PCT ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE
Bureau international

DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIEE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS (PCT)

(51) **Classification internationale des brevets** 6 : **F02B 19/04, 75/32, 75/02**

A1

(11) **Numéro de publication internationale:** **WO 99/63206**

(43) **Date de publication internationale:** 9 décembre 1999 (09.12.99)

(21) **Numéro de la demande internationale:** PCT/FR99/01288

(22) **Date de dépôt international:** 2 juin 1999 (02.06.99)

(30) **Données relatives à la priorité:**
98/07131 3 juin 1998 (03.06.98) FR

(71)(72) **Déposant et inventeur:** NEGRE, Guy [FR/FR]; Quartier de Paris, Route du Val, F–83170 Brignoles (FR).

(72) **Inventeur; et**
(75) **Inventeur/Déposant** *(US seulement)*: NEGRE, Cyril [FR/FR]; Quartier de Paris, Route du Val, F–83170 Brignoles (FR).

(81) **Etats désignés:** AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée

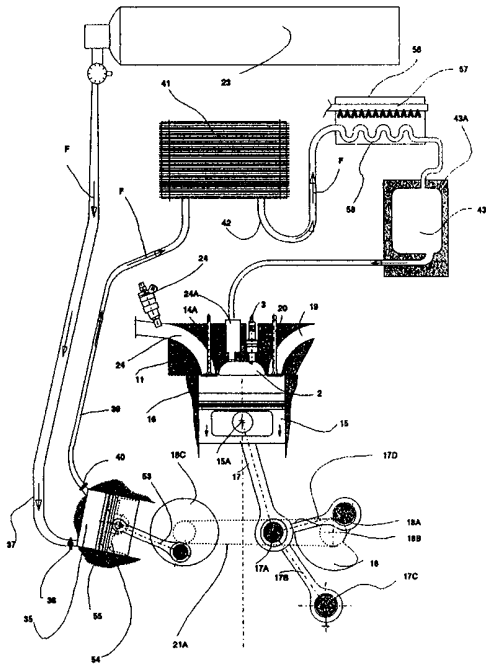
Avec rapport de recherche internationale.
Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues.

(54) **Title:** OPERATING METHOD AND DEVICE FOR SUPPLEMENTARY COMPRESSED AIR INJECTION ENGINE OPERATING WITH MONO–ENERGY OR BI–ENERGY IN TWO OR THREE POWERING MODES

(54) **Titre:** PROCEDE DE FONCTIONNEMENT ET DISPOSITIF DE MOTEUR A INJECTION D'AIR COMPRIME ADDITIONNEL FONCTIONNAT EN MONO–ENERGIE, OU EN BI–ENERGIE BI OU TRI MODES D'ALIMENTATION

(57) **Abstract**

The invention concerns an engine method with suction–compression chamber (1) and/or expansion–exhaust chamber (4) operating by means of reciprocating pistons with an independent and twinned compression chamber (2) – the three chambers being separated with a device controlling the stroke causing, over a long period of engine rotation, said piston (15) to stop at the upper dead centre which in that position separates the combustion chamber and the expansion–exhaust chamber, also comprising a high–pressure compressed air chamber (23) and additional systems for recuperating ambient thermal energy and additional heating, capable of operating in mono–energy air plus supplementary compressed air or in bi–energy, or with conventional fuel in internal or external combustion, or by injection of a dose of compressed air thereby producing three operating modes depending on the type of use. The invention is useful for all types of engine methods.



(57) **Abrégé**

Procédé de moteur à chambre d'aspiration–compression (1) et/ou chambre de détente–échappement (4) fonctionnant à l'aide de pistons alternatifs avec une chambre de combustion indépendante et jumelée (2) – les trois chambres étant séparées – avec un dispositif de contrôle de la course provoquant, sur une longue période de rotation moteur, l'arrêt au point mort haut dudit piston (15) qui dans cette position sépare la chambre de combustion et la chambre de détente–échappement, comportant également un réservoir d'air comprimé haute pression (23) et des systèmes de récupération d'énergie thermique ambiante et de réchauffe additionnel, pouvant fonctionner en mono–énergie air plus air comprimé additionnel ou en bi–énergie, soit avec un carburant traditionnel en combustion interne ou externe, soit avec l'injection d'une dose d'air comprimé additionnel réalisant ainsi trois modes de fonctionnement selon l'utilisation. Toutes applications de moteurs.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

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

AL	Albanie	**ES**	Espagne	**LS**	Lesotho	**SI**	Slovénie
AM	Arménie	**FI**	Finlande	**LT**	Lituanie	**SK**	Slovaquie
AT	Autriche	**FR**	France	**LU**	Luxembourg	**SN**	Sénégal
AU	Australie	**GA**	Gabon	**LV**	Lettonie	**SZ**	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	**GB**	Royaume-Uni	**MC**	Monaco	**TD**	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	**GE**	Géorgie	**MD**	République de Moldova	**TG**	Togo
BB	Barbade	**GH**	Ghana	**MG**	Madagascar	**TJ**	Tadjikistan
BE	Belgique	**GN**	Guinée	**MK**	Ex-République yougoslave de Macédoine	**TM**	Turkménistan
BF	Burkina Faso	**GR**	Grèce			**TR**	Turquie
BG	Bulgarie	**HU**	Hongrie	**ML**	Mali	**TT**	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	**IE**	Irlande	**MN**	Mongolie	**UA**	Ukraine
BR	Brésil	**IL**	Israël	**MR**	Mauritanie	**UG**	Ouganda
BY	Bélarus	**IS**	Islande	**MW**	Malawi	**US**	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	**IT**	Italie	**MX**	Mexique	**UZ**	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	**JP**	Japon	**NE**	Niger	**VN**	Viet Nam
CG	Congo	**KE**	Kenya	**NL**	Pays-Bas	**YU**	Yougoslavie
CH	Suisse	**KG**	Kirghizistan	**NO**	Norvège	**ZW**	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	**KP**	République populaire démocratique de Corée	**NZ**	Nouvelle-Zélande		
CM	Cameroun			**PL**	Pologne		
CN	Chine	**KR**	République de Corée	**PT**	Portugal		
CU	Cuba	**KZ**	Kazakstan	**RO**	Roumanie		
CZ	République tchèque	**LC**	Sainte-Lucie	**RU**	Fédération de Russie		
DE	Allemagne	**LI**	Liechtenstein	**SD**	Soudan		
DK	Danemark	**LK**	Sri Lanka	**SE**	Suède		
EE	Estonie	**LR**	Libéria	**SG**	Singapour		

PROCEDE DE FONCTIONNEMENT ET DISPOSITIF DE MOTEUR A INJECTION D'AIR COMPRIME ADDITIONNEL FONCTIONNANT EN MONO ENERGIE, OU EN BI ENERGIE BI OU TRI MODES D'ALIMENTATION

L'invention concerne les véhicules terrestres et plus particulièrement ceux fonctionnant avec injection d'air comprimé additionnel, et comportant un réservoir d'air comprimé haute pression.

Les moteurs à combustion interne cyclique et à chambre de combustion indépendante et chambre de compression et de détente séparées tels que décrits dans les brevets français 2319769 ou encore 2416344 permettent un certain nombre d'améliorations du fonctionnement par rapport aux moteurs conventionnels, mais le temps imparti aux transferts et à la combustion des gaz est très court et ne permet pas de bons rendements.

L'auteur a décrit dans sa demande brevet publié WO 97/39232 un procédé de moteur à combustion interne cyclique, à chambre de combustion indépendante à volume constant dans lequel la chambre d'aspiration-compression, la chambre de combustion, et la chambre de détente-échappement sont constituées de trois parties séparées et entièrement indépendantes et où le cycle de la chambre d'aspiration compression est décalé en avance par rapport à celui de la chambre de détente échappement afin de permettre des temps de combustion importants. Un des principaux avantages de ce procédé est que le mélange brûle à volume réellement constant durant une période plus importante que dans un moteur classique.

Une des difficultés de ce type de moteur est le temps d'établissement de la pression dans la chambre de détente lors du transfert des gaz entre la chambre de combustion et la chambre de détente.

Pour résoudre ce problème et dans une autre demande de Brevet Français 9713313, l'auteur a décrit un procédé de contrôle du mouvement de piston de machine telle que moteur ou compresseur, caractérisé par le fait qu'à son point mort haut le piston est arrêté dans son mouvement et maintenu à sa position point mort haut durant une période de temps – donc sur un secteur angulaire important lors de la rotation- permettant d'effectuer à volume constant :

- les opérations d'allumage et de combustion dans le cas des moteurs classiques,
- les opérations d'injection de carburant dans le cas des moteurs diesel
- les opérations de transfert de gaz et/ou d'air comprimé respectivement, dans le cas des moteurs à chambre de combustion et/ou d'expansion indépendante,
- les opérations de fin d'échappement, de début d'admission dans tous les cas de moteurs et autres compresseurs.

L'arrêt du piston et son maintien au point mort haut peut être réalisé par tous moyens connus de l'homme de l'art, par exemple cames, pignons etc... mais préférentiellement, pour permettre l'arrêt du piston à son point mort haut, la commande du piston est mise en oeuvre par un dispositif de levier à pression lui-même commandé par un système bielle manivelle. On appelle levier à pression un système de deux bras articulés dont l'un a une extrémité immobile, ou pivot, et l'autre peut se déplacer suivant un axe. Si l'on exerce une force approximativement perpendiculaire à l'axe des deux bras, lorsqu'ils sont alignés, sur l'articulation entre ces deux bras, on provoque alors le déplacement de l'extrémité libre. Cette extrémité libre peut être liée au piston et commander ses déplacements. Le point mort haut du piston est effectif lorsque sensiblement les deux tiges articulées sont dans le prolongement l'une de l'autre (aux environs de 180°).

Le vilebrequin est relié par une bielle de commande à l'axe d'articulation des deux bras. Le positionnement des différents éléments dans l'espace et leurs dimensions permettent de modifier les caractéristiques de la cinématique de l'ensemble. Le positionnement de l'extrémité immobile détermine un angle entre l'axe de déplacement du piston et l'axe des deux bras lorsqu'ils sont alignés. Le positionnement du vilebrequin détermine un angle entre la bielle de commande et l'axe des deux bras lorsqu'ils sont alignés. La variation des valeurs de ces angles, ainsi que des longueurs de bielles et bras, permet de déterminer l'angle de rotation du vilebrequin durant lequel le piston est arrêté à son point mort haut. Ceci correspond à la durée de l'arrêt du piston.

Dans ce type de moteur, le transfert des gaz, et, notamment en mode thermique des gaz brûlés de la chambre de combustion vers la chambre de détente, s'effectue à haute température et la réalisation du système d'ouverture et de fermeture à ces températures sont de réalisation délicate

La présente invention vise à résoudre d'une autre manière ce problème de transfert de pression de la chambre de combustion à la chambre de détente, en proposant un procédé de moteur à chambres séparées, d'aspiration-compression, de détente-échappement et de combustion et/ou d'expansion à volume constant séparées dans lequel est monté au moins sur la chambre de détente-échappement un dispositif de contrôle de la course du piston permettant l'arrêt de ce dernier à son point mort haut. La chambre de combustion et/ou d'expansion est montée jumelée sans obturateur sur la partie haute de la chambre de détente-échappement, le piston séparant sensiblement la chambre de combustion de la chambre de détente-échappement à son point mort haut. En outre, le cycle de fonctionnement du cylindre aspiration compression peut être décalé en retard par rapport au cycle du cylindre détente échappement de telle sorte que le point mort haut de piston du cylindre de détente échappement, est, lors de la rotation du moteur, en avance sur le point mort haut du piston du cylindre aspiration-

compression. Dès que le piston du cylindre de détente est arrêté à son point mort haut, où il obture partiellement la chambre de combustion, il se trouve en avance par rapport au point mort haut du piston de la chambre aspiration compression, et reste à son point mort haut pendant les opérations suivantes :

- la mise en communication de la chambre de combustion et de la chambre d'aspiration compression,
- le remplissage de ladite chambre de combustion avec le mélange air-carburant comprimé par le piston de la chambre d'aspiration-compression arrivant à son point mort haut,
- la fermeture de la communication entre la chambre de combustion et la chambre d'aspiration-compression,
- l'allumage et la combustion du mélange qui génère une augmentation de pression,

puis, dès le début de sa course descendante, produit un travail provoqué par l'augmentation de pression. La combustion s'effectue à volume réellement constant puis le mélange est détendu directement sans transfert dans la chambre de détente produisant le travail moteur dès le début de la course descendante du piston de détente échappement.

Le terme « réellement constant » qui vient d'être utilisé renvoi à l'état de la technique qui dans le langage courant emploi le terme « combustion à volume constant » alors que le piston dans un moteur classique est toujours en mouvement et qu 'en conséquence le volume n'est en réalité jamais constant.

Ces avantages combinés, d'une longue durée de combustion, dans une chambre de combustion compacte, permettent d'obtenir des émissions de polluants à l'échappement bien plus faibles que dans les moteurs conventionnels.

Selon un mode particulier du procédé suivant l'invention, il est possible de ménager entre la chambre de compression et la chambre de combustion, une capacité tampon d'accumulation d'air comprimé qui va permettre d'éviter les effets de pompages, et les pertes de pression dues aux volumes morts de transfert et à la détente lors du remplissage de la chambre de combustion.

Le mode de fonctionnement de la chambre aspiration-compression peut alors varier sans pour autant changer le principe de l'invention ; s'il apparaît commode d'utiliser en pratique courante un compresseur à piston, tout autre mode de production d'air comprimé peut être utilisé – compresseur à un ou plusieurs étages à piston, rotatif à palettes, à engrenages (Roots, Lyshom) ou turbo compresseur entraîné par les gaz d'échappement ; de même que pour certaines applications il est possible d'utiliser une réserve d'air en bouteille (ou tout autre container) qui sera détendu dans la chambre de

combustion, voire encore de l'air comprimé d'un réseau (exemple d'un moteur à poste fixe dans une usine utilisant de l'air comprimé en réseau).

Préférentiellement, la chambre de combustion jumelée est d'une forme se rapprochant d'une sphère sans aspérité ni recoin pour une meilleure combustion, de même qu'elle est isolée thermiquement en étant revêtue d'une barrière thermique en céramique ou autres matériaux isolants calorifuges permettant de ne pas perdre de calories à travers les parois qui peuvent ainsi être maintenues à très hautes températures, et permettre de ce fait de ne pas éteindre la flamme sur lesdites parois évitant ainsi la production d'hydrocarbures imbrûlés dans les gaz d'échappement. Cette combinaison permet d'améliorer sensiblement les émissions de gaz polluants.

Le procédé de fonctionnement de moteur suivant l'invention permet d'utiliser des mélanges homogènes air-carburant et le mélange peut être réalisé par un carburateur avant l'aspiration-compression, mais un système d'injection (électronique ou mécanique) est préféré. Toutefois une injection directe dans la chambre de combustion peut également être utilisée sans pour autant changer le principe de fonctionnement de l'invention.

Le procédé de fonctionnement de moteur suivant l'invention permet également d'utiliser des mélanges hétérogènes à auto inflammation comme les moteurs diesel. Dans ce cas, la bougie d'allumage implantée dans la chambre de combustion est supprimée et un injecteur direct de gazole alimenté par une pompe et son équipement de type utilisé couramment sur les moteurs diesel, est implanté dans ladite chambre de combustion.

L'invention peut s'appliquer à un fonctionnement bi-energie selon deux modes d'alimentation. L'auteur a décrit dans sa demande de brevet publié WO 96/27737 un procédé de moteur à chambre de combustion interne indépendante, fonctionnant suivant un principe bi-modes à deux types d'énergie, utilisant, soit un carburant conventionnel tel essence ou gasoil sur route (fonctionnement mono-mode à air-carburant), soit, à basse vitesse, notamment en zone urbaine et suburbaine, une injection d'air comprimé dans la chambre de combustion (ou tout autre gaz non polluant) à l'exclusion de tout autre carburant, (fonctionnement au deuxième mode à air, plus air comprimé additionnel.

