ils fonctionnent à fortes charges.

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 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.

Le procédé d'injection selon la présente invention permet d'éviter les inconvénients ci-dessus mentionnés. Il s'applique à un moteur à deux temps comportant au moins un cylindre dans lequel se déplace un piston délimitant une chambre de combustion et un carter situé dans le prolongement 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 un élément délivrant de l'air frais, au moins une ouverture d'échappement de gaz brûlés de la chambre de combustion ainsi qu'un dispositif d'injection pneumatique de carburant dans la chambre de combustion par un orifice d'injection. Ce dispositif d'injection comporte 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'intermédiaire de l'orifice d'injection et un moyen d'injection de carburant liquide dans la capacité d'injection. Dans le but d'accroître les performances du moteur et de diminuer les dimensions de certaines de ses pièces, on utilise pour réaliser l'injection, un gaz comprimé provenant uniquement de la chambre ou d'un élément délivrant de l'air frais à 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, telle qu'un compresseur ou un turbo-compresseur par exemple, qui peut être à plusieurs étages de façon à remplir au mieux une double fonction : délivrer de l'air pour constituer le mélange carburé qui est injecté dans la chambre de combustion d'un support, et pour balayer les gaz brûlés d'autre part.

Dans tous les cas, les moteurs à deux temps mettant en oeuvre le procédé suivant l'invention permettent d'obtenir à la fois un démarrage aisé, dans la

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.

D'autres caractéristiques importantes du procédé d'injection selon l'invention et du moteur qui le met en oeuvre apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit de plusieurs modes de réalisation décrits à titre d'exemples non limitatifs et en se référant aux dessins annexés où :

- 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 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 comprimé, dans la mise en oeuvre du procédé suivant l'invention; et
- la figure 8 montre une variante du mode de mise en oeuvre précédent avec un moyen de compression à plusieurs étages.

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 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 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 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 dif-

férent 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 cycles 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 publiée 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 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.

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 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 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 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 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 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.

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 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 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.

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 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 un compresseur 20 qui peut être entraîné mécaniquement par le moteur ou qui peut être constitué par un turbo-compresseur 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.

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 16.

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 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.

La quantité d'air comprimé introduite dans la capacité 16 par le compresseur 20 peut être très largement 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 obtenue 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 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 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 du

clapet 28.

Au moment de l'ouverture des transferts 12, la pression dans le carter pompe 5 diminue et le clapet 20 se referme, de manière que de l'air comprimé se trouve emprisonné dans la capacité 26.

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 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 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.

Les dispositifs tels que représentés sur les figu-

res 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 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 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.

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.

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 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 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.

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.

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.

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

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.

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

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.

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 complément 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 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.

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.

Il est également possible d'utiliser un turbo-com-

presseur 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 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 le conduit 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.

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-compresseur tel que représenté sur la figure 6.

Le cylindre 55' du moteur comporte une ouverture d'échappement principale 56' à laquelle est reliée 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 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 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 conduite alimentant la turbine du turbo-compresseur pourra s'ouvrir en premier et donc alimenter la turbine avec des gaz à une pression relativement élevée.

Le mode de réalisation de la Fig. 8 est particulièrement bien adapté pour contrôler au mieux les pressions et les débits d'air servant à l'injection du carburant et au balayage du cylindre. Les performances du moteur sont en effet améliorées quand on peut disposer d'un débit d'air important pour balayer efficacement les gaz brûlés hors de la chambre de combustion et d'une pression d'injection de gaz élevée dans la capacité d'injection pour obtenir un mélange carburé à pression élevée.

Ce mode de réalisation du moteur selon l'invention comporte à cet effet un ensemble de compression 61 pouvant délivrer de l'air à au moins deux pressions différentes et avec des débits différents. Cet ensemble peut être constitué par exemple d'un compresseur à au moins deux étages entraîné en rotation par le moteur ou qui peut être constitué par un turbo-compresseur entraîné en rotation par les gaz

d'échappement du moteur.

Le compresseur 61 est raccordé à une tubulure d'aspiration 21 sur laquelle est placé un clapet 43. Une première conduite de refoulement 62 fait communiquer avec une première capacité 63 une sortie intermédiaire 64 du compresseur 61 délivrant de l'air comprimé à une première pression. Un échangeur de chaleur 65 peut être placé sur la conduite 62 pour refroidir l'air issu du compresseur. Une autre conduite 66 sur laquelle est placé éventuellement un papillon de contrôle 67 relie la première capacité 63 avec l'entrée 12 servant à l'injection d'air dans la chambre de combustion 2 pour le balayage des gaz brûlés.

