

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 922 952

21) N° d'enregistrement national : 07 58533

51) Int Cl⁸ : F 02 D 15/00 (2006.01)

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 24.10.07.

30) Priorité :

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 01.05.09 Bulletin 09/18.

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

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA Société anonyme — FR.

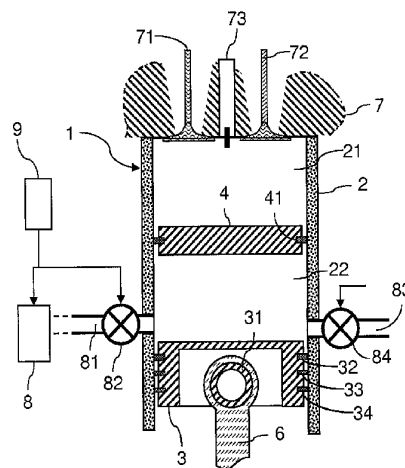
72) Inventeur(s) : DUMAND CLEMENT.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : PSA PEUGEOT CITROEN.

54) PROCÉDE DE CONTROLE DE LA CYLINDREE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.

57) L'invention concerne un procédé de contrôle de la cylindrée d'un moteur à combustion interne comprenant une culasse (7), un cylindre délimité axialement par la culasse (7), un piston (4) - guidé en coulissement axial dans le cylindre - dont le mouvement alternatif est transmis à un mécanisme de transmission (6), caractérisé par une étape d'introduction contrôlée d'un fluide agissant sur la face du piston (4) non tournée vers la culasse (7).



FR 2 922 952 - A1



PROCEDE DE CONTROLE DE LA CYLINDREE D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

- 5 [0001] L'invention concerne les moteurs à combustion interne, et en particulier les moteurs à piston présentant une chambre de combustion dont la cylindrée ou le rapport volumétrique est variable. Plus précisément, la présente invention a pour objet un procédé de contrôle de la cylindrée d'un moteur à combustion interne.
- 10 [0002] Le rendement énergétique maximum des moteurs à combustion interne à pistons est en général enregistré à pleine charge, c'est-à-dire lorsque le papillon des gaz est à pleine ouverture, et au régime moteur où la pression moyenne effective du cycle moteur est à sa valeur maximum. A ces conditions de fonctionnement correspondent, pour chaque moteur, une puissance et une
- 15 valeur de régime définis.
- [0003] En pratique, dès lors que le moteur n'est pas dans ces conditions de fonctionnement, son rendement énergétique n'est pas optimal. De façon générale, plus les conditions de fonctionnement du moteur sont éloignées de ses conditions de fonctionnement optimales, plus le rendement énergétique du
- 20 moteur est bas. En utilisation courante, notamment dans le domaine des véhicules automobiles, les conditions de fonctionnement optimales des moteurs sont rarement réunies, la puissance qui leur est demandée par le conducteur variant de façon considérable durant l'utilisation.
- [0004] Ainsi, le régime moteur d'un véhicule automobile varie très
- 25 fréquemment lors d'une utilisation urbaine. La puissance et le régime de rendement maximal sont fortement influencés par la cylindrée du moteur. Pour une utilisation urbaine, la consommation de moteurs de forte cylindrée est particulièrement élevée, ceux-ci étant placés dans des conditions de fonctionnement très éloignées de leurs conditions optimales. Les moteurs de
- 30 forte cylindrée présentent par contre un meilleur agrément d'utilisation dans d'autres conditions d'utilisation, par exemple sur des trajets autoroutiers effectués à vitesse élevée. Ainsi, un moteur d'une cylindrée donnée est

fréquemment utilisé dans des conditions d'utilisation pour lesquelles il n'est pas optimisé.

[0005] La puissance et le régime de rendement maximal sont également fortement influencés par le rapport volumétrique, c'est-à-dire le rapport entre le volume de la chambre de combustion au point mort haut et le volume de la chambre de combustion au point mort bas. Le rapport volumétrique est défini en tenant compte des conditions de charge maximales du moteur et du carburant utilisé. Or, à charge partielle, ce rapport volumétrique est trop bas pour garantir un rendement énergétique optimal.

10 [0006] Pour la grande majorité des véhicules munis d'un moteur à combustion interne, la cylindrée et le rapport volumétrique sont constants, ce qui nuit au rendement énergétique sur une grande plage d'utilisation du moteur.

[0007] De nombreux développements de moteurs visent à faire varier dynamiquement leur cylindrée ou leur rapport volumétrique en fonction de leurs conditions d'utilisation, afin d'optimiser leur rendement énergétique sur une plus grande plage d'utilisation.

[0008] Ainsi, des solutions de distribution variable permettent de limiter la charge d'air à bas régime et de l'optimiser à haut régime. Une autre solution propose d'interrompre l'allumage de quelques cylindres à charges intermédiaires. Une autre solution propose des chemises de cylindre s'accouplant sélectivement au cylindre ou à une chemise externe pour modifier la cylindrée du moteur. Une autre solution présente une bielle de longueur variable. Une autre solution modifie le rapport volumétrique en déplaçant le haut carter par rapport au bas carter.

25 [0009] Du fait d'une grande complexité, d'une efficacité médiocre, d'une difficulté d'intégration aux technologies de moteur courantes et d'un coût de fabrication élevé, la plupart de ces développements n'ont pas abouti à une production en série.

[0010] L'invention vise un nouveau procédé permettant de modifier la cylindrée d'un moteur à combustion interne de manière simple.

[0011] Selon l'invention, ce problème est résolu par un procédé de contrôle de la cylindrée d'un moteur à combustion interne comprenant une culasse, un cylindre délimité axialement par la culasse, un piston - guidé en coulissement axial dans le cylindre -dont le mouvement alternatif est transmis à
5 un mécanisme de transmission, caractérisé par une étape d'introduction contrôlée d'un fluide agissant sur la face du piston non tournée vers la culasse.

[0012] Le fluide qui agit sur la face « arrière » du piston est de préférence un fluide compressible, tel un gaz, plus particulièrement tel de l'air frais prélevé par exemple du circuit d'admission du moteur. Comme cet air est comprimé par
10 le procédé selon l'invention, il peut avantageusement être utilisé comme tel pour l'admission en air frais du moteur.

[0013] Dans une autre variante tout particulièrement préférée de l'invention, le fluide compressible est un gaz d'échappement.

[0014] Avec un moteur à quatre temps, le procédé comprend
15 avantageusement l'introduction contrôlée de fluide lorsque le piston est sensiblement au point mort bas en fin de phase d'admission.

[0015] Le procédé selon l'invention s'applique à la fois aux moteurs dont le mélange combustible introduit dans la chambre de combustion, entre le piston et la culasse, est enflammé de façon commandée (typiquement avec une
20 bougie d'allumage ou moteur dit « essence »), ou est enflammé par compression (moteur dit « diesel »).