Selon un autre aspect de la présente invention, le procédé de fonctionnement d'un moteur selon l'invention adopte ce principe bi-energie et bi-mode. En mode air-carburant, le mélange air carburant est aspiré et comprimé dans une chambre d'aspiration-compression indépendante. Puis ce mélange est transféré, toujours en pression, dans la chambre de combustion jumellée avec la chambre de détente-échappement. Lorsque le piston de détente-échappement est arrêté à son point mort haut, la chambre de combustion est à volume constant et le mélange est enflammé afin

d'augmenter sa température et sa pression. La combustion se poursuit durant l'arrêt du piston à son point mort haut puis ce mélange est détendu directement sans transfert dans la chambre de détente et d'échappement pour y produire un travail. Les gaz détendus sont ensuite évacués à l'atmosphère à travers un conduit d'échappement.

En mode à air plus air comprimé additionnel, à faible puissance, l'injecteur de carburant n'est plus commandé ; Lorsque le piston de détente-échappement est arrêté à son point mort haut, la chambre de combustion est à volume constant et l'on introduit dans la chambre de combustion, sensiblement après l'admission dans cette dernière de l'air comprimé -sans carburant- provenant de la chambre d'aspiration-compression, une dose d'air comprimé additionnel provenant d'un réservoir externe où l'air est stocké sous haute pression, par exemple 200 bars, et à la température ambiante. Cette dose d'air comprimé à température ambiante va s'échauffer au contact de la masse d'air à haute température contenue dans la chambre de combustion qui devient dans ce cas une chambre d'expansion, va se dilater et le mélange des deux masses d'air augmente la pression régnant dans la chambre pour permettre de délivrer lors de la détente un travail moteur.

L'invention peut également s'appliquer à un fonctionnement mono-energie air plus air comprimé additionnel. Dans sa demande de brevet publié WO 97/4884, l'auteur a décrit l'installation de ce type de moteur en fonctionnement mono-mode, avec air plus air comprimé additionnel, sur les véhicules de services, par exemple des autobus urbains, taxis, fourgonnettes de livraison et autres.

Ce type de moteur bi-modes ou bi-énergies (air et essence ou air et air comprimé additionnel) peut en effet être transformé pour une utilisation préférentielle en ville par exemple, sur tous véhicules et plus particulièrement sur des autobus urbains ou autres véhicules de services (taxis bennes à ordures etc.), en mono-mode air-air comprimé additionnel, par la suppression de tous les éléments spécifiques de fonctionnement du moteur avec un carburant traditionnel tel que réservoir, circuit carburant, injecteur etc...

Selon une autre caractéristique de l'invention, le procédé de fonctionnement d'un moteur selon l'invention utilise également le principe mono-énergie mono-mode avec l'injection d'air comprimé additionnel dans la chambre de combustion qui devient ainsi une chambre d'expansion. En outre, l'air aspiré par le moteur peut être filtré et purifié à travers un ou plusieurs filtres à charbon ou autre procédé mécanique, chimique, tamis moléculaire, ou autres filtres afin de réaliser un moteur dépolluant. L'emploi du terme «air » dans le présent texte s'entend « tout gaz non polluant ».

Pour un fonctionnement en mode air comprimé, la présente invention propose un autre procédé de fonctionnement de moteur à air comprimé dans lequel est monté un dispositif de contrôle de la course du piston provoquant l'arrêt de ce dernier à

son point mort haut. Le cylindre d'aspiration compression est isolé – soit par débrayage, soit rendu inopérant en maintenant ses soupapes ouvertes ou fermées – soit par sa suppression dans le cas où le moteur est prévu pour fonctionner seulement en mono-mode air comprimé. Le moteur fonctionne avec un cylindre de détente- échappement pourvu d'un orifice d'échappement et d'une chambre d'expansion indépendante jumelée. Lors de la course ascendante du piston de ladite chambre de détente-échappement, pendant le cycle d'échappement, l'orifice d'échappement est obturé afin de permettre qu'une partie des gaz détendus soient recomprimés à une température et une pression élevée dans la chambre d'expansion dans laquelle, durant l'arrêt du piston à son point mort haut est injectée une dose d'air comprimé additionnel provenant d'un réservoir de.stockage provoquant ainsi dans ladite chambre une augmentation de pression produisant un travail en repoussant le piston dans sa course descendante.

Le moteur fonctionne ainsi avec une détente (donc un temps moteur) à chaque tour de vilebrequin selon un cycle qui, bien que fondamentalement différent, pourrait être comparé à celui d'un moteur 2 temps dans la mesure où il y a une détente à chaque tour moteur

Préférentiellement, le procédé de fonctionnement de moteur selon l'invention comporte un système de récupération d'énergie thermique ambiante tel que décrit par l'auteur dans sa demande de brevet Nr FR 9700851, où l'air comprimé contenu dans le réservoir de stockage sous très haute pression, par exemple 200 bars, et à température ambiante, par exemple 20 degrés C, préalablement à son utilisation finale à une pression inférieure par exemple 30 bars, est détendu à une pression proche de celle nécessaire à son utilisation finale, dans un système à volume variable, par exemple un piston dans un cylindre, produisant un travail qui peut être récupéré et utilisé par tous moyens connus, mécanique, électrique, hydraulique ou autre. Cette détente avec travail a pour conséquence de refroidir à très basse température, par exemple moins 100° C, l'air comprimé détendu à une pression proche de celle d'utilisation. Cet air comprimé détendu à sa pression d'utilisation, et à très basse température est ensuite envoyé dans un échangeur avec l'air ambiant, va se réchauffer jusqu'à une température proche de la température ambiante, et va augmenter ainsi sa pression et/ou son volume, en récupérant de l'énergie thermique empruntée à l'atmosphère.

Encore préférentiellement le procédé de fonctionnement de moteur selon l'invention comporte un système de réchauffage thermique tel que décrit par l'auteur dans sa demande de Brevet FR 9800877, où il propose une solution qui permet d'augmenter la quantité d'énergie utilisable et disponible caractérisée par le fait que l'air comprimé, avant son introduction dans la chambre de combustion et/ou d'expansion, provenant du réservoir de stockage soit directement soit après son passage dans l'échangeur thermique air air et avant son introduction dans la chambre de combustion

est canalisé dans un réchauffeur thermique où il va augmenter encore de pression et/ou de volume avant son introduction dans la chambre de combustion et/ou d'expansion, augmentant encore ainsi considérablement les performances pouvant être réalisées par le moteur.

L'utilisation d'un réchauffeur thermique présente l'avantage de pouvoir obtenir des combustions continues propres qui peuvent être catalysées ou dépolluées par tous moyens connus dans le but d'obtenir des émissions de polluant infimes.

Un autre aspect suivant l'invention, propose un autre procédé qui permet de faire fonctionner le moteur en bi-énergie - fonctionnement air plus air comprimé additionnel en ville et fonctionnement air plus carburant convenionnel sur route – dans le cas ou la chambre d'aspiration compression a été supprimée. Le cycle d'ouverture et de fermeture de la soupape d'échappement qui s'ouvre à chaque tour moteur sur une partie de la course ascendante du piston varie en cours de fonctionnement pour s'ouvrir durant la course ascendante du piston tous les deux tours. Conjointement, le moteur est équipé d'une admission d'air et de carburant tel que essence, gazole ou autre permettant d'introduire une charge de mélange carburé qui est aspiré durant la course de descente du piston puis comprimé dans la chambre d'expansion qui devient alors une chambre de combustion, dans laquelle le mélange est brûlé puis détendu en produisant un travail en repoussant le piston et évacué ensuite à l'échappement selon le cycle classique d'un moteur à 4 temps.

Selon un autre aspect de l'invention, l'invention propose un procédé de fonctionnement tri-mode bi-énergie où le moteur fonctionne soit avec de l'air comprimé sans réchauffe par exemple en circulation urbaine avec une pollution zéro, soit avec de l'air comprimé réchauffé par une combustion externe dans un réchauffeur thermique alimenté par un carburant traditionnel par exemple en circulation suburbaine avec une pollution infime, soit en circulation routière, avec une combustion interne et avec une admission d'air et d'essence (ou tout autre carburant) permettant d'introduire une charge de mélange carburé qui est aspiré durant la course de descente du piston puis comprimé dans la chambre d'expansion qui devient ainsi une chambre de combustion, dans laquelle le mélange est brûlé puis détendu en produisant un travail et évacué à l'atmosphère selon le cycle classique d'un moteur à 4 temps.

Les trois modes de fonctionnement décrits ci-dessus air plus air comprimé additionnel, air plus air comprimé additionnel réchauffé par un brûleur, air plus carburant peuvent être utilisés séparément ou en combinaison, les modes d'ouverture et de fermeture des conduits tant d'échappement que d'admission, les méthodes et dispositifs de passage d'un mode à l'autre, sont commandés par des dispositifs électroniques, électromécaniques, mécaniques ou autres, les carburants ou les gaz employés peuvent varier, sans pour autant changer le principe de l'invention. De même que les soupapes

d'admission et d'échappement peuvent avantageusement être commandées par des sytèmes électriques, pneumatiques ou hydrauliques commandés par un calculateur électronique en fonction des paramètres d'utilisation.

D'autres buts, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description, à titre non limitatif, de plusieurs modes de réalisation, faite en regard des dessins annexés où :

- La figure 1 représente schématiquement vu en coupe transversale un mode de réalisation du moteur suivant l'invention où la chambre de détente-échappement est commandée par un système de contrôle de la course du piston et comporte une chambre de combustion jumelée

- La figure 2 représente ce même moteur après avoir introduit le mélange air carburant dans la chambre de combustion au moment de l'allumage

- La figure 3 représente ce même moteur en début de détente.

- La figure 4 représente ce même moteur en cours d'échappement et de compression.

- La figure 5 représente un autre mode de fonctionnement vu schématiquement en coupe transversale où une capacité tampon d'accumulation d'air comprimé est installée entre le compresseur et la chambre de combustion, lors de l'admission du mélange air-carburant comprimé dans la chambre de combustion.

- La figure 6 représente ce même moteur au moment de l'allumage

- La figure 7 représente ce même moteur en cours de détente.

- La figure 8 représente ce même moteur en fin d'échappement

- La figure 9 représente schématiquement, vu en coupe transversale, un moteur selon l'invention équipé d'un dispositif d'injection d'air additionnel pour un fonctionnement en bi-mode bi-énerge.

- La figure 10 représente ce même moteur à son point mort bas en début d'échappement

- La figure 11 représente schématiquement vu en coupe transversale un moteur à air comprimé selon l'invention représenté à son point mort haut

- La figure 12 représente ce moteur en cours d'échappement.

- La figure 13 représente ce moteur en cours de recompression.

- La figure 14 représente vue en coupe transversale ce moteur équipé d'un dispositif de récupération d'énergie thermique ambiante et d'un dispositif de réchauffage à combustion continue.

- La figure 15 représente vu en coupe transversale un moteur bi-énergie à combustion interne selon l'invention en cours d'aspiration

- La figure 16 représente ce moteur au moment de l'allumage

- La figure 17 représente ce moteur durant la détente.

- La figure 18 le représente en cours d'échappement.

- La figure 19 représente vu schématiquement en coupe longitudinale un moteur selon l'invention équipé pour fonctionner en bi-énergie tri-mode.

- Les figures 1 à 4 représentent un mode de réalisation du moteur suivant l'invention où les chambres d'aspiration et de compression et de détente et d'échappement sont commandées chacune par un système bielle manivelle et piston coulissant dans un cylindre, vu en coupe transversale où l'on peut voir la chambre de compression 1, la chambre de combustion à volume constant 2 dans laquelle est implantée une bougie d'allumage 3, jumelée avec la chambre de détente 4. La chambre de compression 1 est reliée à la chambre de combustion 2 par un conduit 5 dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par un volet étanche 6. La chambre de combustion 2 est jumelée avec la chambre de détente 4 et débouche sur cette dernière en sa partie supérieure

La chambre de compression est alimentée en air comprimé par un ensemble classique de compresseur à piston : un piston 9 coulissant dans un cylindre 10 commandé par une bielle 11 et un vilebrequin 12. Le mélange d'air-carburant frais est admis par un conduit d'admission 13 dont l'ouverture est commandée par une soupape 14.

La chambre de détente commande un ensemble de moteur à piston équipé d'un dispositif de contrôle de la course du piston dans lequel le piston 15 (représenté à son point mort haut), coulissant dans un cylindre 16, est commandé par un levier à pression. Le piston 15 est relié par son axe à l'extrémité libre 15A d'un levier à pression constitué d'un bras 17 articulé sur un axe commun 17A à un autre bras 17B fixé oscillant, sur un axe immobile 17C. Sur l'axe commun 17A aux deux bras 17 et 17B est attachée une bielle 17D de commande reliée au maneton 18A d'un vilebrequin 18 tournant sur son axe 18B. Lors de la rotation du vilebrequin la bielle de commande 17D exerce un effort sur l'axe commun 17A des deux bras 17 et 17B du levier à pression, permettant ainsi le déplacement du piston 15 suivant l'axe du cylindre 16, et transmet en retour au vilebrequin 18 les efforts exercés sur le piston 15 lors du temps moteur provoquant ainsi sa rotation. L'axe immobile 17C est positionné latéralement à l'axe de déplacement du piston 15 et détermine un angle A entre l'axe de déplacement du piston et l'axe d'alignement X'X des deux bras 17 et 17B lorsqu'ils sont alignés. Le vilebrequin est positionné latéralement à l'axe du cylindre et/ou du levier à pression et son positionnement détermine un angle B entre la bielle de commande 17D et l'axe d'alignement X'X des deux bras 17 et 17B lorsqu'ils sont alignés. En faisant varier les angles A et B ainsi que les longueurs des différentes bielles et bras on modifie les caractéristiques de la cinématique de l'ensemble pour obtenir une courbe de la course du piston 1 asymétrique et déterminer l'angle de rotation du vilebrequin durant lequel le

piston 15 est arrêté à son point mort haut. L'évacuation des gaz brûlés s'effectue à travers un conduit d'échappement 19 dont l'ouverture est commandée par une soupape 20

Le vilebrequin 18 entraîne à même vitesse le compresseur par une liaison 21 avec un décalage angulaire des points morts hauts du piston de détente et du piston du compresseur, ce dernier étant en retard d'un angle de rotation qui est choisi en fonction de la durée de combustion désirée. Le compresseur peut également être monté sur le même vilbrequin où le décalage angulaire des manetons permet de réaliser le décalage des points morts haut sans pour autant changer le principe du dispositif de l'invention qui est montré ici avec une liaison 21 favorisant la simplicité du dessin.

La figure 1 représente le moteur alors que le piston compresseur 9 est proche de son point mort haut et que le volet 6 vient de s'ouvrir pour permettre l'alimentation de la chambre de combustion à volume constant 2 en mélange air carburant frais alors que le piston 15 de la chambre de détente 4 est à son point mort haut et va le rester durant une certaine période de rotation du moteur par exemple 110°.

Poursuivant la rotation dans le sens des aiguilles d'une montre, figure 2, le piston compresseur 9 vient de franchir son point mort haut, et entame sa course descendante ; le volet 6 vient d'être fermé et obture le conduit 5, la soupape d'admission 14 s'ouvre pour permettre le renouvellement en mélange air-carburant frais du compresseur (admission). Dès la fermeture du volet 6 on provoque l'allumage par la bougie 3 et la combustion du mélange air-carburant dans la chambre jumelée au cylindre de détente échappement, à volume constant 2, alors que le piston de détente 15 reste à son point mort haut durant la période de combustion.

Les vilebrequins 12 et 18 poursuivent leurs rotations figure 3 - représenté environ 100° plus tard - le piston de détente 15 vient d'entamer sa course descendante et les gaz sous très haute pression contenus dans la chambre de combustion jumelée 2 se détendent dans la chambre de détente 4 repoussent le piston 15, et assurent ainsi le temps moteur, alors que le piston compresseur 9 est en train de terminer l'admission de mélange carburé frais et que la soupape d'admission 14 se referme.

La détente va se poursuivre sur environ 180 degrés de rotation du vilebrequin, figure 4, la soupape d'échappement 20 s'ouvre, et le piston 15 refoule les gaz brûlés et détendus dans le conduit d'échappement 19, alors que le piston compresseur 9 va comprimer le mélange air-carburant dans la chambre de compression 1 et que l'on va ouvrir le volet 6 pour admettre à nouveau le mélange air-carburant frais dans la chambre à volume constant 2 et recommencer le cycle (fig.1)

On constate aisément qu'à chaque tour de vilebrequin (moteur et compresseur) correspond une détente (ou temps moteur) et que le choix du décalage

entre le point mort haut du piston compresseur 9 et le point mort haut du piston de détente 15 ainsi que la durée de l'arrêt du piston de détente 15 dans sa position point mort haut détermine le temps de combustion du mélange dans la chambre de combustion à volume constant 2.