Une deuxième conduite de refoulement 68 fait communiquer avec une deuxième capacité 69, une autre sortie 70 du compresseur 61 délivrant de l'air à une deuxième pression supérieure à la première pression avec un débit moindre. Un autre échangeur de chaleur 71 peut être placé également sur la conduite 68 pour refroidir l'air issu du compresseur. Une canalisation 72 pourvue éventuellement d'un papillon de contrôle 73, relie la deuxième capacité 69 à la capacité d'injection 16 où s'effectue le mélange avec le carburant. Un clapet anti-retour est placé de préférence dans la canalisation 72 pour empêcher toute circulation depuis la capacité 16 vers la sortie 70 du compresseur 61.

La conduite d'aspiration 21 du compresseur peut être reliée par des canalisations 74, 75 respectivement avec les canalisations 62 et 68. Deux moyens de contrôle de décharge tels que des clapets 76, 77 tarés à deux pressions-seuils différentes ou encore des papillons, sont disposés respectivement sur les canalisations 74, 75. Ces dérivations pour les canalisations 74, 75 sont utiles pour un meilleur contrôle des pressions dans les capacités 63, 69 mais on peut éventuellement les supprimer.

L'ensemble de compression peut comporter par exemple un compresseur à vis avec une ou plusieurs sorties intermédiaires. Il peut aussi éventuellement comporter deux compresseurs interconnectés en série.

Avec cet ensemble de compression, on dispose de deux flux d'air comprimé. Sur la sortie intermédiaire 64, on prélève de l'air avec un débit relativement important qui permet un balayage rapide de la chambre de combustion quand le piston est au voisinage de son point bas. Sur la sortie 70 du compresseur, le débit d'air est moins grand mais ce qui importe c'est que la pression disponible y est élevée, ce qui permet d'augmenter la pression d'injection du mélange carburé dans la chambre de combustion 2.

Les papillons 67 et 73 sur les deux canalisations 66, 72 permettent un réglage supplémentaire des débits et pressions d'admission de l'air en fonction de la charge.

Dans le mode de réalisation décrit, on utilise de préférence des capacités 63, 69 pour régulariser la

pression et le débit de l'air comprimé injecté. On ne sortirait pas de l'invention néanmoins en reliant directement les sorties 64, 70 du compresseur 61 respectivement à l'entrée 12 et à la capacité d'injection 16.

5 D'une façon plus générale, on ne sortirait pas du cadre de l'invention en employant des moyens de compression d'un type quelconque capables de délivrer du gaz sous pression à une ou plusieurs pressions différentes tel que par exemple un système d'onde d'échappement du type Comprex.

10 On a décrit des moyens de contrôle d'injection pneumatique comportant une soupape commandée de manière mécanique par une came. Il est bien évident qu'on pourra utiliser dans cette fonction 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.

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

Revendications

25 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, 20, 61) 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) 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 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 pour les faibles charges du moteur et, de manière additionnelle, un gaz comprimé provenant d'une source (20, 36, 60, 61) extérieure au cylindre (1) pour les fortes charges du moteur.

55 2) Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'on utilise une source de gaz comprimé mue par l'intermédiaire d'un moteur.

3) Moteur à deux temps comportant au moins un cylindre (1) 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).

4) Moteur suivant la revendication 3, caractérisé par le fait que la source de gaz comprimé extérieure au cylindre du moteur (1) est constituée par un compresseur (20) comportant une conduite de refoulement (23) d'air comprimé reliée à la capacité d'injection (16) du cylindre (1) et des moyens de réglage pour contrôler la communication entre le compresseur et la capacité d'injection.

5) Moteur suivant la revendication 4, 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.

6) Moteur suivant la revendication 4, 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).

7) Moteur suivant la revendication 4, 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 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).

8) Moteur suivant la revendication 7, 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).

9) Moteur suivant la revendication 3, caractérisé par le fait que la source de gaz comprimé extérieure au cylindre (1) est constituée par un turbo-compres-

seur entraîné en rotation par des gaz d'échappement du moteur.

10) Moteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que le carter (5) est un carter pompe communiquant avec ladite ouverture (12) d'admission d'air frais dans la chambre de combustion (2).

11) Moteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite ouverture (12) d'admission d'air frais dans la chambre de combustion (2) est une capacité extérieure (46).

12) Moteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que ladite source de gaz comprimé additionnel comporte un compresseur (20).

13) Moteur selon la revendication 9, 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.

14) Moteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que le dispositif d'injection pneumatique comporte un premier moyen de compression d'air connecté à ladite ouverture d'admission (12), qui délivre de l'air à une première pression et avec un premier débit et un deuxième moyen de compression d'air connecté avec ladite capacité d'injection (18), qui délivre de l'air à une deuxième pression plus élevée que la première et avec un débit plus faible que celui délivré par ledit premier moyen de compression d'air.