[0016] Dans une variante de l'invention plus spécialement préférée, le procédé selon l'invention est appliqué à un moteur à quatre temps et comprend les étapes d'introduction d'un mélange combustible dans la chambre de
25 combustion entre le piston et la culasse (durant une phase d'admission ; d'introduction d'un volume déterminé de gaz d'échappement dans une chambre de contrôle interposée entre le piston et le mécanisme de transmission, lorsque le piston est sensiblement au point mort bas en fin de phase d'admission ; de
réalisation de réaliser l'allumage du mélange combustible lorsque le piston est
30 sensiblement au point mort haut et de décharge des gaz d'échappement hors

de la chambre de contrôle lorsque le piston est sensiblement au point mort bas en fin de phase de détente.

[0017] Selon une variante de réalisation de l'invention, le volume de fluide agissant sur la face du piston opposée à la culasse est mesuré et régulé en
5 fonction d'une valeur de consigne de quantité de fluide.

[0018] Selon une autre variante de réalisation de l'invention, le procédé comprend également la détermination d'au moins un paramètre parmi le régime moteur, la charge du moteur, la position du piston dans son cycle moteur, le volume de fluide agissant sur la face du piston opposée à la culasse, la pression
10 dans une chambre de combustion entre le piston et la culasse et le débit d'air admis dans la chambre, et dans lequel l'introduction de fluide est contrôlée en fonction du paramètre déterminé.

[0019] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement
15 limitatif, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe schématique d'un premier mode de réalisation d'un moteur selon l'invention ;
- les figures 2 à 4 sont des vues en coupe représentant différentes phases de fonctionnement du moteur de la figure 1 ;
- 20 • la figure 5 est une vue en coupe d'une première variante du moteur de la figure 1 ;
- la figure 6 est une vue en coupe d'une deuxième variante du moteur de la figure 1 ;
- la figure 7 est une vue en coupe d'une troisième variante du moteur de la
25 figure 1 ;
- la figure 8 est une vue en coupe d'une quatrième variante du moteur de la figure 1 ;

- les figures 9 à 11 sont des vues en coupe d'un deuxième mode de réalisation d'un moteur selon l'invention, illustrant le fonctionnement lors d'une réduction de la cylindrée;
- les figures 12 à 14 sont des vues en coupe du deuxième mode de réalisation, illustrant le fonctionnement lors d'une augmentation de cylindrée ;
- les figures 15 à 20 sont des vues en coupe d'un troisième mode de réalisation d'un moteur, illustrant son fonctionnement durant différentes phases.

10 [0020] Le procédé selon l'invention va maintenant être décrit en partant de l'exemple d'un moteur en lui-même innovant qui comporte deux pistons guidés en coulissement axial à l'intérieur d'un cylindre. Le premier des deux pistons est solidaire d'un mécanisme de transmission. Une chambre de contrôle sépare les deux pistons. La chambre de contrôle présente un volume variable et
15 des moyens permettent d'introduire de façon contrôlée un fluide dans la chambre de contrôle entre les deux pistons.

[0021] Le volume entre les deux pistons permet de définir ainsi une chambre de contrôle dont le volume va varier au fur et mesure du cycle de combustion du moteur, dans la mesure où le fluide est compressible et que
20 l'effort exercé par les gaz de combustion juste après la phase d'explosion est en partie « amorti » par le volume de gaz dans le chambre de contrôle, gaz qui exerce une contre-pression sur le piston.

[0022] Pour autant, d'autres moyens de mises en œuvre de l'invention pourraient être utilisés. Ainsi, il est possible que la chambre de contrôle soit
25 essentiellement définie par une vessie, au travers de laquelle le mouvement du piston sera transmis à une bielle (auquel cas, la bielle peut être articulée sur un second piston comme dans le cas proposé ci-dessus ou par tout autre moyen mais celui-ci n'a plus nécessairement besoin d'être étanche, car il s'agit seulement de guider le coulissement du piston dans le cylindre).

[0023] Pour rappel, la cylindrée est définie par la différence du volume de la chambre de combustion entre le point mort bas et le point mort haut du piston. Le rapport volumétrique est défini par le rapport entre le volume de la chambre de combustion au point mort bas et le volume de la chambre de combustion au point mort haut.

[0024] Le niveau de remplissage de la chambre de contrôle permet ainsi de faire varier la cylindrée ou le rapport volumétrique du cylindre en limitant les liaisons entre les deux pistons. Cette solution nécessite un nombre d'éléments mécaniques réduit, ce qui facilite l'assemblage du moteur, réduit son coût global et accroît sa fiabilité. Les modifications apportées à la cylindrée ou au rapport volumétrique étant réalisées à l'intérieur même du cylindre, ces modifications peuvent être mises en œuvre en un temps très bref, sur quelques cycles moteur seulement. Par ailleurs, l'invention est aisément adaptable aux structures de moteur diffusées en grande série. L'invention peut être mise en œuvre conjointement avec d'autres techniques telles que l'injection directe, la suralimentation, le recyclage de gaz d'échappement ou la distribution variable.

[0025] La figure 1 est une vue en coupe schématique d'un premier mode de réalisation d'un moteur à combustion interne 1 selon l'invention. Le moteur 1 comprend de façon connue en soi un bloc-cylindre 2 dans lequel un cylindre est ménagé pour former une chambre de combustion 21. Le moteur 1 comprend également un premier piston 3 guidé en coulissement axial par le cylindre. Le piston 3 est destiné à entraîner un mécanisme de transmission comprenant un vilebrequin (non illustré) par l'intermédiaire d'une bielle 6. A cet effet, la bielle 6 est articulée sur le premier piston 3. Le piston 3 comprend ainsi un arbre de connexion 31 connecté à la bielle 6. La bielle 6 est connectée à un vilebrequin. Le moteur 1 comprend également un deuxième piston 4 disposé entre une culasse 7 et le premier piston 3. Le piston 4 est guidé en coulissement axial par le cylindre. Le piston 4 est mobile axialement par rapport au premier piston 3. Une chambre de contrôle 22 sépare les pistons 3 et 4 et présente un volume variable. Le deuxième piston 4, le cylindre et la culasse 7 délimitent la chambre de combustion 21. Le piston 4 est libre, son mouvement résultant uniquement

des forces exercées d'une part par les gaz présents dans la chambre de combustion 21 et d'autre part par le fluide présent dans la chambre de contrôle 22. Le moteur 1 comprend également un conduit d'admission en fluide 81 débouchant dans le cylindre. Dans la position des pistons 3 et 4 illustrée, le conduit d'admission 81 débouche dans la chambre de contrôle 22. Le piston 3 est ici disposé au point mort bas alors que le piston 4 est disposé dans une position axiale intermédiaire dans le cylindre.