Par ailleurs, le volume de détente déplacé par le piston de détente 15 peut être plus grand que le volume déplacé par le compresseur 9. Cette différence pourra être déterminée en fonction des différences des courbes polytropiques de compression et de détente, dans le but d'obtenir en fin de détente la pression la plus faible possible gage d'un bon rendement et d'émissions sonores faibles.

Les figures 5 à 8, représentent vu schématiquement en coupe transversale un autre mode de réalisation de moteur suivant l'invention où l'on introduit entre le compresseur et la chambre de combustion à volume constant 2 une capacité tampon d'air comprimé 22, alimentée en air comprimé par tout moyen approprié à travers un conduit 22A, maintenue à pression sensiblement constante, et qui a pour effet d'éviter certains effets de pompages et les pertes de pression dues au volume mort de transfert et à la détente lors du remplissage de la chambre de combustion 2. Le conduit 5 dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par le volet 6 relie la capacité tampon d'air comprimée 22 à la chambre de combustion jumelée 2 avec la chambre de détente et d'échappement (2) et comporte un injecteur de carburant 24 destiné à réaliser le mélange air-carburant sensiblement avant son introduction dans la chambre de combustion 2. Un volet 25 également implanté dans ce conduit permet de régler la charge admise dans la chambre de combustion (accélérateur).

La figure 5 représente le moteur alors que l'on vient d'ouvrir le volet 6 pour admettre à travers le conduit 5 dans la chambre de combustion à volume constant 2 de l'air comprimé mélangé à du carburant pulvérisé par l'injecteur 24, alors que le piston de détente 15 est à son point mort haut après sa course ascendante durant laquelle il a repoussé à l'atmosphère par le conduit 19 (la soupape d'échappement 20 ayant été ouverte), les gaz brûlés et détendus du cycle précèdent.

Dès que le mélange a été introduit dans la chambre de combustion jumelée et indépendante 2, figure 6, on referme le volet 6, et la chambre de combustion indépendante 2 se trouve isolée, on provoque alors l'allumage par la bougie 3 et la combustion du mélange air-carburant dans la chambre de combustion à volume constant 2 alors que le piston de détente 15 reste à son point mort haut.

Le vilebrequin 18, poursuit sa rotation figure 7, le piston de détente 15 effectue sa course descendante et les gaz sous très haute pression contenus dans la chambre de combustion jumelée 2 se détendent dans la chambre de détente 4 repoussent le piston 15, et assurent ainsi le temps moteur.

La détente se poursuit sur environ 180 degrés de rotation du vilebrequin 18 jusqu'au point mort bas, puis la soupape d'échappement 20 s'ouvre et le piston 15, dans sa course ascendante, figure 8 , refoule les gaz brûlés et détendus dans le conduit d'échappement 19 jusqu'à son point mort haut. Dés lors, on ouvre le volet 6 pour admettre une nouvelle charge de mélange air-carburant frais dans la chambre à volume constant 2 et recommencer le cycle (fig.5)

On constate qu'avec l'introduction d'une capacité tampon d'air comprimé, le principe de fonctionnement du moteur reste le même. Toutefois le compresseur d'air devient totalement indépendant, n'a plus besoin d'être calé angulairement par rapport au vilebrequin moteur 18 et son choix de principe en est ainsi facilité par exemple des compresseurs rotatifs peuvent ainsi être utilisés. D'autre part, plus le volume de cette capacité sera grand, plus les effets de pompages et de pertes de pression dans le volume de transfert et à la détente lors du remplissage de la chambre de combustion seront atténués.

Les figures 9 et 10 représentent un moteur selon l'invention équipé, pour un fonctionnement bi-énergie bi-mode, d'un injecteur d'air additionnel 24A et d'un réservoir de stockage d'air comprimé très haute pression 23 permettant son fonctionnement dépollué en zone urbaine où le moteur fonctionne sans injection de carburant mais avec l'injection d'une dose d'air comprimé additionnel dans la chambre de combustion 2 (qui devient ainsi une chambre d'expansion) pour produire une augmentation de pression. Sur ces figures de moteur à combustion interne cyclique, la chambre de combustion jumelée 2 est alimentée par une capacité tampon d'air comprimé 22, elle-même alimentée en air comprimé par tout moyen approprié à travers un conduit 22A, maintenue à pression sensiblement constante, et qui a pour effet d'éviter certains effets de pompages et les pertes de pression dues au volume mort de transfert et à la détente lors du remplissage de la chambre de combustion 2. Le conduit 5 dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par le volet 6 relie la capacité tampon d'air comprimé 22 à la chambre de combustion 2 jumelée avec la chambre de détente et d'échappement 4 et comporte un injecteur de carburant 24 destiné à réaliser le mélange air-carburant sensiblement avant son introduction dans la chambre de combustion 2. Un volet 25 également implanté dans ce conduit permet de régler la charge admise dans la chambre de combustion (accélérateur).

Sur ces mêmes figures 9 et 10 le moteur est également équipé d'un dispositif de contrôle de la course du piston dans lequel le piston 15, coulissant dans un cylindre 16, est commandé par un levier à pression de fonctionnement et de description identique à celui décrit pour la figure 1.

En fonctionnement sur route avec un carburant traditionnel, le moteur fonctionne tel que décrit sur les figures 5 à 8.

En fonctionnement sous faible puissance, l'injecteur de carburant 24 n'est plus actionné et, lorsque, dans sa rotation, le moteur est au point mort haut du piston du cylindre de détente 16, figure 9, seul l'injecteur d'air additionnel 24A est actionné et introduit dans la chambre une dose d'air comprimé additionnel, provenant de la bouteille de stockage sous haute pression 23, détendue sous une pression légèrement supérieure à celle régnant dans la chambre de combustion 2 afin de permettre son transfert, cette masse d'air comprimé additionnel va s'échauffer au contact de l'air comprimé contenu dans la chambre, et le mélange de ces deux masses d'air produit une augmentation de pression sensible afin de produire un travail lors de la détente. La détente se poursuit sur environ 180 degrés de rotation du vilebrequin 18 jusqu'au point mort bas, puis la soupape d'échappement 20 s'ouvre et le piston 15, dans sa course ascendante, figure 10 , refoule les gaz détendus dans le conduit d'échappement 19 jusqu'à son point mort haut.

Les figures 11 à 13 montrent schématiquement vu en coupe transversale un moteur mono-énergie air selon l'invention équipé d'un dispositif de contrôle de la course du piston dans lequel le piston 15 (représenté sur la figure 11, à son point mort haut), coulissant dans un cylindre 16, est commandé par un levier à pression. Le piston 15 est relié par son axe à l'extrémité libre 15A d'un levier à pression constitué d'un bras 17 articulé sur un axe commun 17A à un autre bras 17B fixé oscillant. sur un axe immobile 17C. Sur l'axe commun 17A aux deux bras 17 et 17B est attachée une bielle 17D de commande reliée au maneton 18A d'un vilebrequin 18 tournant sur son axe 18B. Lors de la rotation du vilebrequin la bielle de commande 17D exerce un effort sur l'axe commun 17A des deux bras 17 et 17B du levier à pression, permettant ainsi le déplacement du piston 15 suivant l'axe du cylindre 16, et transmet en retour au vilebrequin 18A les efforts exercés sur le piston 15 lors du temps moteur provoquant ainsi sa rotation. L'axe immobile 17C est positionné latéralement à l'axe de déplacement du piston 15 et détermine un angle A entre l'axe de déplacement du piston et l'axe d'alignement X'X des deux bras 17 et 17B lorsqu'ils sont alignés. Le vilebrequin est positionné latéralement à l'axe du cylindre et/ou du levier à pression et son positionnement détermine un angle B entre la bielle de commande 17D et l'axe d'alignement X'X des deux bras 17 et 17B lorsqu'ils sont alignés. En faisant varier les angles A et B ainsi que les longueurs des différentes bielles et bras on modifie les caractéristiques de la cinématique de l'ensemble pour obtenir une courbe de la course du piston 15 asymétrique et déterminer l'angle de rotation du vilebrequin durant lequel le piston est arrêté à son point mort haut. Sur cet ensemble de piston bielles et manivelle est positionné une culasse 11 comportant d'une part un orifice d'échappement 19 dont l'ouverture et la fermeture sont assurées par une soupape d'échappement 20 et d'autre part une chambre d'expansion 2 qui venant d'être alimentée en air comprimé

additionnel par un injecteur 24A se trouve ainsi en pression, Figure 11. Lors de la rotation, l'air comprimé contenu dans la chambre d'expansion 2 se détend en repoussant le piston 15 jusqu'à son point mort bas effectuant ainsi le temps moteur, la soupape d'échappement 20 restant fermée durant cette phase. Sensiblement au point mort bas, la soupape d'échappement 20 s'ouvre et le piston 15 dans sa course ascendante, figure 12, repousse à l'atmosphère à travers le conduit d'échappement 19 une partie de l'air comprimé détendu au cycle précédent. Au cours de la course ascendante du piston 15 à un moment déterminé, par exemple à la moitié de ladite course, figure 13, la soupape d'échappement est refermée et le piston va recomprimer le solde des gaz restant dans le cylindre en créant dans la chambre d'expansion 14 une pression et une température élevée (boule chaude). Dès l'arrêt du piston à son point mort haut idem figure 11, l'injecteur 15 est alors actionné pour permettre l'injection d'une dose d'air comprimé additionnel provenant du réservoir de stockage haute pression 23 et créer dans la chambre d'expansion une augmentation de pression pour renouveler le cycle lors de la détente en produisant le travail moteur.

L'homme de l'art peut choisir le moment de la fermeture de l'échappement en fonction des paramètres désirés et choisis tels que la température et la pression finale en fin de compression sans changer pour cela le principe de l'invention.

La figure 14 montre un moteur selon l'invention équipé avec des sytèmes de récupération d'énergie thermique ambiante et de réchauffage. Le moteur est équipé d'un dispositif de récupération d'énergie thermique ambiante où la détente avec travail de l'air comprimé haute pression stocké dans le réservoir 23 est réalisé dans un ensemble bielle 53 et piston de travail 54 attelé directement à un vilebrequin 18C relié au vilebrequin moteur 18 par une transmission 21A. Ce piston 54 coulisse dans un cylindre borgne 55 et détermine une chambre de travail 35 dans laquelle débouche d'une part un conduit d'admission d'air haute pression 37 dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par une électrovanne 38, et d'autre part un conduit d'échappement 39 relié à un échangeur thermique air air ou radiateur 41 lui-même relié par un conduit 42 à une capacité tampon à pression finale d'utilisation quasi constante 43. Lors du fonctionnement lorsque le piston de travail 54 est à son point mort haut, l'électrovanne 38 est ouverte puis refermée afin d'admettre une charge d'air comprimé très haute pression qui va se détendre en repoussant le piston 54 jusqu'à son point mort bas, fournir un travail, et entraîner par l'intermédiaire de la bielle 53 le vilebrequin 18C et à travers la transmission 21A le vilebrequin moteur 18. Lors de la course de remontée du piston 54, l'électrovanne d'échappement 40 est alors ouverte et l'air comprimé sensiblement détendu à pression d'utilisation, et à très basse température contenu dans la chambre de travail est refoulé (selon le sens de la flèche F) dans l'échangeur air air ou radiateur 41. Cet air va ainsi se réchauffer jusqu'à une température proche de

l'ambiante et augmenter de volume en rejoignant la capacité tampon 43 en ayant récupéré une quantité d'énergie non négligeable dans l'atmosphère.

Entre l'échangeur air air 41 et la capacité tampon 43, sur le conduit 42 est également implanté un réchauffeur thermique 56, constitué de brûleurs 57 qui vont augmenter considérablement la température et donc la pression et/ou le volume de l'air comprimé en provenance (selon le sens des flèches F) de l'échangeur air air 41 lors de son passage dans le serpentin d'échange 58.

Les figures 15 à 18 représentent le moteur selon un autre aspect de l'invention vu schématiquement en coupe transversale modifié pour fonctionner selon l'invention suivant un principe bi-modes à deux types d'énergie, utilisant soit un carburant conventionnel tel essence ou gasoil sur route (fonctionnement mono-mode à air-carburant), soit, à basse vitesse, notamment en zone urbaine et suburbaine, une addition d'air comprimé dans la chambre de combustion, le piston 15, coulissant dans un cylindre 16, est commandé par un levier à pression de fonctionnement et de description identique à la figure 1.

Sur cet ensemble de piston bielles et manivelle est positionné une culasse 11 comportant d'une part un orifice d'échappement 19 dont l'ouverture et la fermeture sont assurées par une soupape d'échappement 20, la chambre de combustion jumelée 2 et d'autre part, un orifice d'admission 13A dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par une soupape 14A. Lorsque le moteur fonctionne en mode air plus air comprimé additionnel, la soupape d'admission 13A n'est pas commandée et reste en position fermée, le moteur fonctionne alors tel que décrit sur les figures 11 à 13, au-delà d'une certaine vitesse par exemple 60 km/h au passage en mode thermique avec un mélange air carburant le cycle d'ouverture et de fermeture de la soupape d'échappement 20 est modifié pour venir s'ouvrir durant la course ascendante du piston seulement tous les deux tours moteurs alors que la soupape d'admission 13A est commandée pour s'ouvrir également tous les deux tours durant la course descendante du piston 15, le moteur peut alors changer de mode et de cycle, lors de la course descendante du piston 15, figure 15, la soupape d'admission 13A est ouverte et le piston aspire un mélange d'air et d'essence délivré par l'injecteur 24, ce mélange est ensuite comprimé lors de la course ascendante du piston 15, figure 16, dans la chambre de combustion 2 où il est enflammé lors de l'allumage déclenché par la bougie 3, puis détendu en repoussant le piston 15 durant le temps moteur, figure 17 jusqu'au point mort bas où la soupape d'échappement 20 est ouverte et le mélange est ensuite évacué à l'atmosphère à travers le conduit d'échappement 19 lors de la remontée du piston 15, figure 18. Lorsque le piston est à son point mort haut, la soupape d'admission 13A s'ouvre pour recommencer un nouveau cycle (idem figure 15). Le moteur fonctionne ainsi suivant un cycle à quatre temps classique.

La figure 19 représente un ensemble de moteur bi-énergie tri mode selon l'invention pouvant fonctionner soit en air plus air comprimé additionnel sous de faibles charges, soit en air comprimé plus air comprimé additionnel réchauffé par un réchauffeur thermique, les deux modes ci-dessus selon un cycle à un temps moteur par tour, soit encore en thermique air plus carburant à combustion interne à un temps moteur tous les deux tours. Il est possible de voir dans cette figure tous les éléments compatibles avec un tel fonctionnement soit un piston 15 coulissant dans un cylindre 16 commandé par un levier à pression de fonctionnement et de description identiques à la figure 1.

Sur cet ensemble de piston bielles et manivelle est positionné une culasse 11 comportant d'une part un orifice d'échappement 19 dont l'ouverture et la fermeture sont assurées par une soupape d'échappement 20, la chambre de combustion jumelée 2 et d'autre part, un orifice d'admission 13A dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par une soupape 14A Le moteur est équipé d'un dispositif de récupération d'énergie thermique ambiante ou la détente, avec travail de l'air comprimé haute pression stocké dans le réservoir 23, est réalisée dans un ensemble bielle 53 et piston de travail 54 attelé directement à un vilebrequin 18C relié au vilebrequin moteur 18 par une transmission 21A. Ce piston 54 coulisse dans un cylindre borgne 55 et détermine une chambre de travail 35 dans laquelle débouche d'une part un conduit d'admission d'air haute pression 37 dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par une électrovanne 38, et d'autre part un conduit d'échappement 39 relié à l'échangeur thermique air air ou radiateur 41 lui-même relié par un conduit 42 à une capacité tampon à pression finale d'utilisation quasi constante 43. Lors du fonctionnement lorsque le piston de travail 54 est à son point mort haut, l'électrovanne 38 est ouverte puis refermée afin d'admettre une charge d'air comprimé très haute pression qui va se détendre en repoussant le piston 54 jusqu'à son point mort bas et entraîner par l'intermédiaire de la bielle 53 le vilebrequin 18C et à travers la transmission 21A le vilebrequin moteur 18. Lors de la course de remontée du piston 54, l'électrovanne d'échappement 40 est alors ouverte et l'air comprimé mais détendu et à très basse température contenu dans la chambre de travail est refoulé (selon le sens de la flèche F) dans l'échangeur air air ou radiateur 41. Cet air va ainsi se réchauffer jusqu'à une température proche de l'ambiante et augmenter de volume en rejoignant la capacité tampon 43 en ayant récupéré une quantité d'énergie non négligeable dans l'atmosphère.