15) Moteur selon la revendication 14, caractérisé en ce que ledit premier moyen de compression et ledit deuxième moyen de compression sont deux étages différents d'un même ensemble de compression (61) à au moins deux étages.

16) Moteur selon la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce que ledit premier moyen de compression et ledit deuxième moyen de compression sont des unités de compression interconnectées en série.

17) Moteur selon la revendication 14, caractérisé en ce que le dispositif d'injection pneumatique comporte au moins un compresseur à vis.

18) Moteur selon la revendication 14, caractérisé en ce que le dispositif d'injection pneumatique comporte une première capacité tampon (63) entre le premier moyen de compression et ladite ouverture d'admission (12) et/ou une deuxième capacité-tampon (69) entre le deuxième moyen de compression et ladite capacité d'injection (16).

19) Moteur selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (76, 77) pour limiter les pressions de l'air délivré respectivement par le premier et le deuxième moyen de compression.

20) Moteur selon la revendication 14, caractérisé en ce que le dispositif d'injection pneumatique comporte des moyens de compression entraînés par la rotation du moteur.

21) Moteur selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens d'obturation réglables pour doser l'admission dans le cylindre de l'air issu desdits moyens de compression (61).

22) Moteur selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il comporte un clapet anti-retour empêchant toute circulation depuis ladite capacité d'injection vers le deuxième moyen de compression.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