[0026] Le moteur 1 comprend également un conduit de décharge de fluide 83 débouchant au niveau de la paroi latérale du cylindre. Le conduit 83 est en communication avec la chambre de contrôle 22 durant la course des pistons 3 et 4. Ce conduit 83 est sélectivement obturé par une vanne 84, dont l'ouverture ou la fermeture est commandée par le dispositif de contrôle 9.

[0027] Dans la variante de la figure 1, le moteur est du type par allumage commandé. La culasse 7 du moteur illustré comprend de façon connue en soi une soupape d'admission 71, une soupape d'échappement 72 et une bougie d'allumage commandé 73. L'homme du métier reconnaîtra bien sûr que la forme de la culasse pourra être plus spécifiquement adaptée, par exemple avec une forme générale en dôme, pour un tel allumage commandé, ou modifiée dans le cas d'un allumage par compression (moteur dit de type Diesel).

[0028] Le piston 3 est muni d'un segment coupe feu 32, d'un segment d'étanchéité 33 et d'un segment racleur 34. Le coupe feu 33 est destiné à maintenir le fluide à l'intérieur de la chambre de contrôle 22. Le segment racleur 34 est destiné à empêcher de l'huile moteur présente dans le bas moteur de remonter dans la chambre de contrôle 22. Le segment coupe-feu 32, normalement utilisé pour éviter la propagation de la flamme de combustion vers le bas moteur peut éventuellement être omis dans le cas présent du fait de la présence de la chambre de contrôle, si celle-ci ne contient pas de fluide inflammable.

[0029] Le piston 4 est muni d'un segment d'étanchéité 41. Le segment 41 évite une communication entre le gaz de la chambre de combustion 21 et le

fluide de la chambre de contrôle 22. Un second segment, de type coupe-feu peut également être prévu sur ce piston libre.

[0030] Les figures 2 à 4 illustrent différentes phases de fonctionnement d'un moteur incluant le moteur du premier mode de réalisation.

5 [0031] La figure 2 illustre la fin d'une phase d'admission. La soupape d'admission 71 est encore ouverte et le piston 3 est situé au point mort bas. La soupape d'échappement 72 est fermée. La chambre de contrôle 22 est alors en communication avec les conduits 81 et 83. Le dispositif de contrôle 9 commande une augmentation du rapport volumétrique. La vanne 84 est fermée
10 pour empêcher que le fluide ne soit déchargé hors de la chambre de contrôle 22. La vanne 82 est alors ouverte pour refouler du fluide dans la chambre de contrôle 22 et ainsi accroître son volume. Le piston 4 est ainsi écarté axialement du piston 3. Le volume de la chambre de combustion 21 est diminué en conséquence.

15 [0032] La figure 3 illustre la phase d'allumage. Le piston 3 est au point mort haut. Le piston 4 est maintenu écarté du piston 3 par le liquide présent dans la chambre de contrôle 22. Le volume de la chambre de combustion 21 est alors réduit. Les soupapes 71 et 72 étant fermées, le mélange présent dans la chambre de combustion 21 est comprimé par le piston 4. La bougie d'allumage
20 73 enflamme le mélange comprimé. Les vannes 82 et 84 sont fermées, pour éviter un déversement du fluide de la chambre 22 dans le bas moteur.

[0033] Du fait de l'étanchéité de la chambre de contrôle 22 durant la phase d'explosion et de détente, le piston 4 suit la course axiale du piston 3. La figure 4 illustre la fin de la phase de détente, le piston 3 étant au point mort bas.
25 La chambre de contrôle 22 est à nouveau en communication avec les conduits 81 et 83. Le dispositif de contrôle 9 commande une réduction du rapport volumétrique. La vanne 82 est fermée pour empêcher que le liquide ne soit introduit dans la chambre de contrôle 22. La vanne 84 est alors ouverte pour refouler du liquide hors de la chambre de contrôle 22 et ainsi réduire son
30 volume. Le piston 4 est ainsi rapproché axialement du piston 3. Le volume de la chambre de combustion 21 est augmenté en conséquence. Le rapport

volumétrique est ainsi réduit. Le rapport volumétrique pourra notamment être réduit à pleine charge ou à un régime correspondant à la puissance maximale du moteur.

[0034] La diminution ou l'augmentation du volume de la chambre de
5 contrôle 22 pourra être réalisée progressivement durant plusieurs cycles
moteurs successifs. La diminution ou l'augmentation du volume de la chambre
de contrôle 22 pourra être réalisée lorsque le piston 3 se trouve au point mort
bas, soit en fin de phase d'admission, soit en fin de phase de détente.
Avantageusement, le remplissage de la chambre de contrôle 22 est effectué en
10 fin d'admission, lorsque la pression dans la chambre de combustion 21 est
faible. Par ailleurs, le fluide est de préférence refoulé hors de la chambre de
contrôle lorsque la pression dans la chambre de combustion 21 est plus élevée,
par exemple à la fin de la phase de détente. Ainsi, l'énergie nécessaire pour
modifier le volume de la chambre de contrôle 22 est réduit.

15 [0035] Par ailleurs, le volume du liquide dans la chambre de contrôle 22
peut être régulé de façon à prendre en compte les fuites de liquide au niveau de
la segmentation ou la dilatation du liquide dans la chambre de contrôle 22.

[0036] La figure 5 illustre une variante du premier mode de réalisation.
Selon cette variante, un organe de rappel exerce un effort d'écartement entre
20 les premier et deuxième pistons 3 et 4. Un tel organe de rappel favorise le
remplissage de la chambre de contrôle 22 en créant une dépression dans cette
chambre de contrôle. Cet organe de rappel est réalisé sous forme de ressort
hélicoïdal 43. La position radiale du ressort 43 est définie par des plots 42 et 35
ménagés respectivement dans les pistons 4 et 3. Les plots 42 et 35 sont en
25 saillie axialement dans la chambre de contrôle 22. Par ailleurs, le conduit 81 est
utilisé à la fois pour le remplissage et la décharge de la chambre de contrôle 22.
La pression dans la chambre de combustion 21 durant la phase de détente
permet alors de décharger la chambre de contrôle 22 lorsque la vanne 82 est
ouverte.

30 [0037] La figure 6 illustre une autre variante du premier mode de
réalisation. Selon cette variante, le piston 3 présente une butée 37 et le piston 4

présente une butée 45. Ces butées 37 et 45 coopèrent pour brider l'écartement maximal entre les pistons 3 et 4. Ces 37 et 45 butées peuvent également permettre au piston 3 de rappeler le piston 4 durant sa course vers le point mort bas. Dans l'exemple illustré, la butée 37 est réalisée sous forme d'épaulement
5 s'étendant radialement vers l'extérieur par rapport à la partie supérieure 36 du piston 3. La butée 45 peut être réalisée sous forme d'épaulement s'étendant radialement vers l'intérieur par rapport à une partie 44 en saillie axiale par rapport à une face inférieure du piston 4.