Entre l'échangeur air air 41 et la capacité tampon 43, sur le conduit 42A est également implanté un réchauffeur thermique 56, constitué de brûleurs 57 qui vont augmenter considérablement la température et donc la pression et/ou le volume de l'air

comprimé en provenance (selon le sens des flèches F) de l'échangeur air air 41 lors de son passage dans le serpentin d'échange 58.

D'autre part dans cette culasse 11 a été également ménagé un orifice d'admission 13A dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par une soupape 14A. Lorsque le moteur fonctionne en mode air plus air comprimé additionnel, la soupape d'admission 13A n'est pas commandée et reste en position fermée, le moteur fonctionne alors tel que décrit sur les figures 11 à 13, le dispositif de récupération d'énergie thermique ambiante fonctionne préférentiellement avec ce mode. Au-delà d'une certaine vitesse par exemple 50 km/h le dispositif de réchauffage peut être mis en action par l'allumage des brûleurs 57 afin de permettre une augmentation des performances tout en restant en pollution très faible du fait de la combustion catalysée continue, et ensuite au-delà d'une vitesse plus rapide, par exemple 70 km/h, l'injecteur d'air comprimé additionnel 24A n'est plus actionné, le brûleur 57 est éteint et on effectue un passage en mode thermique –combustion interne- avec un mélange air carburant le cycle d'ouverture et de fermeture de la soupape d'échappement 20 est modifié pour venir s'ouvrir durant la course ascendante du piston seulement tous les deux tours moteur alors que la soupape d'admission 13A est commandée pour s'ouvrir également tous les deux tours durant la course descendante du piston 15. le moteur peut alors changer de cycle, lors de la course descendante du piston 15, figure 15 la soupape d'admission 13A est ouverte et le piston aspire un mélange d'air et d'essence ce mélange est ensuite comprimé lors de la course ascendante du piston 15 figure 16, dans la chambre de combustion 2 où il est enflammé lors de l'allumage déclenché par la bougie 3, puis détendu en repoussant le piston 15 durant le temps moteur figure 17 jusqu'au point mort bas où la soupape d'échappement 20 est ouverte et le mélange est ensuite évacué à l'atmosphère à travers le conduit d'échappement 19 lors de la remontée du piston 15 figure 18. La soupape d'admission s'ouvre ensuite pour recommencer un nouveau cycle idem figure 15. Le moteur fonctionne ainsi suivant un cycle à quatre temps classique.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisations décrits et représentés ; elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art, suivant les applications envisagées et sans que l'on ne s'écarte de l'esprit de l'invention.

REVENDICATIONS

1.- Procédé de fonctionnement de moteur à chambre d'aspiration-compression, à chambre de détente-échappement fonctionnant toutes deux à l'aide de pistons alternatifs et à chambre de combustion, les trois chambres étant séparées, caractérisé en ce qu'il est prévu, au moins sur la chambre de détente-échappement, un dispositif de contrôle de la course du piston de ladite chambre provoquant l'arrêt de ce dernier à son point mort haut, et en ce que la chambre de combustion est montée jumelée sans obturateur sur la partie haute du cylindre de détente-échappement, le piston séparant sensiblement la chambre de combustion de la chambre de détente-échappement à son point mort haut.

2.- Procédé de fonctionnement de moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le cycle de fonctionnement de la chambre aspiration-compression est décalé en retard par rapport au cycle de la chambre détente-échappement pour que le piston de cette dernière, arrivant à son point mort haut, se trouve en avance par rapport au point mort haut du piston de la chambre aspiration compression, et reste à son point mort haut pendant les opérations suivantes :

- la mise en communication de la chambre de combustion et de la chambre d'aspiration compression,
- le remplissage de ladite chambre de combustion avec le mélange air-carburant comprimé par le piston de la chambre d'aspiration-compression arrivant à son point mort haut,
- la fermeture de la communication entre la chambre de combustion et la chambre d'aspiration-compression,
- l'allumage et la combustion du mélange qui génère une augmentation de pression,

puis, dès le début de sa course descendante, produit un travail provoqué par l'augmentation de pression.

3.- Procédé de fonctionnement de moteur selon les revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le moteur fonctionne avec des mélanges hétérogènes à auto inflammation, dans lequel un injecteur de carburant est actionné pour provoquer la combustion dès que la chambre de combustion est isolée de la chambre d'aspiration –compression.

4.- Procédé de fonctionnement de moteur selon les revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la chambre de combustion est une portion de sphère jumelée à la chambre de détente et d'échappement.

5.- Procédé de fonctionnement de moteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'au moins l'une des chambres de combustion et de détente est revêtue d'une barrière thermique en matériaux isolants calorifuge.

6.- Procédé de fonctionnement de moteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que entre la chambre d'aspiration-compression des gaz frais, et la chambre de combustion indépendante jumelée, est implantée une capacité tampon des gaz alors comprimés pour éviter des effets de pompage ainsi que des pertes de pression dûs au volume mort de transfert entre les chambres, et à la détente partielle des gaz lors du remplissage de la chambre de combustion, un conduit de liaison et son système d'ouverture et de fermeture commandé se trouvant alors entre la capacité tampon et la chambre de combustion.

7.-Procédé de fonctionnement de moteur, selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, en utilisation bi-energie et bi-mode, caractérisé en ce que lors d'un fonctionnement à faible puissance, par exemple en circulation urbaine, la chambre d'aspiration-compression n'est plus alimentée en carburant, et en ce que l'on introduit dans la chambre de combustion, sensiblement après l'admission dans cette dernière d'air comprimé -sans carburant- provenant de la chambre d'aspiration-compression, une dose d'air comprimé additionnel provenant d'un réservoir externe où l'air est stocké sous haute pression initiale, par exemple 200 bars et à température ambiante, cette dose d'air comprimé additionnel à température ambiante venant au contact de la masse d'air à haute température contenue dans la chambre de combustion qui devient dans ce cas une chambre d'expansion, s'échauffer, se dilater et augmenter la pression régnant dans la chambre de combustion pour permettre de délivrer lors de la détente un travail moteur et en ce que lors d'un fonctionnement à puissance élevée, par exemple sur route, le moteur est alimenté en carburant et fonctionne selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

8.- Procédé de fonctionnement de moteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 en utilisation mono-énergie et mono-mode air plus air comprimé additionnel, caractérisé en ce que tous les éléments nécessaires à l'alimentation du moteur avec un carburant classique sont supprimés, et en ce que l'on introduit dans la chambre de combustion, sensiblement après l'admission dans cette dernière d'air comprimé -sans carburant- provenant de la chambre d'aspiration-compression, une dose d'air comprimé additionnel provenant d'un réservoir externe où l'air est stocké sous haute pression initiale, par exemple 200 bars et à température ambiante, cette dose d'air comprimé additionnel à température ambiante venant, au contact de la masse d'air à haute température contenue dans la chambre de combustion qui devient dans ce cas une chambre d'expansion, s'échauffer, se dilater et augmenter la pression régnant dans la chambre de combustion pour permettre de délivrer lors de la détente un travail moteur.

9.- Procédé de fonctionnement de moteur mono-mode à air comprimé, comportant une chambre de détente-échappement fonctionnant à l'aide d'un piston coulissant dans un cylindre, et pourvue d'un orifice d'échappement et d'une chambre d'expansion

indépendante jumelée, caractérisé en ce que la chambre de détente-échappement est équipée d'un dispositif de contrôle de la course du piston provoquant l'arrêt de ce dernier à son point mort haut, dans lequel le cylindre d'aspiration-compression à été supprimé et, en ce que, lors de la course ascendante du piston de la chambre détente-échappement, pendant le cycle d'échappement, l'orifice d'échappement est obturé pour permettre qu'une partie des gaz précédemment détendus soient recomprimés à une température et une pression élevée dans la chambre d'expansion dans laquelle, durant l'arrêt du piston à son point mort haut, est injectée une dose d'air comprimé additionnel provenant d'un réservoir de stockage, provoquant ainsi dans la chambre d'expansion une augmentation de pression qui produit un travail en repoussant le piston dans sa course descendante.

10.- Procédé de fonctionnement de moteur selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que, avant son introduction dans la chambre d'expansion, l'air comprimé contenu dans le réservoir de stockage haute pression est détendu avec un travail produisant un abaissement de sa température, puis, est envoyé dans un échangeur avec de l'air ambiant pour se réchauffer et augmenter ainsi sa pression et/ou son volume en récupérant de l'énergie thermique ambiante.

11.- Procédé de fonctionnement de moteur selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que, avant son introduction dans la chambre de d'expansion, l'air comprimé provenant du réservoir de stockage est canalisé, soit directement soit après son passage dans l'échangeur thermique air air, dans un réchauffeur thermique pour augmenter davantage sa pression et/ou son volume.

12.- Procédé de fonctionnement de moteur selon la revendication 9, en utilisation bi-énergie, caractérisé en ce que le cycle d'ouverture et de fermeture de la soupape d'échappement qui s'ouvre à chaque cycle moteur sur une partie de la course ascendante du piston varie en cours de fonctionnement pour s'ouvrir durant la course ascendante du piston tous les deux tours, et en ce que, le moteur est équipé d'une admission d'air et de carburant introduisant dans le cylindre une charge de mélange carburé qui est aspiré durant la course de descente du piston puis comprimé dans la chambre d'expansion jumelée, qui devient alors une chambre de combustion, dans laquelle le mélange est brûlé puis détendu en produisant un travail en repoussant le piston et refoulé ensuite à l'échappement selon le cycle classique d'un moteur à 4 temps.

13.- Procédé de fonctionnement de moteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, en utilisation tri-mode, caractérisé en ce que le moteur fonctionne soit avec de l'air comprimé sans réchauffage avec une pollution zéro, soit avec de l'air comprimé réchauffé par une combustion externe dans un réchauffeur thermique alimenté par un carburant traditionnel avec une pollution quasi nulle, soit avec une combustion interne

par admission d'air et de carburant permettant d'introduire une charge de mélange carburé dans la chambre d'expansion, dans laquelle le mélange est brûlé puis détendu en produisant un travail et refoulé à l'échappement selon le cycle classique d'un moteur à 4 temps réalisant ainsi un fonctionnement tri-mode.

14.- Procédé de fonctionnement de moteur en utilisation tri-mode selon la revendication 13 caractérisé en ce que les trois modes de fonctionnement décrit ci-dessus air plus air comprimé additionnel, air plus air comprimé additionnel réchauffé par un brûleur, air plus carburant peuvent être utilisés séparément ou en combinaison.

15.- Procédé de fonctionnement de moteur selon l'une quelconque des revendications 7 à 13 caractérisé en ce que l'air aspiré par le moteur est filtré et purifié à travers un ou plusieurs filtrages choisis parmi les procédés à charbon actif, les procédés mécaniques, chimiques, et tamis moléculaire afin de réaliser un moteur dépolluant.

16.- Dispositif de moteur pour la mise en œuvre du procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il comporte une chambre de combustion (2) qui est jumelée avec la chambre de détente (4) qui comporte elle-même un piston (15) commandé par un dispositif de contrôle de la course du piston, - provoquant l'arrêt du piston à son point mort haut durant une période de rotation angulaire pouvant aller jusqu'à 150 degrés, et constitué d'un levier à pression (17,17A,17B,17C) lui-même commandé par une bielle (17D) reliée au maneton (18A) d'un vilebrequin moteur (18) tournant sur son axe (18B) et entraînant, par un vilebrequin de compresseur (12) et une bielle (11), un piston d'aspiration compression (9) dans une chambre de compression (1) reliée à la chambre de combustion (2) par un conduit (5) dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par un volet étanche (6), et caractérisé en ce que le vilebrequin (12) de la chambre d'aspiration-compression est entraîné à travers une liaison mécanique (21) par le vilebrequin moteur (18) et calé en retard dans le cycle pour que le piston de détente échappement (15) arrive et reste à son point mort haut pendant :

- l'ouverture du volet (6),
- le remplissage de la chambre de combustion du mélange comprimé par le piston de compression (9) arrivant à son point mort haut,
- la fermeture du volet (6)
- l'allumage par la bougie (3)
- et la combustion qui va générer une augmentation de pression dans la chambre (2) et repousser le piston de détente (15) en produisant un travail dit temps moteur.

17.- Dispositif de moteur pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 3 caractérisé en ce qu'il comporte une chambre de combustion (2) qui est jumelée avec la chambre de détente (4) qui comporte un piston (15) commandé par un dispositif de

contrôle de la course du piston, - provoquant l'arrêt du piston à son point mort haut durant une longue période de rotation angulaire - constitué d'un levier à pression (17,17A,17B,17C) lui-même commandé par une bielle (17D) reliée au maneton (18A) d'un vilebrequin moteur (18) tournant sur son axe (18B) et entraînant, par un vilebrequin de compresseur (12) et une bielle (11) , un piston d'aspiration compression (9) dans une chambre de compression (1) reliée à la chambre de combustion (2) par un conduit (5) dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par un volet étanche (6), en ce que une capacité tampon (22) est disposée entre un compresseur qui est relié à cette dernière par un conduit (23), en ce qu'un papillon d'accélération (25) est interposé entre cette capacité tampon et le conduit (5) comportant un injecteur de carburant (24) et en ce que dès que le piston (15) arrive à son point mort haut, et durant son arrêt dans cette position, le volet (6) est ouvert et l'injecteur de carburant (24) est actionné pour introduire dans la chambre (2) une charge de mélange comprimé, puis le volet se referme et l'allumage est commandé par une bougie (3) pour provoquer la combustion qui va générer une augmentation de pression dans la chambre (2) et repousser le piston de détente (15) en produisant un travail dit temps moteur.

18.- Dispositif de moteur pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que la chambre de combustion (2) reçoit un injecteur d'air comprimé additionnel (24A) alimenté par un réservoir de stockage haute pression (23) qui injecte lors du fonctionnement aux faibles puissances, une dose d'air comprimé additionnel alors que l'injecteur de carburant (24) n'a pas été actionné, et provoque dans la chambre de combustion (2) une augmentation de pression qui produit un travail en se détendant durant la course descendante du piston.

19.- Dispositif de moteur pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que la chambre d'expansion (2) est jumelée avec la chambre de détente (4) qui comporte un piston (15) commandé par un dispositif de contrôle de la course du piston, - provoquant l'arrêt du piston à son point mort haut durant une longue période de rotation angulaire - constitué d'un levier à pression (17,17A,17B,17C) lui-même commandé par une bielle (17D) reliée au maneton (18A) d'un vilebrequin moteur (18) tournant sur son axe (18B), ladite chambre de combustion étant alimentée par un injecteur (24A) en air comprimé additionnel provenant d'un réservoir haute pression (23), et en ce que la soupape d'échappement (20) obturant le conduit d'échappement (19) est commandée pour s'ouvrir sensiblement du point mort bas du piston et se refermer pendant la course ascendante dudit piston (15) pour recomprimer dans la chambre d'expansion (2) le solde de gaz restant produisant une boule chaude d'air comprimé dans laquelle est injecté, dès l'arrêt du piston à son point mort haut une nouvelle dose d'air comprimé additionnel qui provoque l'augmentation de la pression

dans ladite chambre et produit un travail lors de la détente dès le début de la course descendante du piston (15).

20.- Dispositif de moteur pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 10 à 14, caractérisé en ce que entre le réservoir de stockage (23) et l'injecteur d'air comprimé additionnel (24A) est disposé un piston (54), attelé directement sur l'arbre moteur (18), et qui coulisse dans un cylindre borgne (55) formant une chambre de travail (35) dans laquelle débouche, d'une part, un conduit d'admission d'air haute pression (37) dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par une électrovanne (38), et, d'autre part, un conduit d'échappement (39) relié à l'échangeur thermique air air ou radiateur (41) lui-même relié par un conduit (42) à une capacité tampon à pression finale d'utilisation quasi constante (43) et en ce que l'air comprimé très haute pression se détend en repoussant le piston en produisant un travail avec un abaissement de la température puis est refoulé (F), vers l'échangeur air air (41) pour se réchauffer et augmenter de pression et/ou de volume.