10

FIG.1

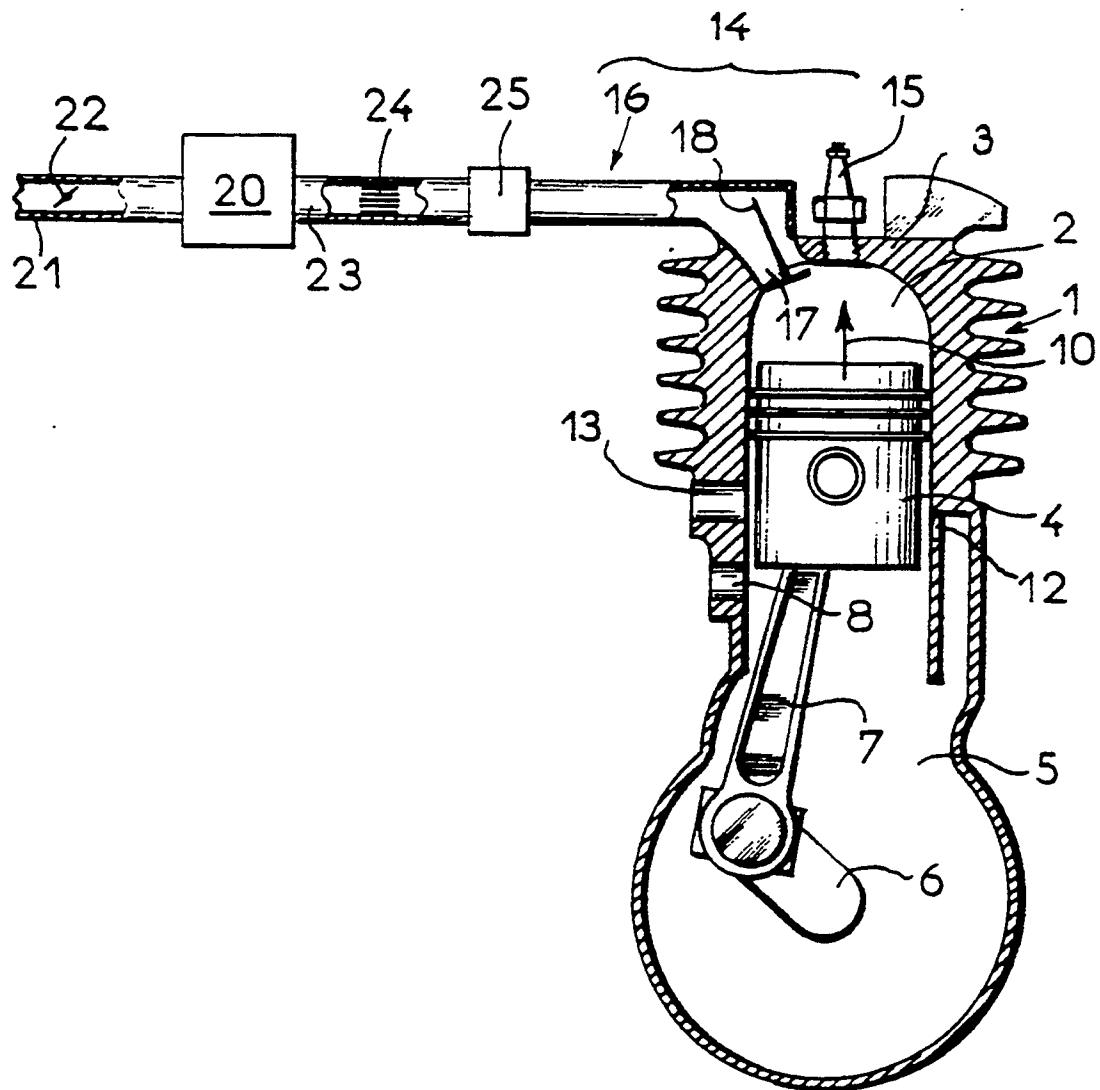


FIG.2