[0038] La figure 7 illustre encore une variante du premier mode de
10 réalisation. Selon cette variante, un troisième piston 5 est guidé en coulissement axial par le cylindre. Ce troisième piston 5 est disposé entre les premier et deuxième pistons 3 et 4, à l'intérieur de la chambre de contrôle 22. Le troisième piston 5 présente des perforations 51 mettant en communication ses faces supérieure et inférieure. Du liquide peut ainsi s'écouler à travers les perforations
15 51. Des ressorts hélicoïdaux 47 sont par ailleurs disposés entre les pistons 4 et 5, les sollicitant ainsi vers une position où ils sont écartés l'un de l'autre. La position radiale des ressorts 47 est définie par des plots 46 ménagés sur la face inférieure du piston 4. Un amortissement entre les pistons 4 et 5 est ainsi réalisé. Le troisième piston 5 présente avantageusement un segment 52 au
20 niveau de sa périphérie.

[0039] La figure 8 illustre une autre variante du premier mode de réalisation. Selon cette variante, le piston 4 présente un évidement 48 et le piston 3 présente un plot 38 de forme complémentaire de l'évidement 48. Lorsque du fluide est logé dans l'évidement 48, ce fluide amortit les
25 mouvements entre les pistons 3 et 4 lorsque ceux-ci se rapprochent du point mort bas et que la quantité de fluide est réduite. En effet, l'évacuation du fluide hors de l'évidement 48 est alors limitée par le plot 38. Par ailleurs, cette variante correspond à un moteur à allumage par compression.

30 [0040] Les figures 9 à 14 sont des vues en coupe schématiques d'un second mode de réalisation d'un moteur 1 à combustion interne selon

l'invention. Le moteur 1 comprend un bloc-cylindre 2 similaire à celui du premier mode de réalisation. Les pistons 3 et 4 ainsi que la chambre de contrôle 22 formée entre eux sont similaires au premier mode de réalisation. Le piston 3 comprend également un arbre de connexion connecté à une bielle, afin
5 d'entraîner un vilebrequin. Le bloc-cylindre 2 est surplombé par une culasse 7 similaire à celle du premier mode de réalisation. Le moteur 1 comprend un conduit d'admission 85 débouchant dans le cylindre. Dans la position des pistons 3 et 4 illustrée aux figures 9 et 12, le conduit 85 débouche dans la chambre de contrôle 22. Le moteur 1 comprend en outre une vanne 86 obturant
10 sélectivement le conduit 85.

[0041] Selon ce mode de réalisation, le conduit 85 est destiné à alimenter la chambre de contrôle 22 et est également destiné à la décharge du fluide compressible présent dans la chambre de contrôle 22. Ainsi, le déplacement du piston 4 par rapport au piston 3 conduit à modifier la cylindrée dans le cylindre,
15 qui correspond au volume balayé par la face supérieure du piston 4. Le conduit 85 est en communication avec une alimentation en fluide compressible. Un dispositif de contrôle 9 commande l'obturation ou l'ouverture de la vanne 86.

[0042] Les figures 9 à 11 illustrent le fonctionnement du moteur lors d'une diminution de cylindrée.

20 [0043] La figure 9 illustre la fin d'une phase d'admission. La soupape d'admission 71 est encore ouverte et le piston 3 est situé au point mort bas. La soupape d'échappement 72 est fermée. La chambre de contrôle 22 est alors en communication avec le conduit 85. Le dispositif de contrôle 9 commande une diminution de la cylindrée. La pression du fluide fourni par la source étant
25 supérieure à la pression du fluide dans la chambre de contrôle 22, l'ouverture de la vanne 86 conduit au remplissage de la chambre de contrôle 22. Le piston 4 est alors écarté axialement du piston 3. Le volume de la chambre de combustion 21 est diminué en conséquence.

[0044] La figure 10 illustre la phase d'allumage. La vanne 86 est fermée
30 pour éviter un écoulement de gaz du conduit 85 vers le bas moteur. Le piston 3 est au point mort haut et la bougie 73 enflamme le mélange présent dans la

chambre de combustion 21. Du fait du montage coulissant du piston 4 par rapport au cylindre, la pression entre la chambre de combustion 21 et la chambre de contrôle 22 s'équilibre. L'écartement entre les pistons 3 et 4 est ainsi réduit, du fait de la pression dans la chambre de combustion 21 et de la compressibilité du fluide dans la chambre de contrôle 22. La position du piston 4 au point mort haut est donc peu modifiée par le remplissage de la chambre de contrôle 22. La course du piston 4 est ainsi réduite, et par conséquent la cylindrée est également réduite par le remplissage de la chambre de contrôle 22. Le rapport volumétrique dans le cylindre est défini par la course du piston 3 et est alors globalement inchangé.

[0045] La figure 11 illustre la fin de la phase de détente, le piston 3 étant au point mort bas. Le travail généré par la combustion sous forme de pression est relayé par le fluide de la chambre de contrôle 22, et transmis au piston 3. La vanne 86 est obturée afin de maintenir le remplissage de la chambre de contrôle 22 en fluide. En effet, la pression dans la chambre de contrôle 22 à cet instant peut être supérieure à la pression de l'alimentation en fluide.

[0046] Les figures 12 à 14 illustrent le fonctionnement du moteur lors d'une augmentation de cylindrée.

[0047] La figure 12 illustre la fin de la phase de détente, avec initialement, les deux soupapes fermées et le piston 3 situé au point mort bas. La chambre de contrôle 22 est alors en communication avec le conduit 85. Le dispositif de contrôle 9 commande une augmentation de la cylindrée. Le conduit 85 est alors connecté à une zone de basse pression afin de décharger au moins partiellement la chambre de contrôle 22. Le piston 4 est alors rapproché axialement du piston 3. Le volume de la chambre de combustion 21 est augmenté en conséquence.

[0048] La figure 13 illustre la phase d'allumage. La vanne 86 est fermée pour éviter un échange de fluide entre le conduit 85 et le bas moteur. Le piston 3 est au point mort haut et la bougie 73 enflamme le mélange présent dans la chambre de combustion 21. L'écartement entre les pistons 3 et 4 est réduit, du fait de la pression dans la chambre de combustion 21 et de la compressibilité du

gaz encore présent dans la chambre de contrôle 22. La course du piston 4 est ainsi augmentée, et par conséquent la cylindrée est également augmentée par la décharge de la chambre de contrôle 22. Le rapport volumétrique dans le cylindre est alors globalement inchangé.