21.- Dispositif de moteur pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 10 à 14, caractérisé en ce que entre le réservoir de stockage haute pression (23) et l'injecteur d'air comprimé additionnel (24A) est disposé un réchauffeur thermique (56), constitué de brûleurs (57) qui augmentent la température et donc la pression et/ou le volume de l'air comprimé en provenance (F) du réservoir haute pression (23), lors de son passage dans le serpentin d'échange (58).

22.- Dispositif de moteur selon la revendication 21, caractérisé en ce que l'air comprimé provenant du réservoir haute pression (23) traverse un échangeur air air selon la revendication 20.

23.- Dispositif de moteur pour la mise en œuvre du procédé selon les revendications 13 et 14, caractérisé en ce que le dispositif de contrôle de la course du piston, - provoquant l'arrêt du piston à son point mort haut durant une longue période de rotation angulaire - est constitué d'un levier à pression (17,17A,17B,17C) lui-même commandé par une bielle (17D) reliée au maneton (18A) d'un vilebrequin (18) tournant sur son axe (18B) coulisse dans un cylindre (16) coiffé d'une culasse (11) comportant une chambre de combustion jumelée (2) dans laquelle débouche d'une part un conduit d'admission comportant lui-même un injecteur de carburant (24) dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par une soupape (14A) et d'autre part un conduit d'échappement (19) dont l'ouverture et la fermeture sont commandées par une soupape (20) qui peut selon le mode de fonctionnement s'ouvrir soit tous les deux tours moteurs pendant la course ascendante du piston soit tous les tours durant une partie seulement de la course ascendante du piston, ainsi qu'une bougie d'allumage (3) et un injecteur d'air comprimé additionnel (24A) alimenté en air comprimé par un réservoir de stockage d'air comprimé haute pression (23) , cet ensemble permettant de faire fonctionner le moteur selon deux

modes soit alimenté en air comprimé additionnel pour de faibles puissances, soit alimenté en charge carburée avec un carburant traditionnel pour des puissances plus élevées.

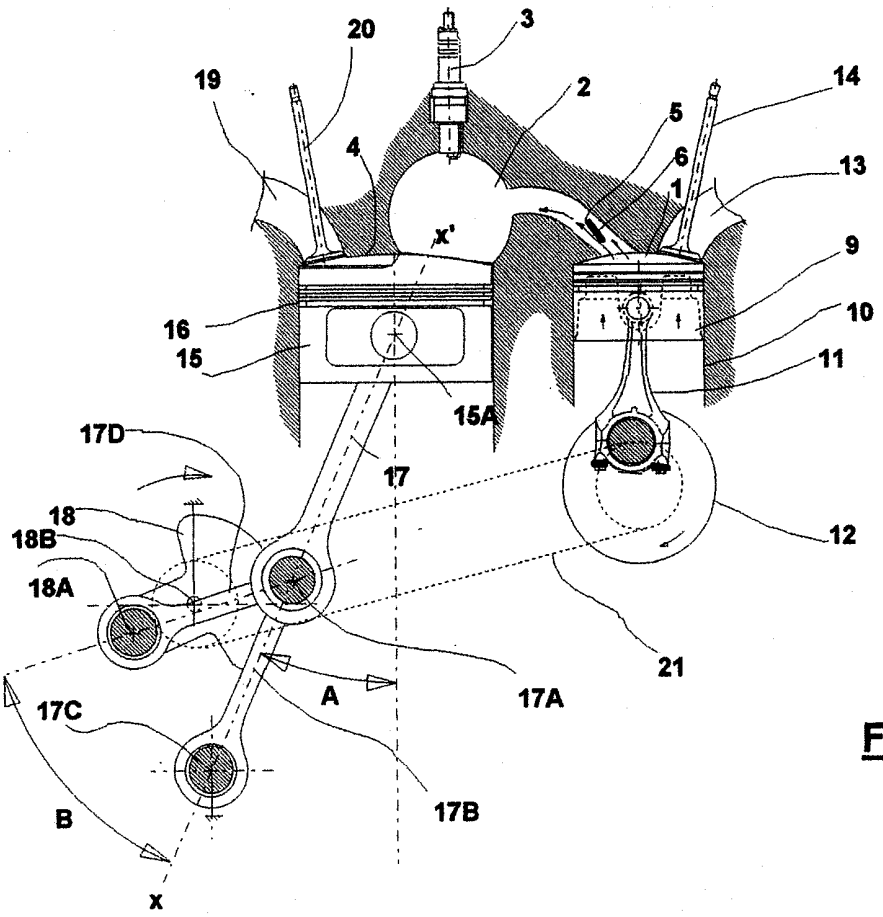

20
3
19
2
14
5
4
6
13
1
x'
9
16
10
15
11
15A
17D
17
18
12
18B
18A
21
17A
A
17C
17B
B
x

FIG. 1

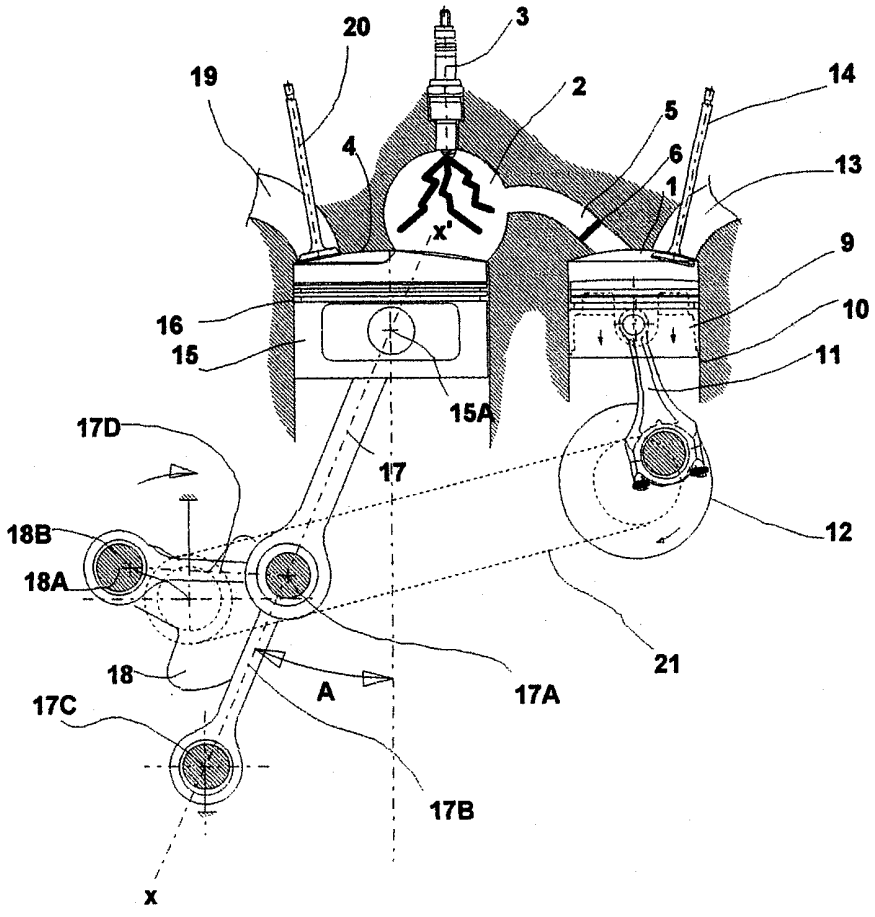

20
3
19
2
14
5
4
6
13
1
x'
9
16
10
15
11
15A
17D
17
12
18B
18A
21
18
17A
A
17C
17B
x