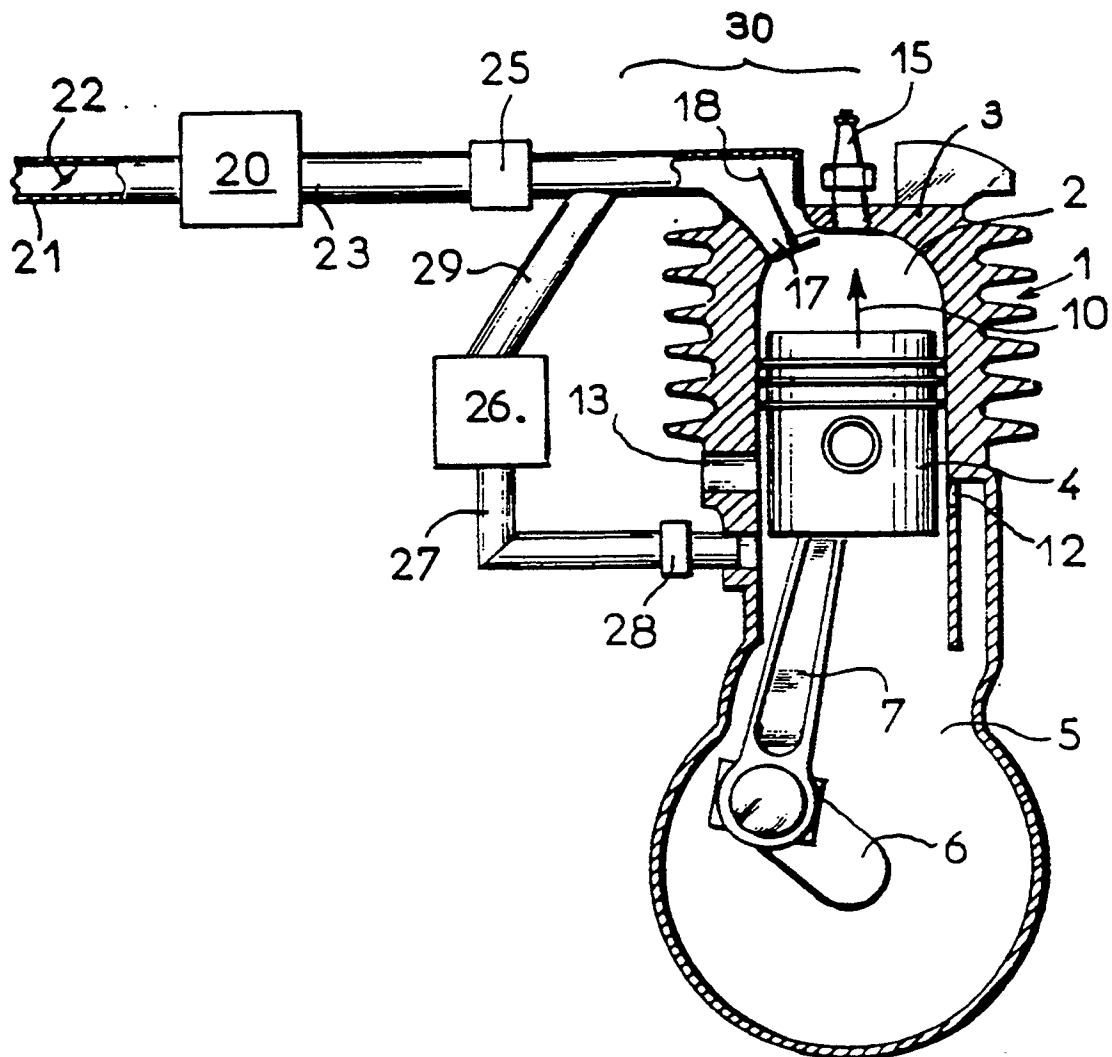


FIG.3