5 [0049] La figure 14 illustre la fin de la phase de détente, le piston 3 étant au point mort bas. La vanne 86 est obturée afin d'éviter le remplissage de la chambre de contrôle 22 en fluide compressible.

[0050] Selon ce mode de réalisation, la cylindrée peut être adaptée à la quantité d'air souhaitée pour réaliser une combustion dans la chambre 21. Dans
10 le cas d'un moteur essence, on obtient alors une combustion stœchiométrique homogène aisée à post-traiter, quel que soit le point de fonctionnement moteur. Cela est réalisé sans générer de travail négatif durant la boucle basse pression du cycle moteur.

[0051] Le fluide compressible utilisé pour modifier le remplissage de la
15 chambre de contrôle 22 peut être de l'air. Dans le mode de réalisation illustré, ce fluide est avantageusement du gaz d'échappement du moteur. En effet, les gaz d'échappement présentent une capacité calorifique supérieure à celle de l'air. Le rendement thermodynamique du moteur est ainsi amélioré. Le conduit 85 forme alors une dérivation partant du conduit d'échappement – ou d'un
20 conduit de recyclage des gaz d'échappement dit conduit EGR.

[0052] Selon une variante de ce deuxième mode de réalisation, le piston 4 peut être dépourvu de segments, afin de permettre une légère communication de gaz entre la chambre de contrôle 22 et la chambre de combustion 21.

[0053] Les figures 15 à 20 illustrent un troisième mode de réalisation,
25 dans lequel le remplissage de la chambre de contrôle 22 par des gaz d'échappement est utilisé pour comprimer le mélange de la chambre de combustion 21. Le moteur 1 présente une structure sensiblement identique à celle du deuxième mode de réalisation. Le moteur 1 présente deux conduits débouchant dans le cylindre. Les conduits sont obturés sélectivement par des
30 vannes respectives 87 et 88. L'ouverture des vannes 87 et 88 est commandée

par un dispositif de contrôle 9. Les conduits communiquent par ailleurs avec un conduit de décharge de gaz d'échappement non illustré.

[0054] La figure 15 illustre le début d'une phase d'admission. Le piston 3 descend depuis le point mort haut. La soupape d'admission 71 est ouverte, ce qui conduit à l'introduction de mélange dans la chambre de combustion 21. Les vannes 87 et 88 sont fermées. La chambre de contrôle 22 est pratiquement vide.

[0055] La figure 16 illustre le début d'une phase de compression. Le piston 3 se trouve au point mort bas et la soupape d'admission 71 se referme. La vanne 87 est ouverte et des gaz d'échappement pénètrent dans la chambre de contrôle 22. Le piston 4 est alors écarté du piston 3 et comprime le mélange présent dans la chambre de combustion 21.

[0056] La figure 17 illustre la phase d'allumage. Le piston 3 atteint le point mort haut. Le mélange est comprimé dans la chambre de combustion 21 et enflammé par la bougie 73. Les vannes 87 et 88 sont fermées.

[0057] Les figures 18 et 19 illustrent la fin de la phase de détente. Le piston 3 descend jusqu'à atteindre le point mort bas. La vanne 88 est ouverte. La pression dans la chambre de combustion 21 et l'inertie du piston 4 conduisent à la décharge des gaz hors de la chambre de contrôle 22.

[0058] La figure 20 illustre une phase d'échappement. Les pistons 3 et 4 remontent vers leur point mort haut. La soupape d'échappement 72 est ouverte, ce qui conduit à l'expulsion des gaz d'échappement hors de la chambre de combustion 21. Les vannes 87 et 88 sont fermées.

[0059] A noter qu'il est aussi envisageable de remplir la chambre de contrôle 22 par un mélange de fluide compressible et de fluide incompressible. La variation de la quantité de fluide dans la chambre de contrôle 22 permet alors de modifier à la fois la cylindrée et le rapport volumétrique. On peut également envisager de remplir la chambre de contrôle 22 d'un fluide passant de la phase gazeuse à la phase liquide dans les conditions de fonctionnement du moteur.

[0060] Avantageusement, une dépression ou une surpression peuvent être générées dans la chambre de combustion 21 par rapport à un cycle moteur traditionnel, afin d'aspirer ou chasser du fluide dans la chambre de contrôle 22. La dépression ou la surpression peuvent être générées au moyen d'une
5 distribution variable ou au moyen d'un déphaseur d'admission créant une dépression au point mort bas d'admission.

[0061] La forme du piston 4 peut être adaptée pour optimiser son coulissement dans le cylindre. Le piston 4 pourra notamment présenter une jupe
10 s'étendant axialement. Le piston 4 sera ainsi maintenu perpendiculaire à l'axe du cylindre. Le piston 4 pourra présenter une face supérieure plate, une surface supérieure en forme de bol, ou toute autre surface appropriée en fonction du type de moteur. Le piston 4 sera dimensionné pour supporter les contraintes thermomécaniques liées à la combustion. Par un choix de matériaux et une
15 forme appropriée, le piston 4 présentera une masse relativement faible. Le piston 4 pourra présenter un unique segment 41, en utilisant par exemple un segment tel que décrit dans les documents EP1719901 ou US20060249913. Bien que le piston 4 illustré ne présente qu'un segment 41, le piston 4 pourra présenter un plus grand nombre de segments, en incluant par exemple un
20 segment racleur sous le segment 41. Par ailleurs, lorsque le fluide introduit dans la chambre de contrôle 22 est un gaz, le piston 4 peut présenter des ouvertures mettant en communication fluidique la chambre de contrôle 22 et la chambre de combustion 21. Ceci permet notamment de créer des turbulences dans le mélange combustible présent dans la chambre de combustion au point mort
25 haut, afin d'augmenter la vitesse de combustion lors de l'allumage. Les émissions polluantes sont alors réduites et le rendement global du cycle est amélioré.

[0062] Par ailleurs, le piston 3 n'est pas en contact avec la chambre de combustion 21. Ainsi, le piston 3 subit des contraintes mécaniques et
30 thermiques réduites par rapport à un piston de moteur à combustion selon l'état de la technique. Le piston 3 pourra ainsi être allégé et présenter une forme

favorisant une réduction des frottements avec le cylindre. Le piston 3 pourra également être muni d'un unique segment.