FIG. 2

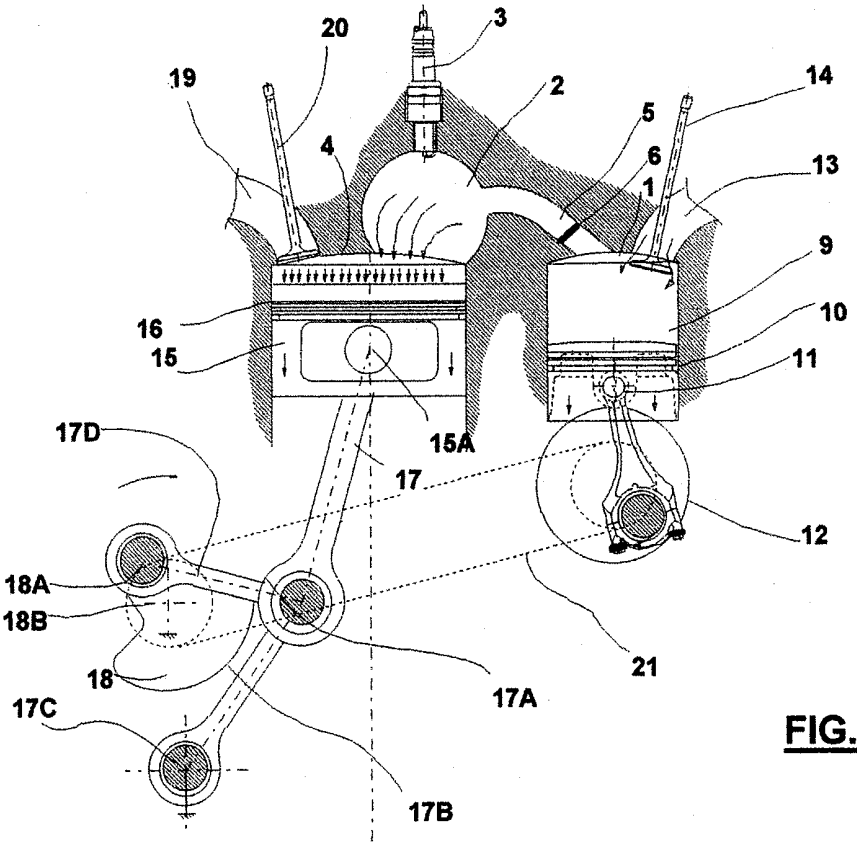

20
3
19
2
14
5
4
6
13
1
9
16
10
15
11
17D
15A
17
12
18A
18B
21
18
17A
17C
17B

FIG. 3

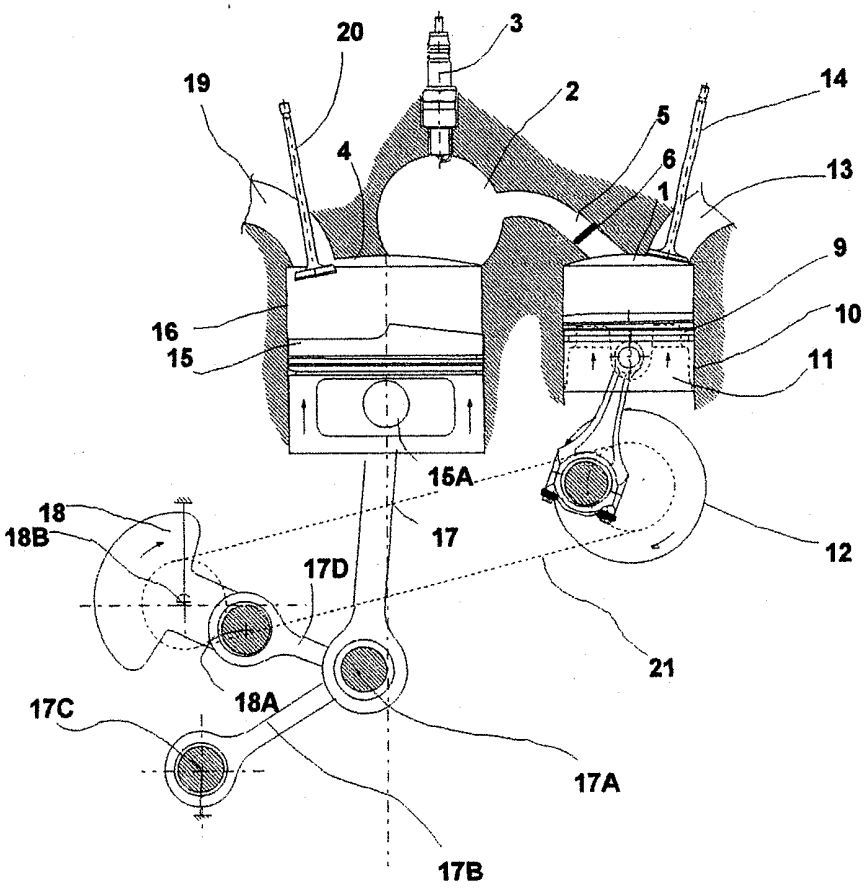

20
3
19
2
14
5
4
6
13
1
9
16
10
15
11
15A
18
17
18B
12
17D
21
18A
17C
17A
17B

FIG. 4

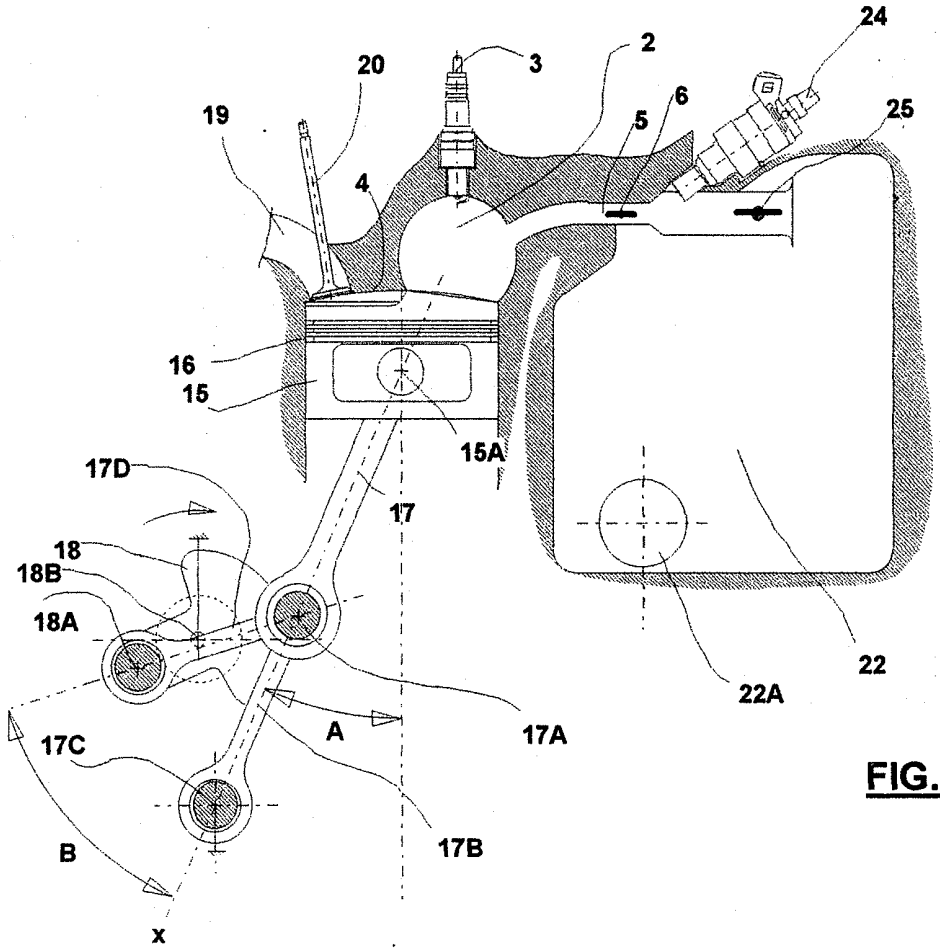

24
3
2
20
19
6
5
25
4
16
15
15A
17D
17
18
18B
18A
22
22A
17A
A
17C
17B
B
x

FIG. 5

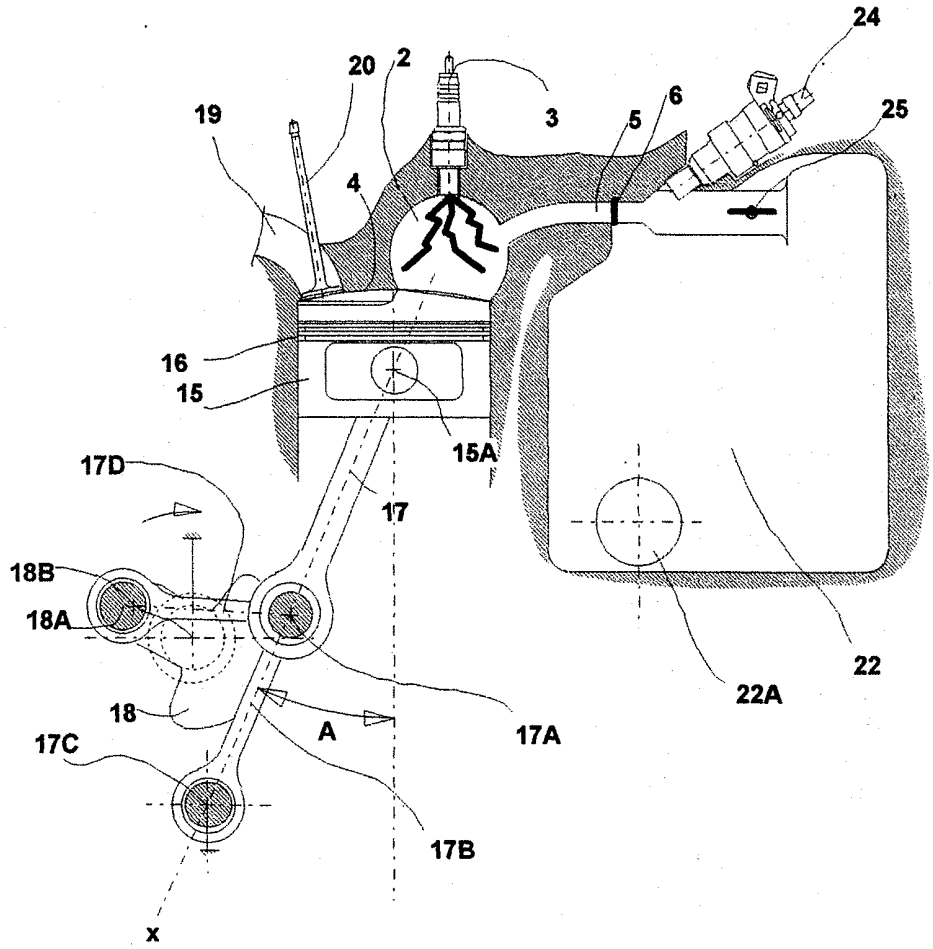

24
20
2
19
3
6
5
25
4
16
15
15A
17D
17
18B
18A
22
22A
18
A
17A
17C
17B
x

FIG. 6

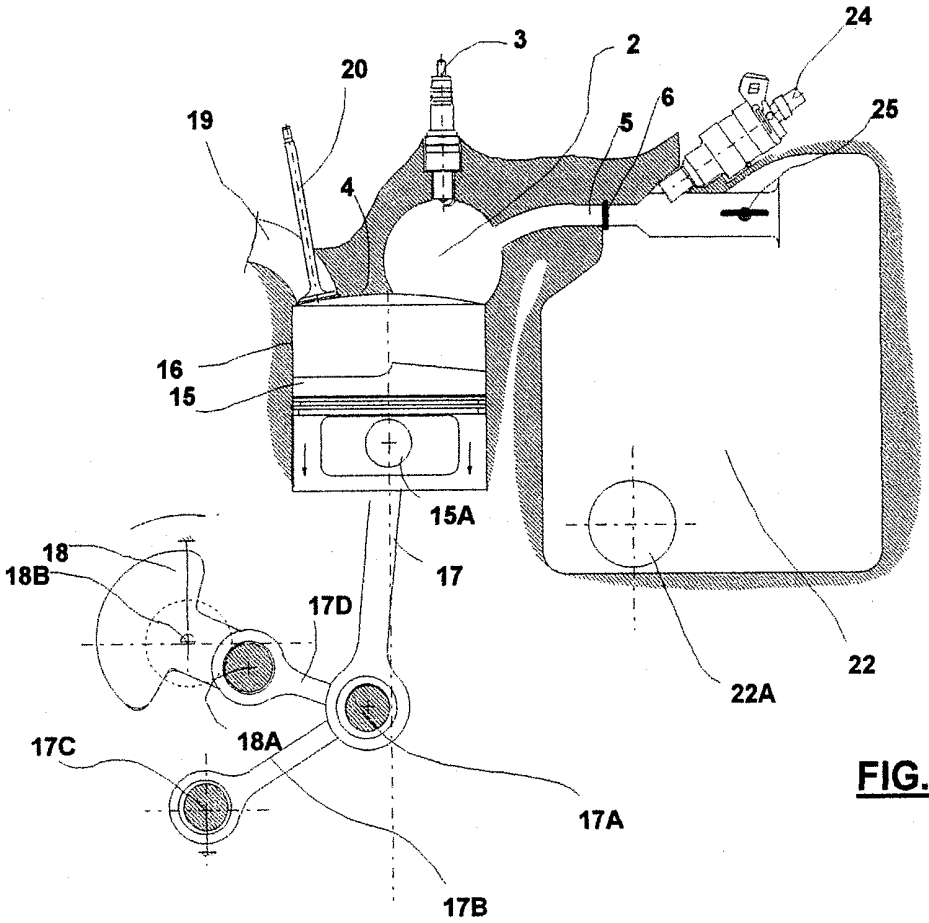

3
2
24
20
6
19
5
25
4
16
15
15A
18
18B
17
17D
22
22A
17C
18A
17A
17B

FIG. 7

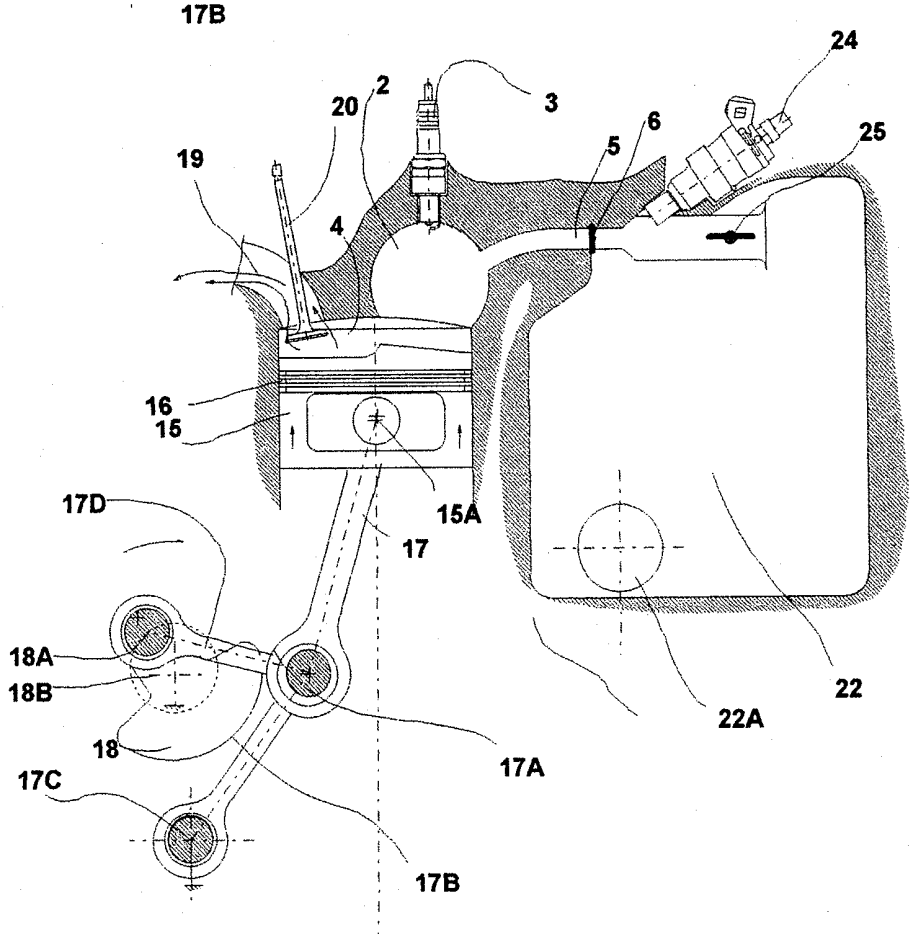

24
2
3
20
6
5
25
19
4
16
15
15A
17D
17
18A
18B
22
22A
18
17A
17C
17B

FIG. 8

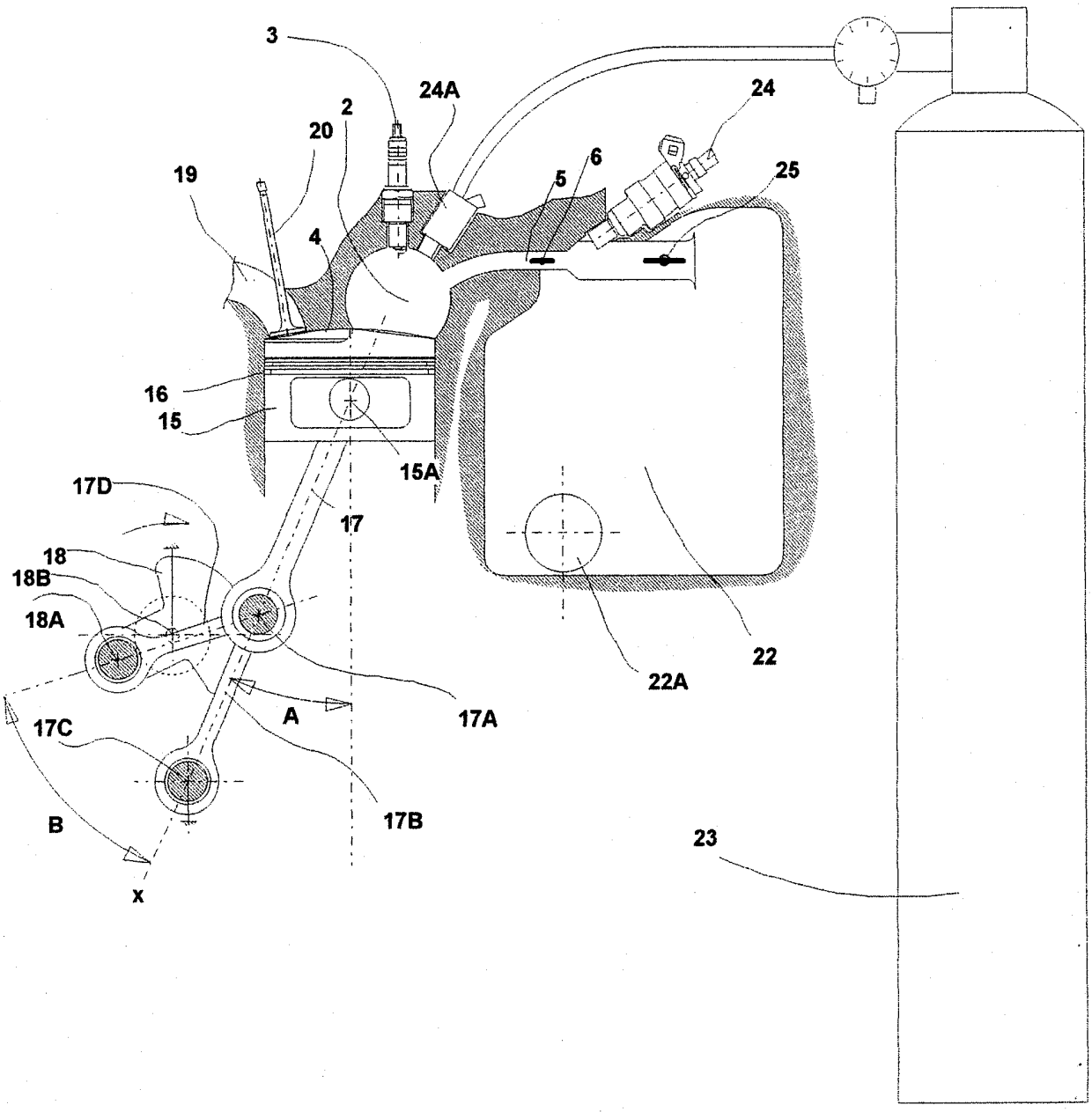

3
24A
2
20
24
19
6
5
25
4
16
15
15A
17D
17
18
18B
18A
22
22A
17A
A
17C
17B
B
23
x

FIG. 9

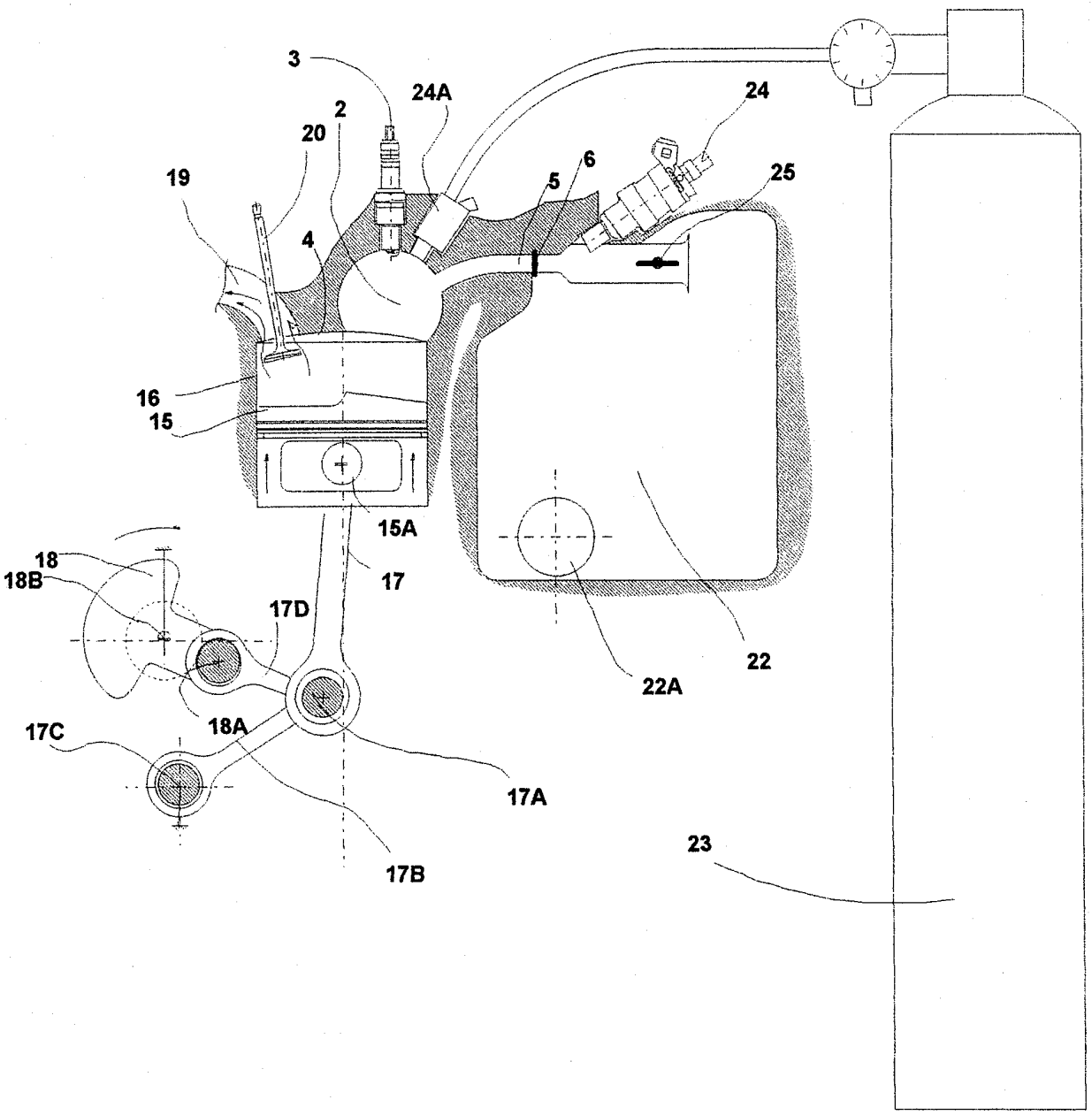

3
24A
2
20
24
19
6
5
25
4
16
15
15A
18
18B
17
17D
22
22A
18A
17C
17A
23
17B

FIG. 10

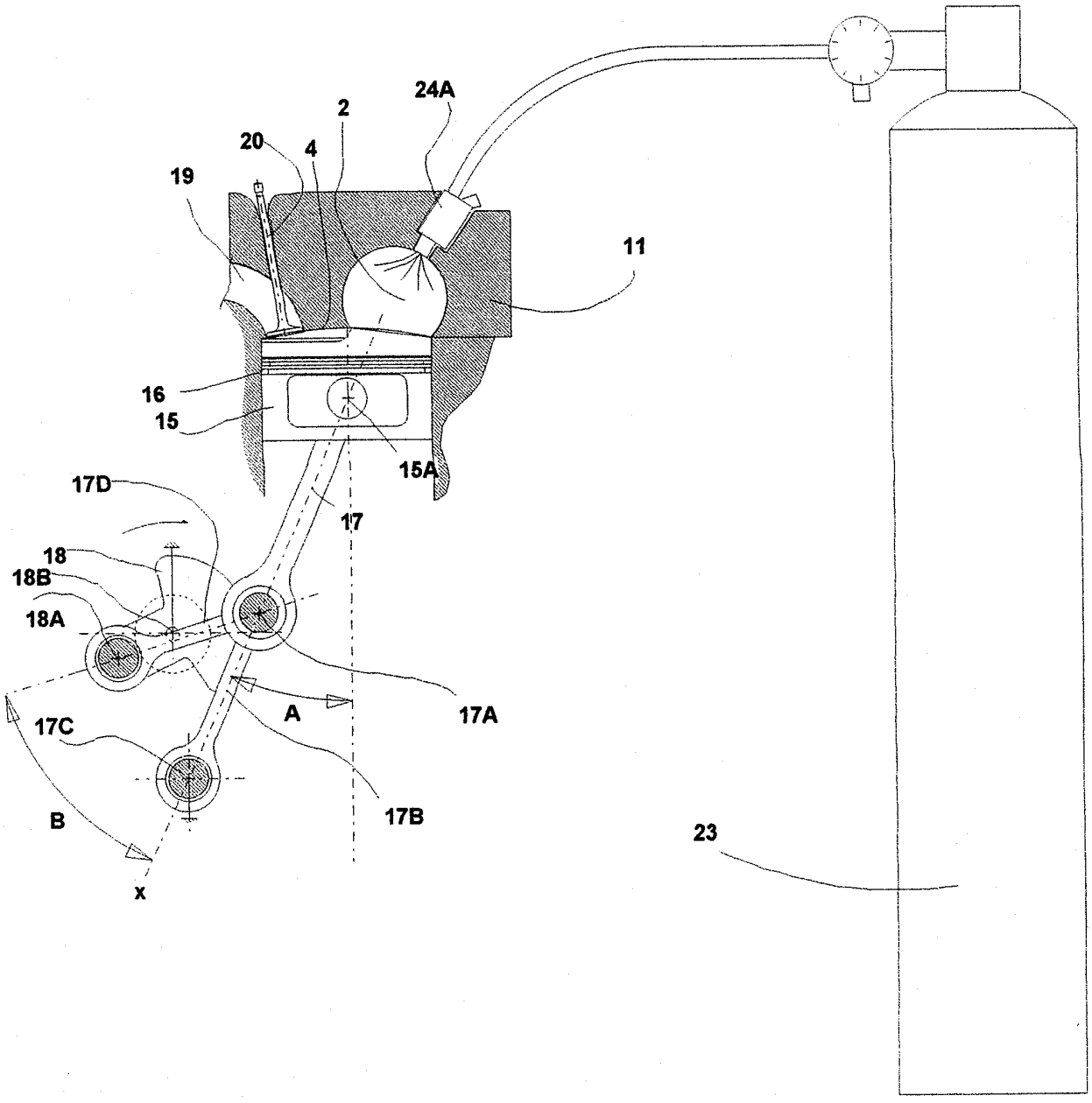


FIG. 11

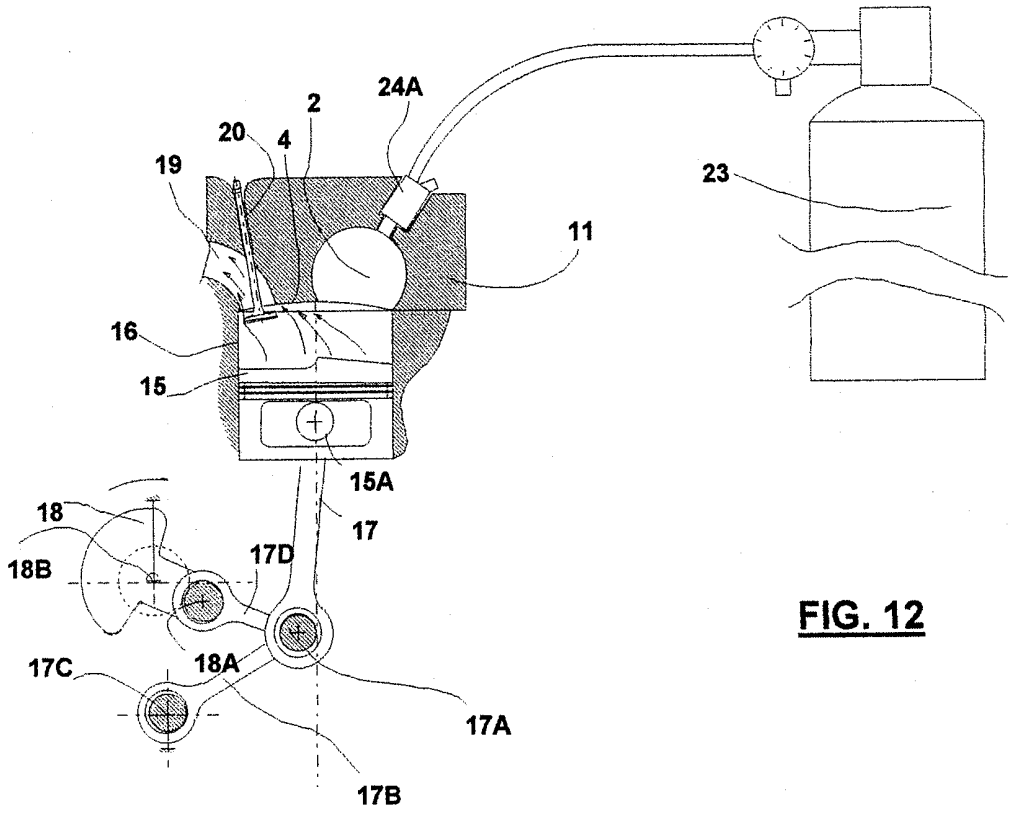

24A
2
20
4
19
23
11
16
15
15A
18
17
17D
18B
17C
18A
17A
17B

FIG. 12

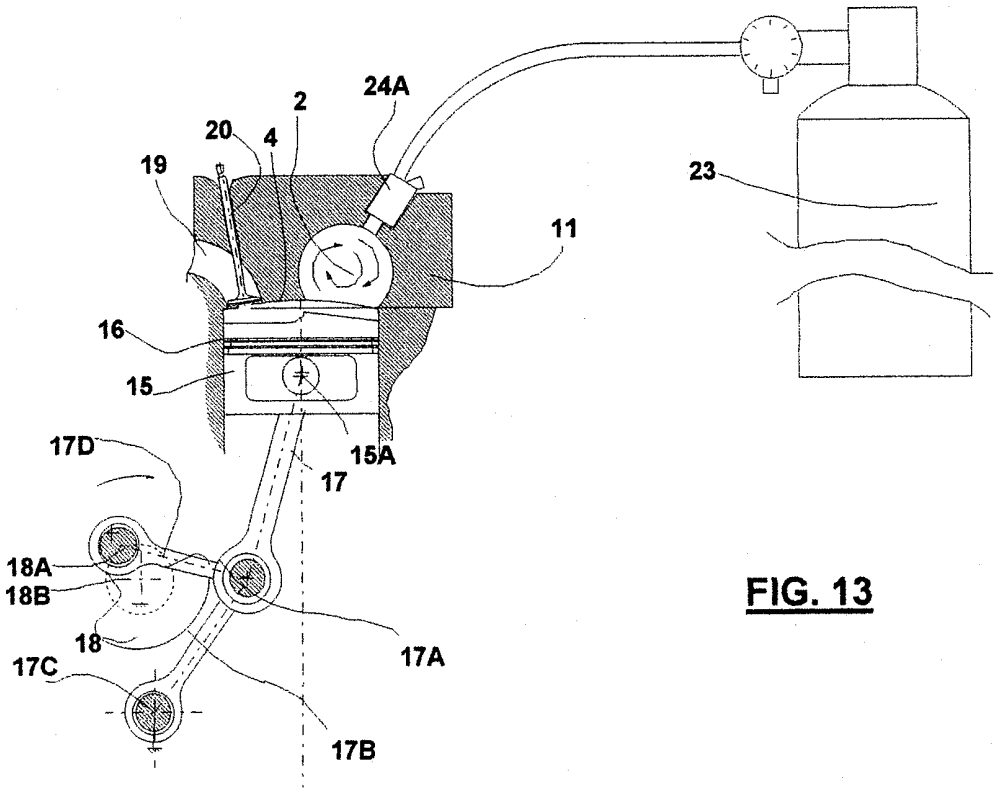

24A
2
20
4
19
23
11
16
15
15A
17D
17
18A
18B
18
17A
17C
17B

FIG. 13

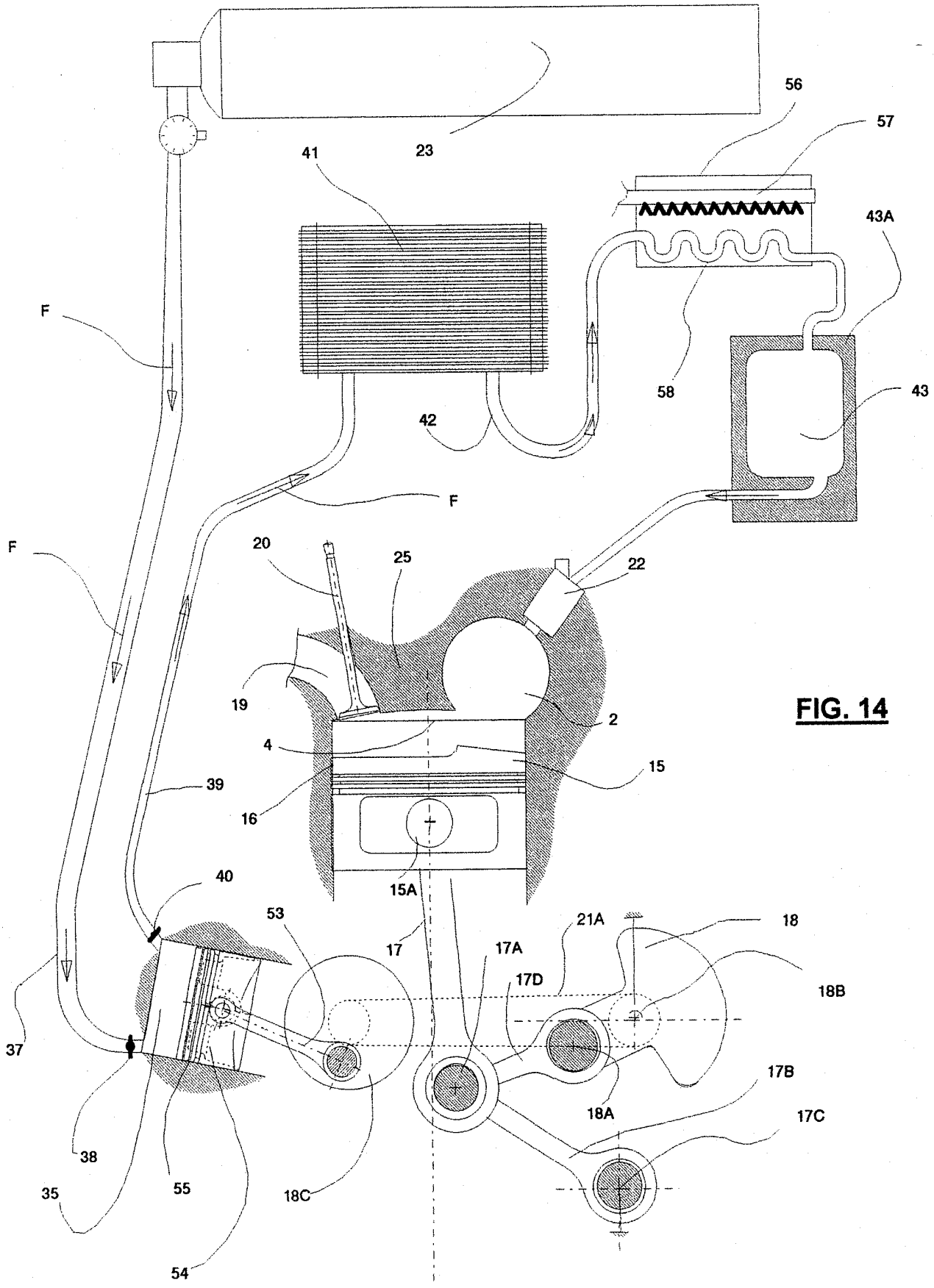

56
57
23
41
43A
F
58
43
42
F
F
20
25
22
19
2
4
15
39
16
40
15A
53
17
21A
18
17A
17D
18B
37
17B
18A
17C
38
55
18C
35
54

FIG. 14

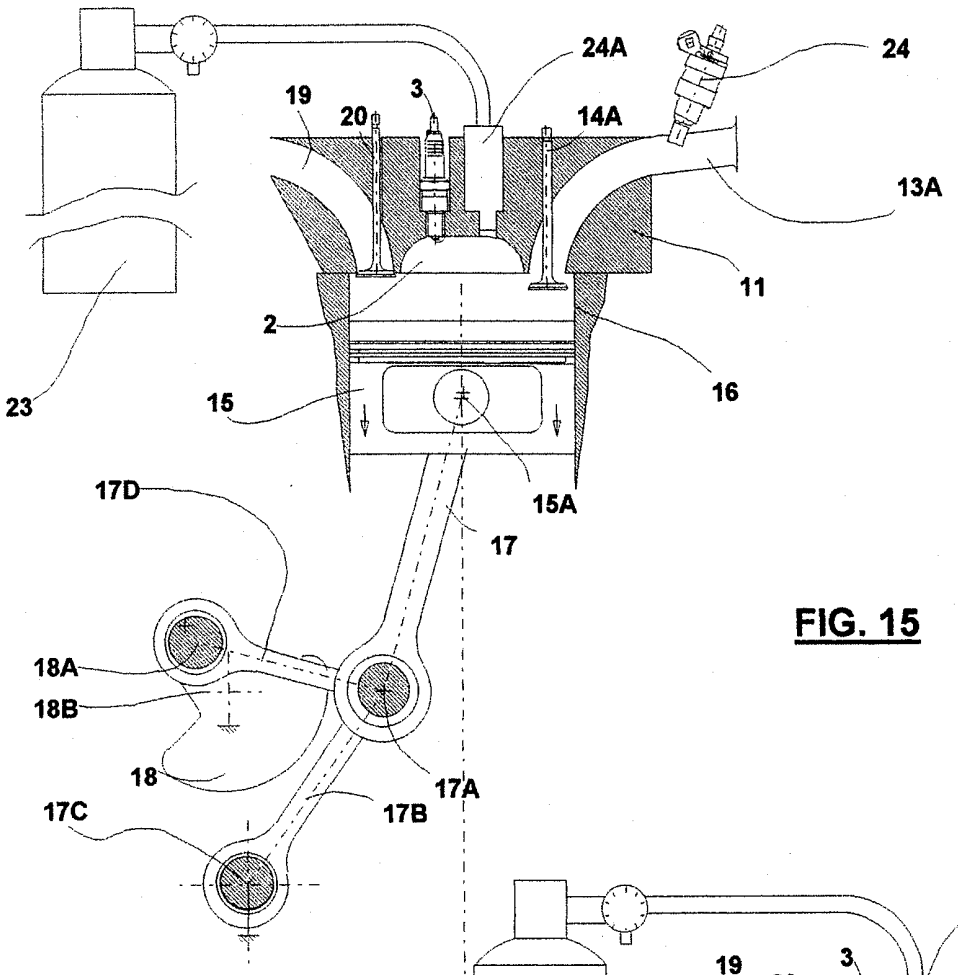

24A
24
19
3
20
14A
13A
11
2
16
23
15
15A
17D
17
18A
18B
18
17A
17C
17B

FIG. 15

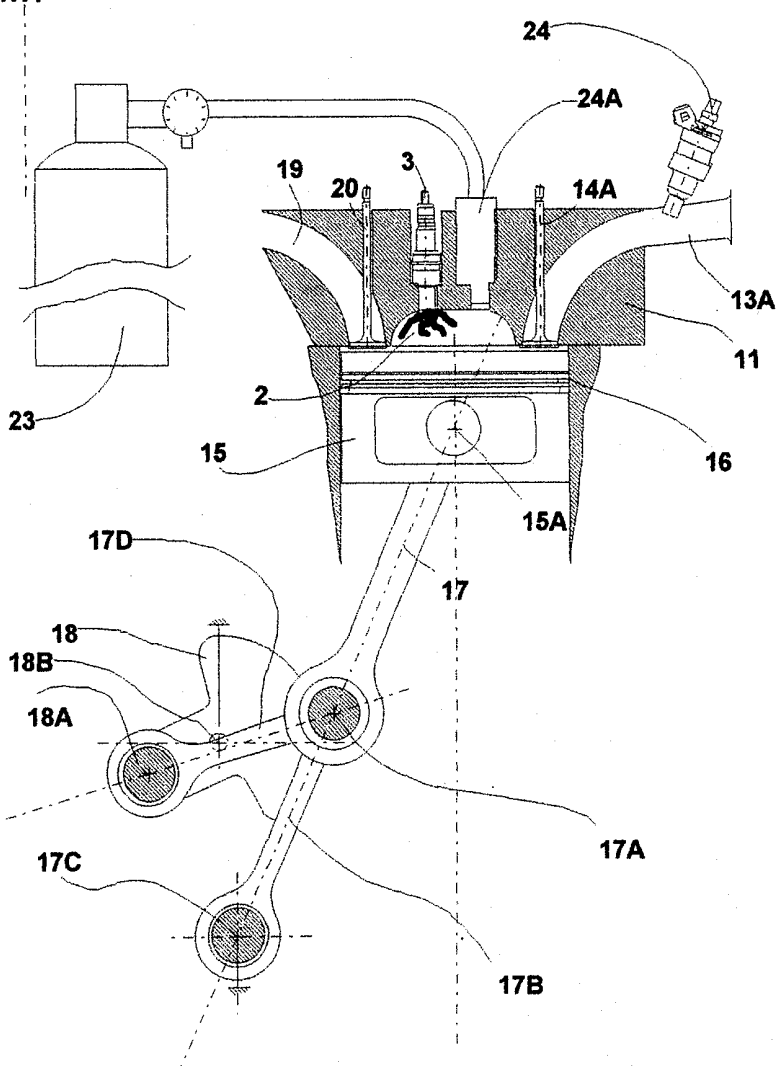

24
24A
19
3
20
14A
13A
11
2
16
23
15