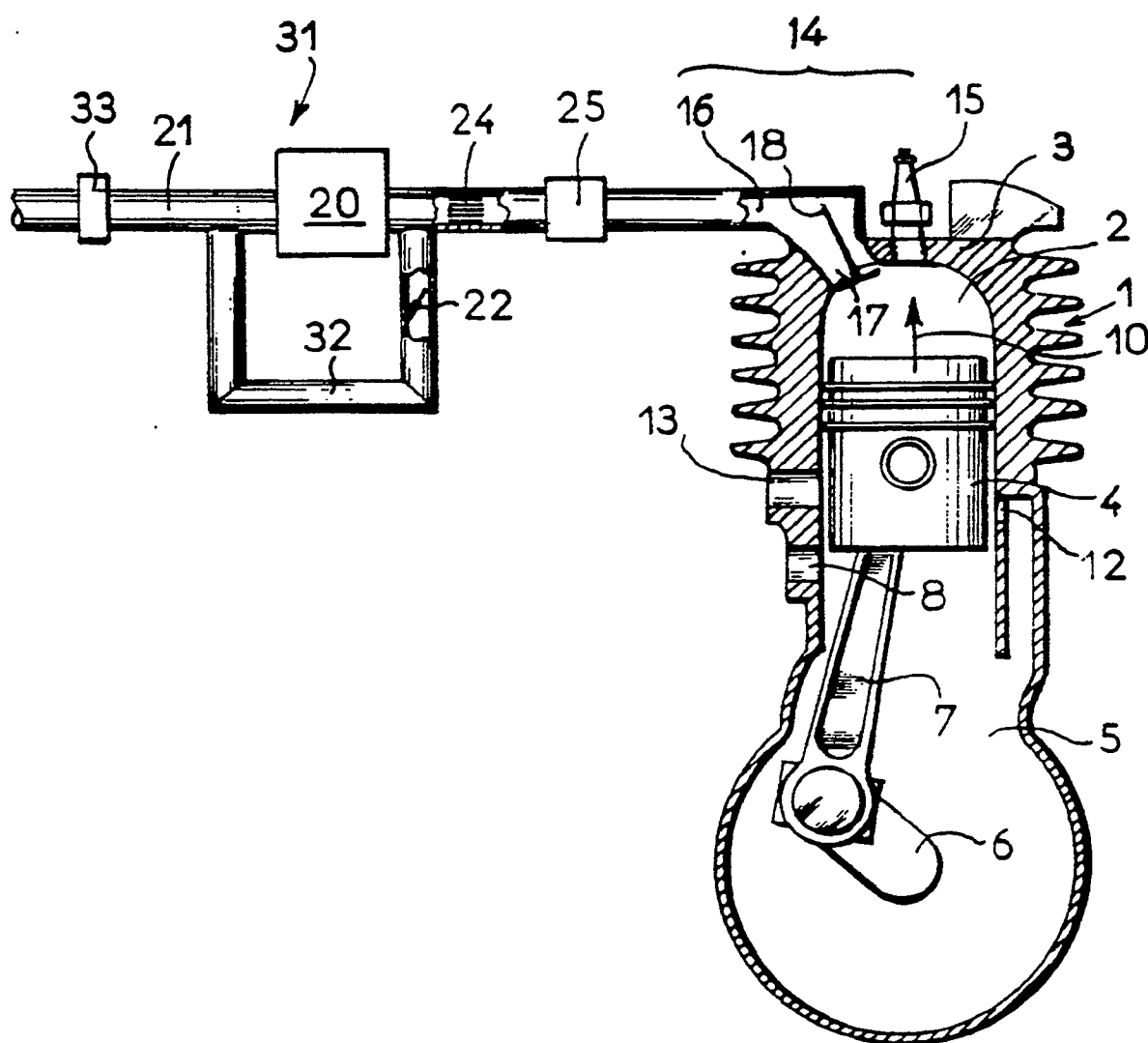
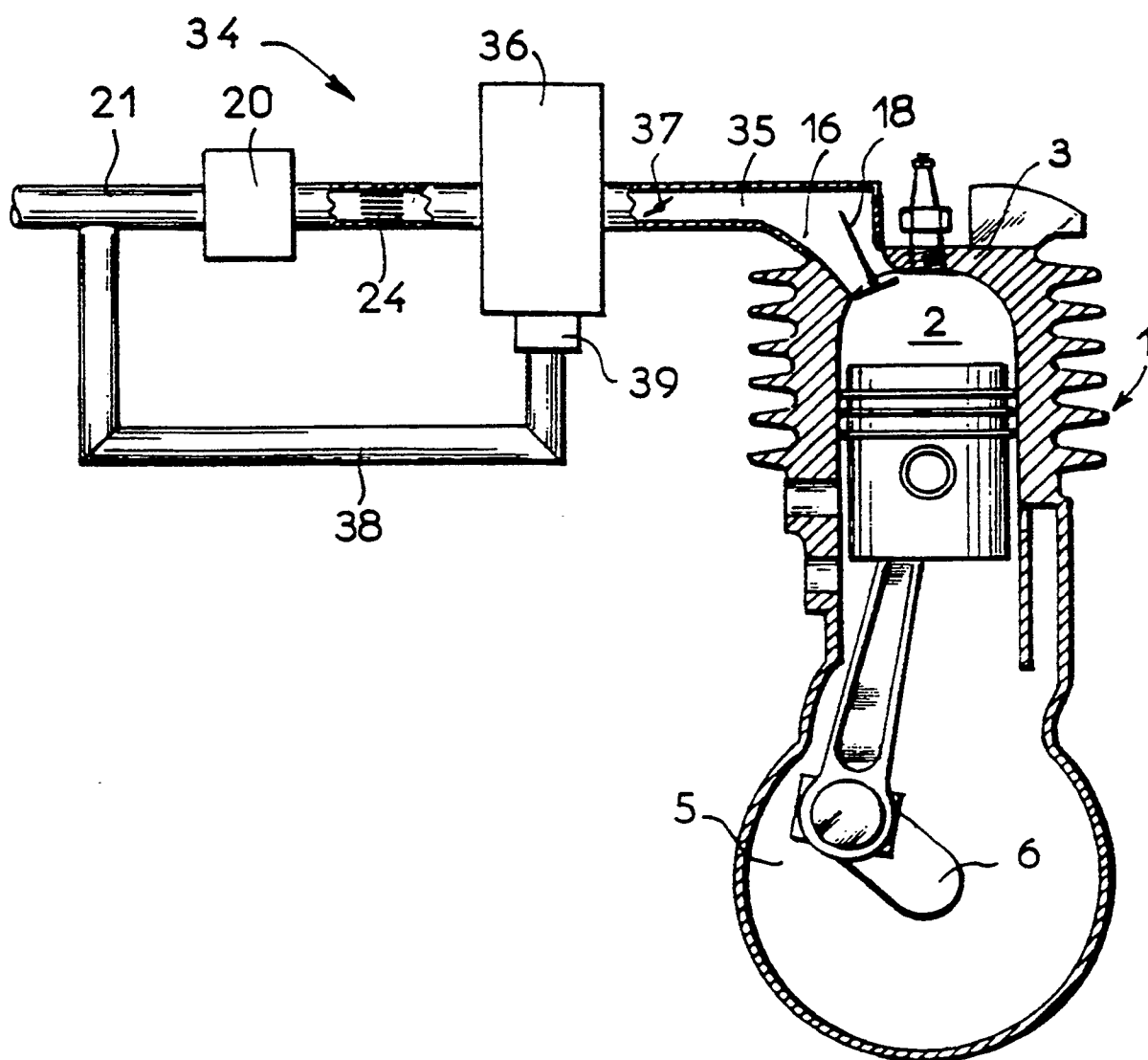