[0063] Le dispositif de contrôle 9 peut comprendre des sondes non illustrées, établissant des paramètres de fonctionnement du moteur, tels que le régime du moteur, la charge, la position du premier piston 3 ou du vilebrequin dans le cycle moteur, ou la position du deuxième piston 4 dans le cylindre. Un capteur électromagnétique pourra notamment être disposé derrière la paroi du cylindre, afin de déterminer un instant de passage du piston 4. Des capteurs pourront également être implantés pour déterminer la pression de gaz dans la chambre de combustion 21, le débit d'air admis dans la chambre de combustion, ou le débit de fluide entrant ou sortant de la chambre de contrôle 22. Le dispositif de contrôle 9 pourra inclure un calculateur déterminant des commandes d'admission ou de décharge du fluide présent dans la chambre de contrôle 22, en fonction du régime moteur, de la charge et de la position du piston 3. Le calculateur pourra également commander l'admission ou la décharge du fluide en fonction du carburant utilisé pour la combustion. Le calculateur pourra notamment fournir des commandes d'obturation ou d'ouverture des vannes des conduits d'admission ou de décharge.

[0064] Le conduit 81, la vanne 82 et l'alimentation 8 peuvent être intégrés sous forme d'injecteur. Par ailleurs, pour un moteur multicylindre, une alimentation 8 commune pour les différents cylindres peut être prévue. Les figures ne représentent qu'un conduit pour l'admission en fluide et qu'un conduit pour la décharge du fluide. L'invention pourra également être mise en œuvre avec plusieurs conduits d'admission ou de décharge.

[0065] Bien que les conduits 81, 83, 85 des exemples illustrés débouchent dans une paroi latérale du cylindre, on peut également envisager de mettre la chambre de contrôle 22 en communication avec le fluide par d'autres types de conduits. On peut notamment envisager que le conduit traverse la bielle 6 et la partie supérieure du premier piston 3.

[0066] Bien que la plupart des variantes décrites portent sur des moteurs à allumage commandé, elle peut bien entendu être appliquée également pour des moteurs à allumage par compression.

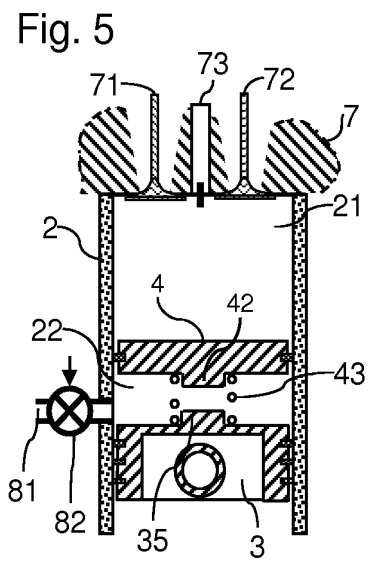
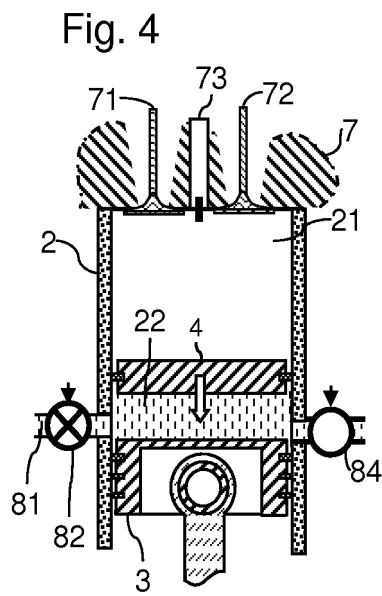
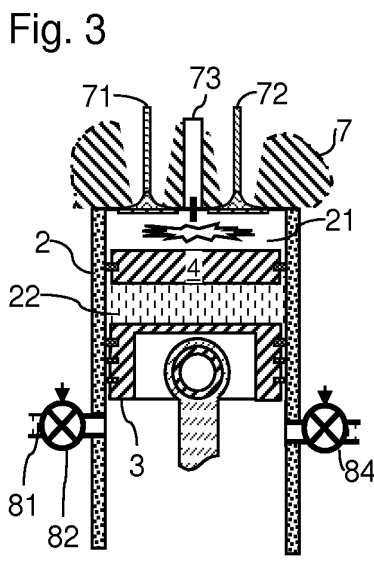
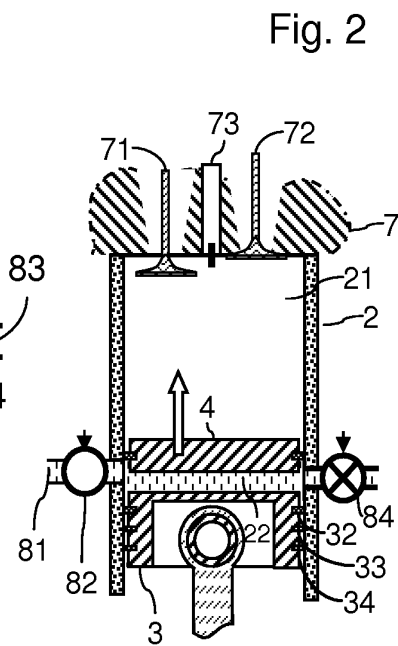
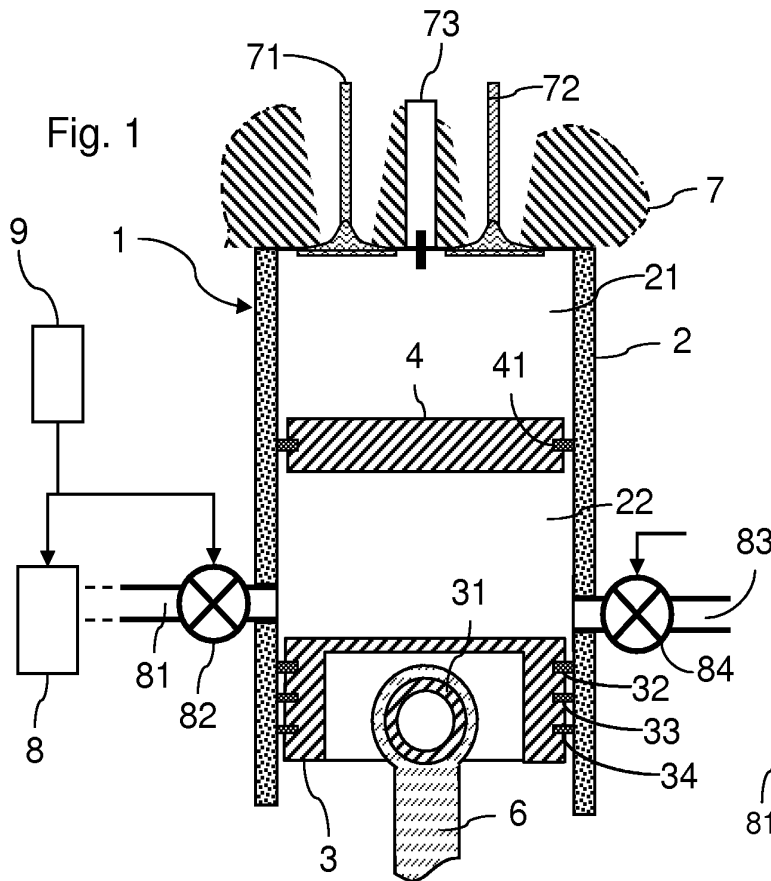
REVENDICATIONS