15A
17D
17
18
18B
18A
17A
17C
17B

FIG. 16

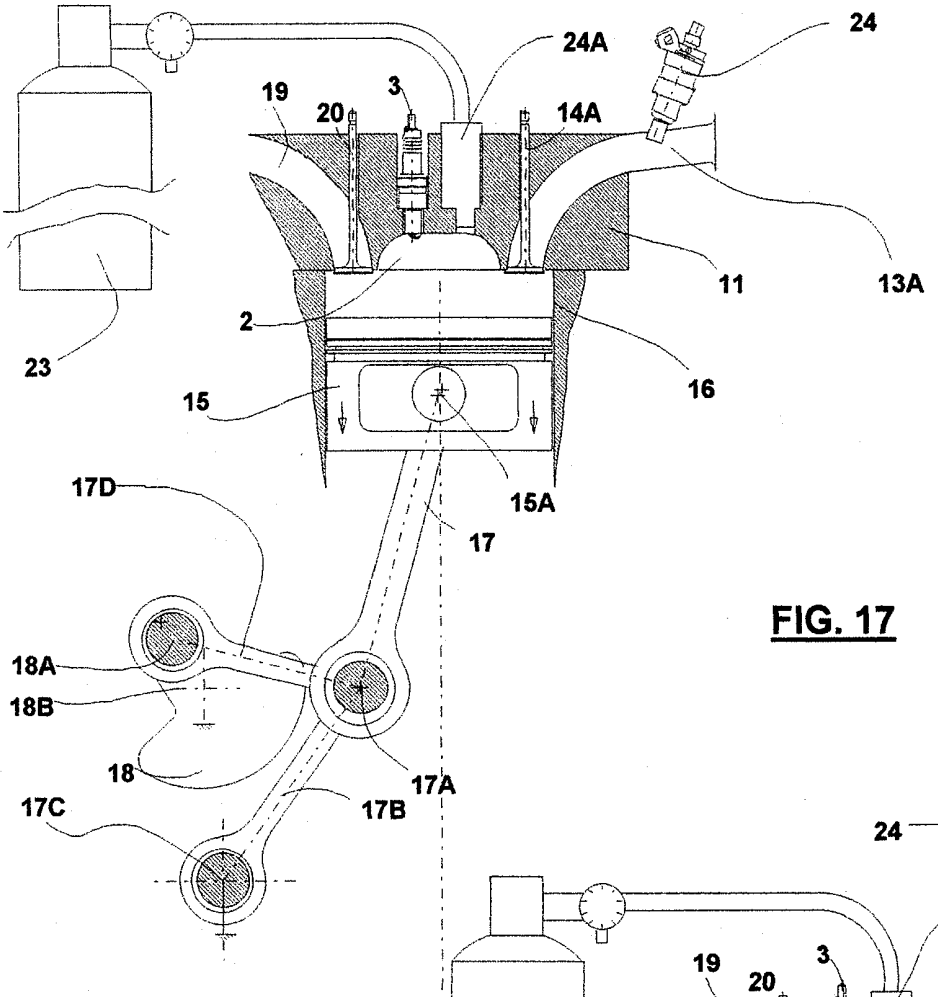

24
24A
19
20
3
14A
13A
11
2
23
16
15
15A
17D
17
18A
18B
18
17A
17C
17B

FIG. 17

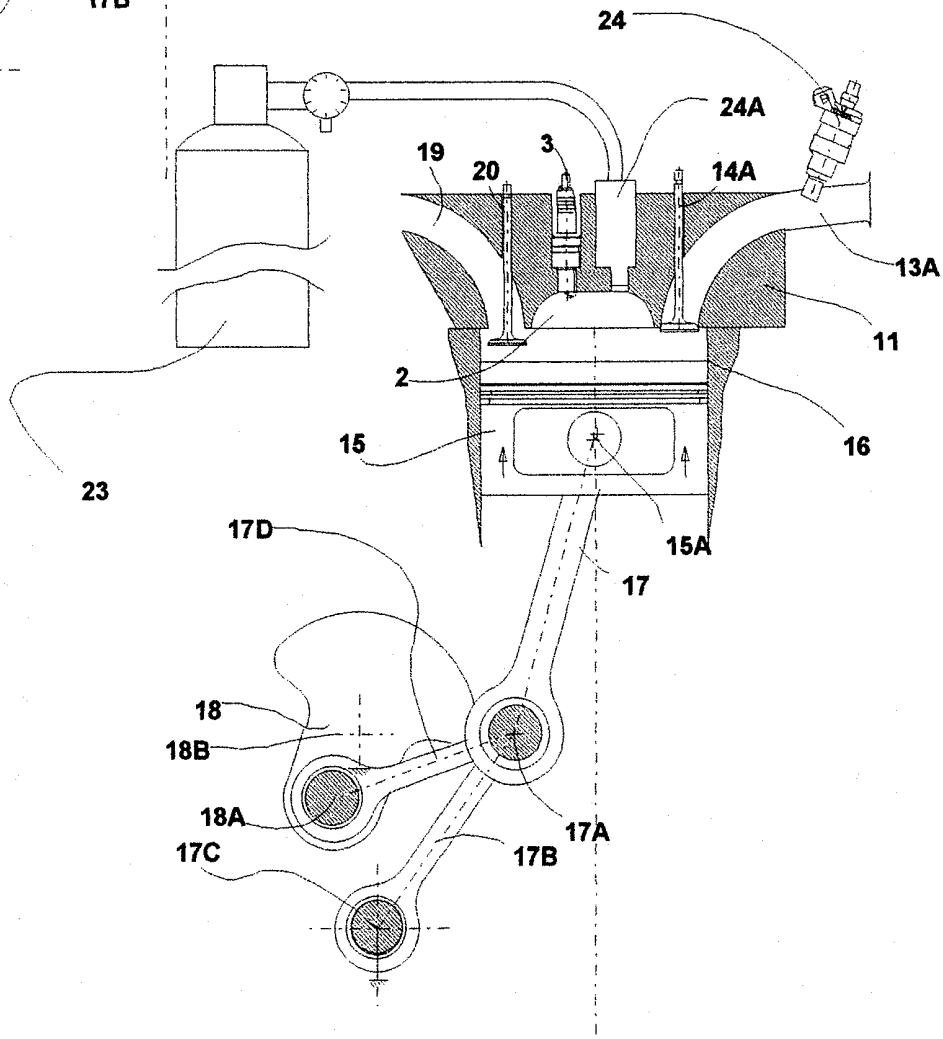

24
24A
19
20
3
14A
13A
11
2
16
15
23
15A
17D
17
18
18B
18A
17A
17C
17B

FIG. 18

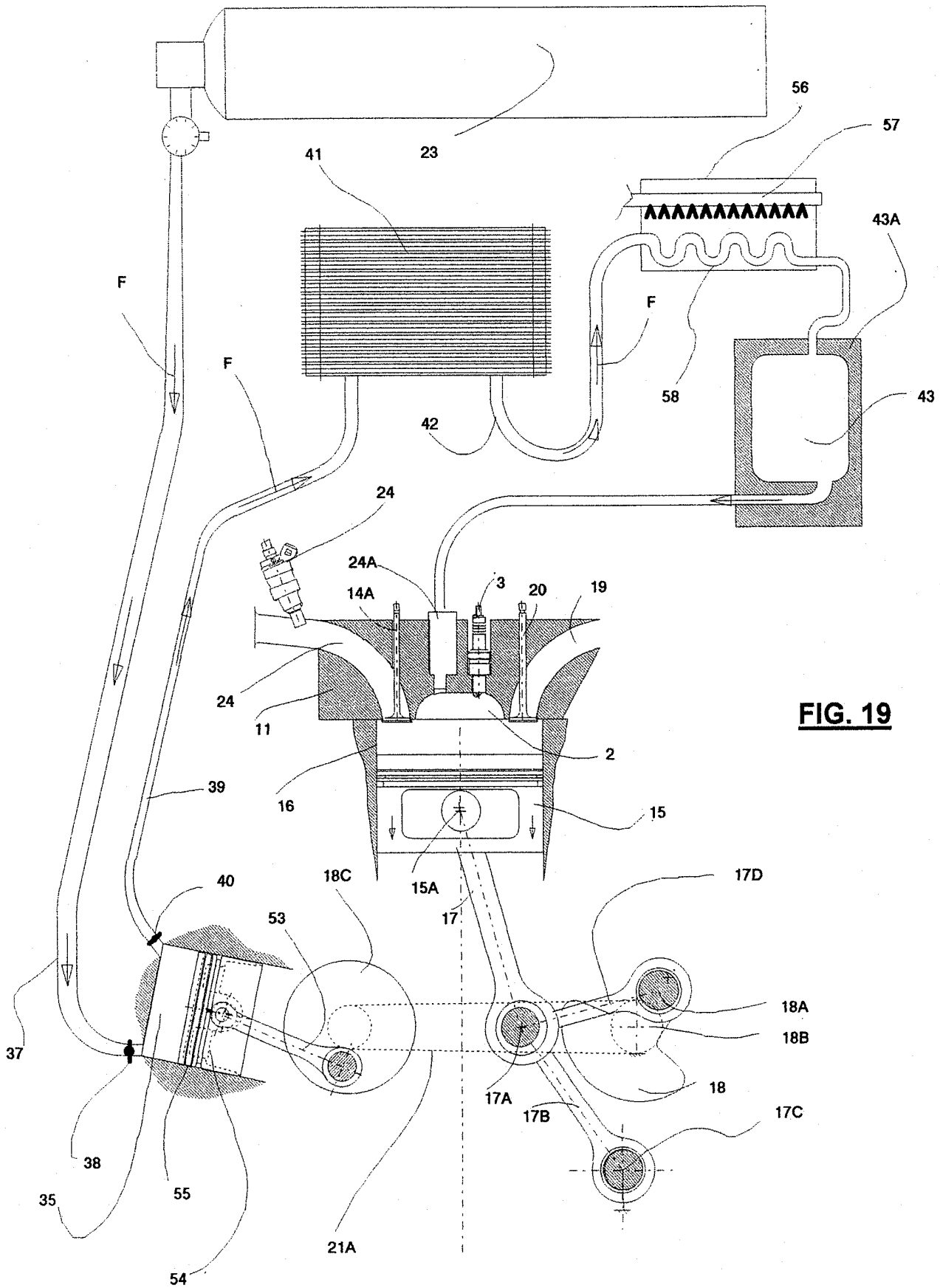

56
57
23
41
43A
F
F
F
58
43
42
24
24A
14A
3
20
19
24
11
2
39
16
15
40
18C
15A
17
17D
53
18A
18B
37
18
17A
17B
17C
38
35
55
21A
54

FIG. 19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In' tional Application No
PCT/FR 99/01288

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 F02B19/04 F02B75/32 F02B75/02

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 F02B

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 581 702 A (BRUEY RAYMOND) 14 November 1986 (1986-11-14) the whole document ---	1
A	FR 390 489 A (WHITE) page 3, column 1, line 25 -page 4, column 2, line 85; figures ---	1
A	WO 97 39232 A (NEGRE GUY ;NEGRE CYRIL (FR)) 23 October 1997 (1997-10-23) cited in the application the whole document ---	1-5
A	DE 195 15 325 A (HILL JUERGEN PETER ;SCHOENMETZLER FRANZ DR (DE)) 24 October 1996 (1996-10-24) the whole document ---	1

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
28 September 1999	04/10/1999

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Wassenaar, G

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int tional Application No
PCT/FR 99/01288

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 97 38213 A (OUTBOARD MARINE CORP) 16 October 1997 (1997-10-16) abstract; figures	1
A	FR 2 601 071 A (RENAULT) 8 January 1988 (1988-01-08) the whole document	1