FIG.4



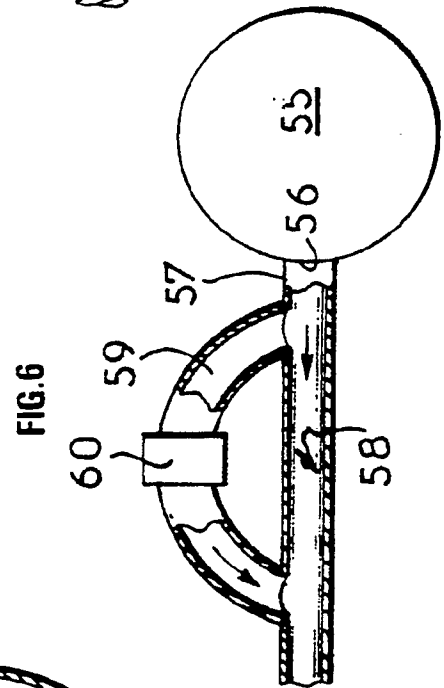
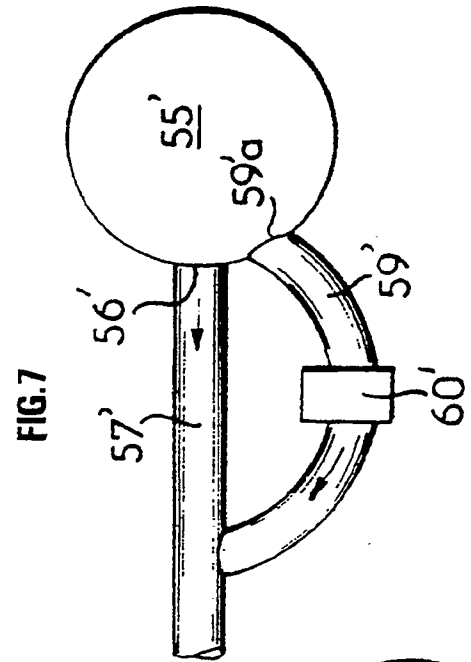
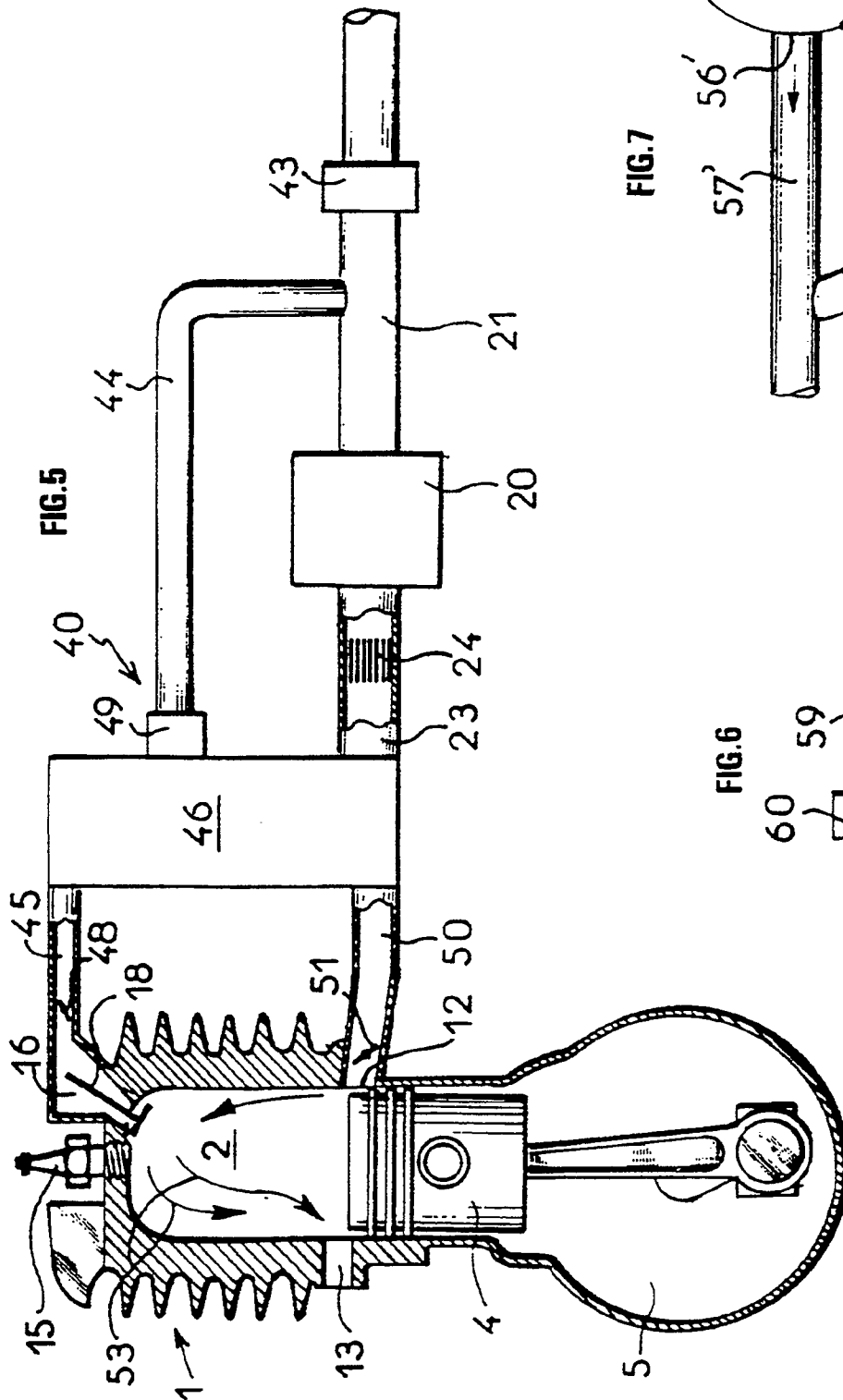
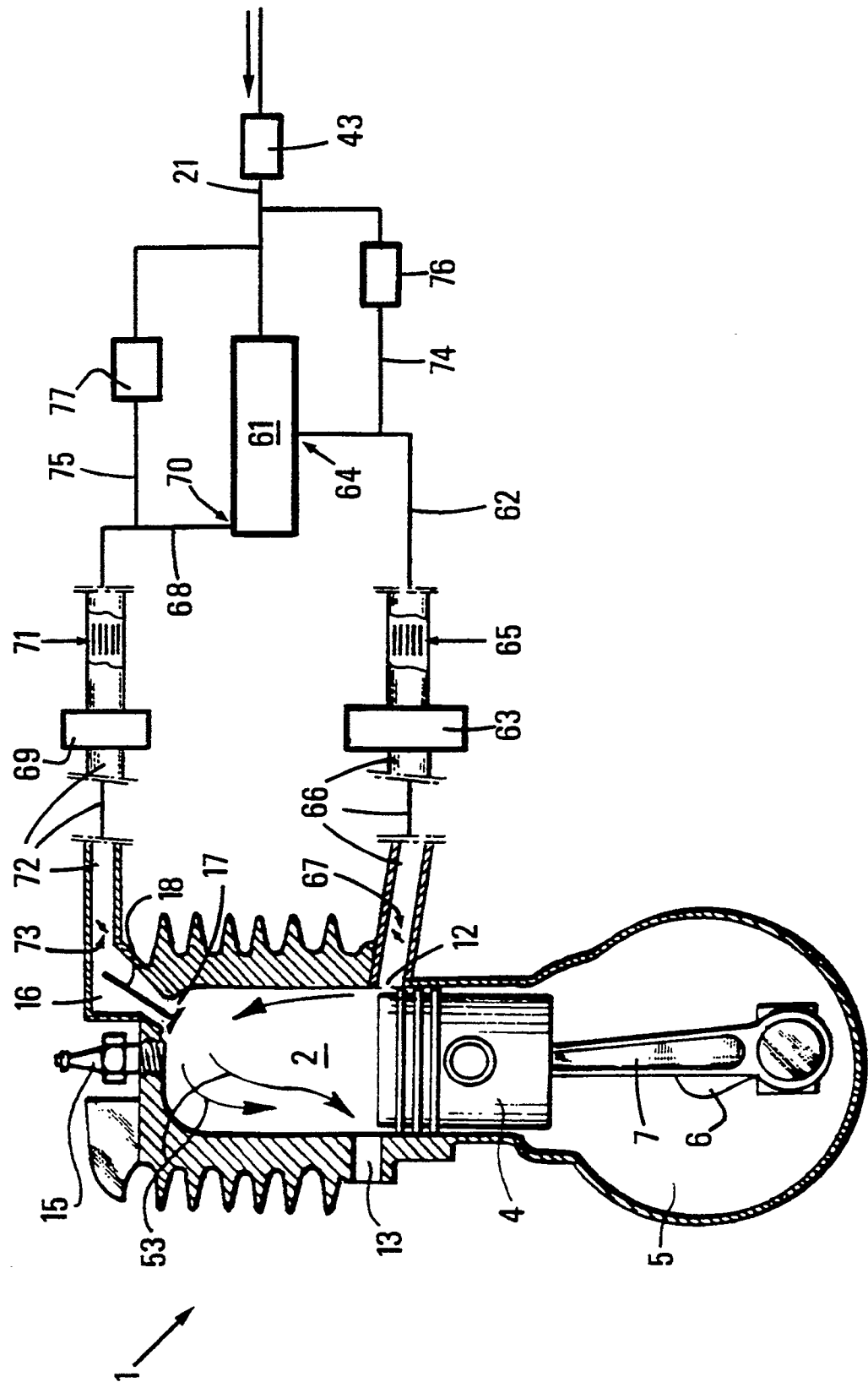


FIG. 8





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 1184

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)
X	GB-A-13270AD1911 (SHANNON) * le document en entier *	3, 11, 12	F02M67/02 F02B33/36
A		1, 2, 4, 5, 7, 8, 14, 18, 20, 22	
X	US-A-1646789 (M. GATTI) * le document en entier *	3, 12, 14, 16, 20	
A		1	
A	EP-A-323368 (INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE) * le document en entier *	1, 3	
D	& FA-A-2625532		
A	US-A-4771754 (REINKE) * abrégé * * colonne 1, lignes 36 - 52; figures 1, 3 *	1-4, 12	
A	EP-A-192010 (INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE) * le document en entier *	1, 3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	WO-A-8808082 (ORBITAL ENGINE) * abrégé; figure 1 *	1-4, 12	F02M F02B
A	DE-A-3321813 (DAIMLER-BENZ AG)		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 17 JUILLET 1991	Examineur HAKHVERDI M.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03.92 (P0402)