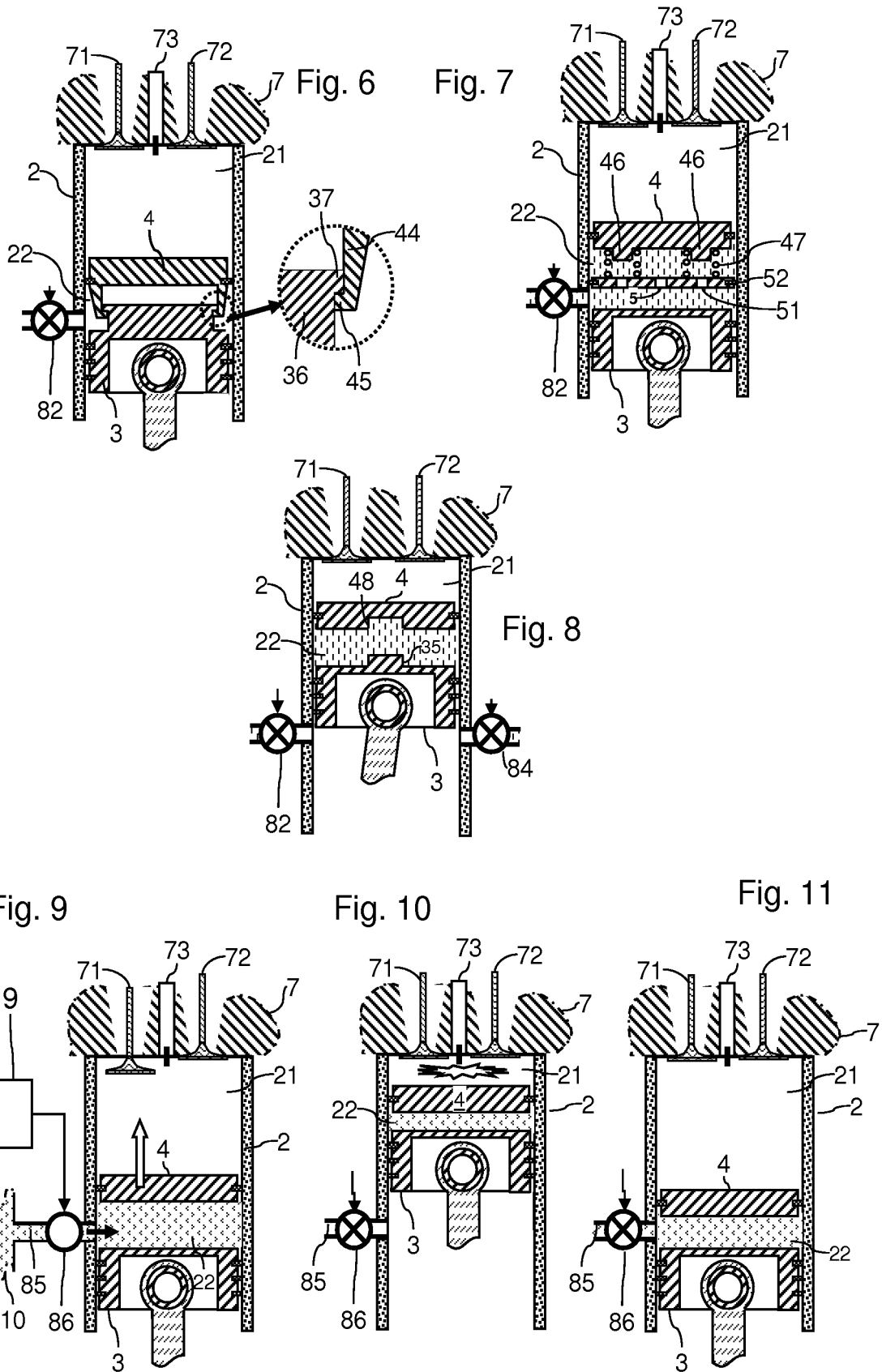
1. Procédé de contrôle de la cylindrée d'un moteur à combustion interne comprenant une culasse (7), un cylindre délimité axialement par la culasse (7), un piston (4) - guidé en coulissement axial dans le cylindre - dont le mouvement alternatif est transmis à un mécanisme de transmission (6), caractérisé par une étape d'introduction contrôlée d'un fluide agissant sur la face du piston (4) non tournée vers la culasse (7).
5
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le fluide introduit est un fluide compressible.
3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel le fluide introduit est un gaz.
15
4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel le fluide introduit est de l'air frais.
5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel l'air frais comprimé du fait du mouvement du piston (4) est introduit dans le circuit d'admission du moteur pour être admis comprimé dans la chambre de combustion entre le piston (4) et la culasse (7).
20
6. Procédé selon la revendication 3, dans lequel le fluide introduit est un gaz d'échappement.
25
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le moteur est un moteur à quatre temps, le procédé comprenant l'introduction contrôlée de fluide lorsque le piston (4) est sensiblement au point mort bas en fin de phase d'admission.
30
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le cycle moteur comprend l'introduction d'un mélange combustible dans la

chambre de combustion (21) entre le piston (4) et la culasse (7) et l'allumage commandé du mélange.

- 5 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, dans lequel le cycle moteur comprend l'introduction d'un mélange combustible dans la chambre de combustion (21) entre le piston (4) et la culasse (7) et l'allumage du mélange par compression.
- 10 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel le moteur est un moteur à quatre temps, le procédé comprenant les étapes de :
- introduire un mélange combustible dans la chambre de combustion (21) entre le piston (4) et la culasse (7) durant une phase d'admission ;
 - introduire un volume déterminé de gaz d'échappement dans une chambre de contrôle (22) interposée entre le piston (4) et le mécanisme de transmission (6), lorsque le piston (4) est sensiblement au point mort bas en fin de phase d'admission ;
 - réaliser l'allumage du mélange combustible lorsque le piston (4) est sensiblement au point mort haut ;
 - 20 • décharger des gaz d'échappement hors de la chambre de contrôle (22) lorsque le premier piston (3) est sensiblement au point mort bas en fin de phase de détente.
- 25 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, dans lequel le volume de fluide agissant sur la face du piston opposée à la culasse est mesuré et régulé en fonction d'une valeur de consigne de quantité de fluide.
- 30 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, comprenant la détermination d'au moins un paramètre parmi le régime moteur, la charge du moteur, la position du piston (4) dans son cycle moteur, le volume de fluide agissant sur la face du piston opposée à la culasse, la pression dans une chambre de combustion (21) entre le piston (4) et la

culasse (7) et le débit d'air admis dans la chambre (21), et dans lequel l'introduction de fluide est contrôlée en fonction du paramètre déterminé.





3/4

Fig. 12

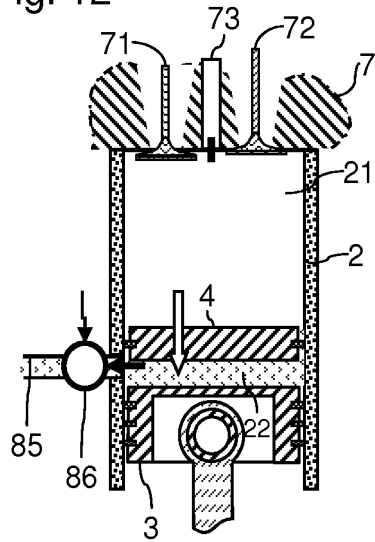


Fig. 13

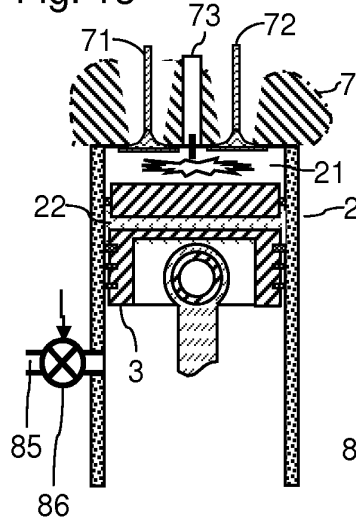
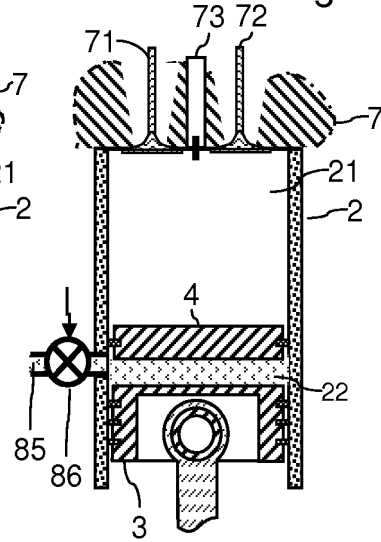


Fig. 14



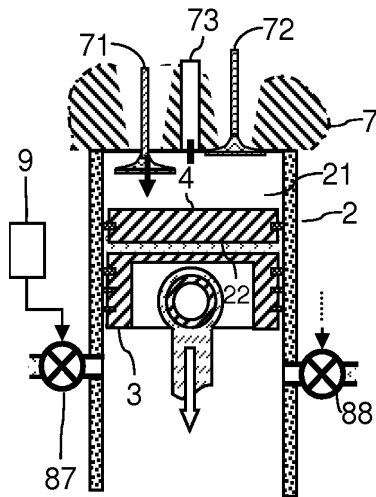


Fig. 15

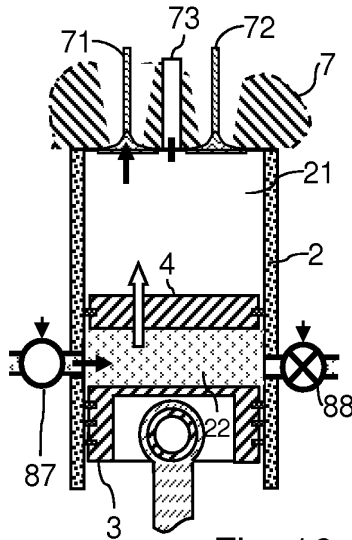


Fig. 16

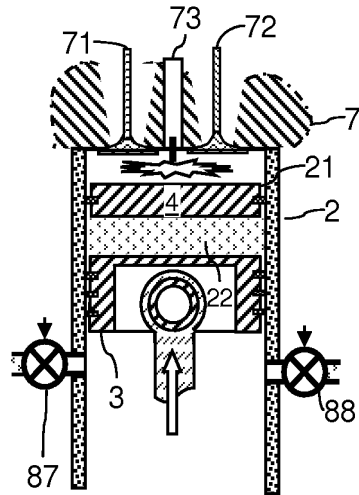


Fig. 17

Fig. 18

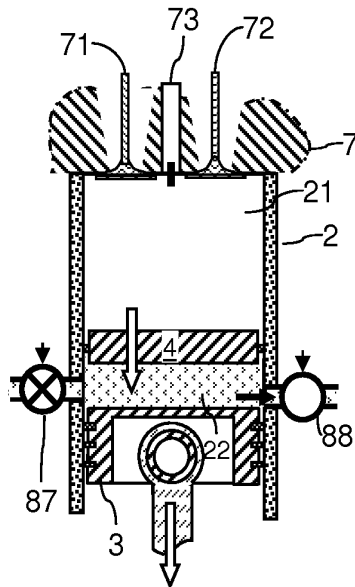


Fig. 19

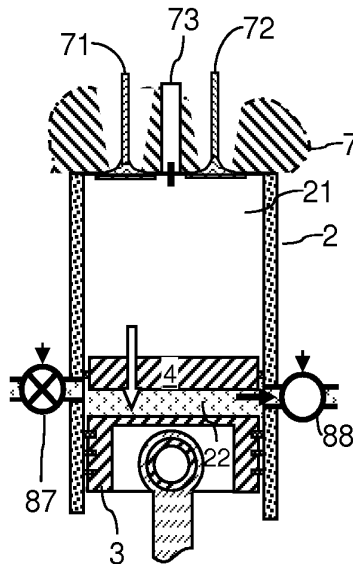
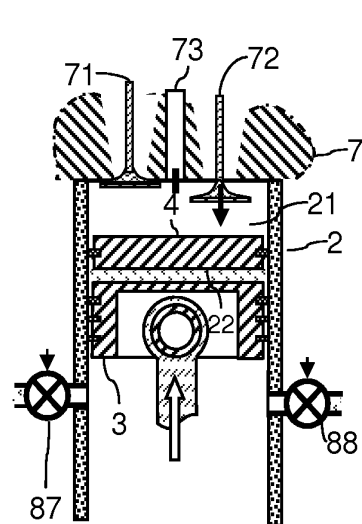


Fig. 20



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0758533 FA 701311**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **24-06-2008**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 393389	A		AUCUN	
EP 0297903	A	04-01-1989	DE 3865903 D1	05-12-1991
			DE 297903 T1	08-02-1990
			US 4864977 A	12-09-1989
US 2481872	A	13-09-1949	AUCUN	
DE 133051	C		AUCUN	