A	FR 2 416 344 A (KOVACS ANDRE) 31 August 1979 (1979-08-31) cited in the application the whole document	1
A	FR 2 319 769 A (FERRARO RAUL) 25 February 1977 (1977-02-25) cited in the application the whole document	1
A	WO 96 27737 A (NEGRE GUY ;NEGRE CYRIL (FR)) 12 September 1996 (1996-09-12) the whole document	1
A	FR 2 731 472 A (NEGRE GUY) 13 September 1996 (1996-09-13) the whole document	1

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int'ional Application No
PCT/FR 99/01288

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2581702 A	14-11-1986	NONE	
FR 390489 A		NONE	
WO 9739232 A	23-10-1997	FR 2748776 A	21-11-1997
		AU 2642097 A	07-11-1997
		CA 2250998 A	23-10-1997
		CN 1219216 A	09-06-1999
		CZ 9803288 A	17-02-1999
		DE 19781700 T	12-05-1999
		GB 2327103 A	13-01-1999
		PL 329333 A	29-03-1999
		SE 9803515 A	15-10-1998
DE 19515325 A	24-10-1996	NONE	
WO 9738213 A	16-10-1997	US 5794584 A	18-08-1998
		AU 699698 B	10-12-1998
		AU 2801397 A	29-10-1997
		CA 2250877 A	16-10-1997
		CN 1219995 A	16-06-1999
		EP 0891475 A	20-01-1999
FR 2601071 A	08-01-1988	NONE	
FR 2416344 A	31-08-1979	NONE	
FR 2319769 A	25-02-1977	NONE	
WO 9627737 A	12-09-1996	FR 2731472 A	13-09-1996
		AT 181588 T	15-07-1999
		AU 692073 B	28-05-1998
		AU 4947796 A	23-09-1996
		CA 2213993 A	12-09-1996
		CZ 9702817 A	15-04-1998
		DE 69603017 D	29-07-1999
		EP 0815356 A	07-01-1998
		JP 11502003 T	16-02-1999
		PL 322112 A	05-01-1998
FR 2731472 A	13-09-1996	AT 181588 T	15-07-1999
		AU 692073 B	28-05-1998
		AU 4947796 A	23-09-1996
		CA 2213993 A	12-09-1996
		CZ 9702817 A	15-04-1998
		DE 69603017 D	29-07-1999
		EP 0815356 A	07-01-1998
		WO 9627737 A	12-09-1996
		JP 11502003 T	16-02-1999
		PL 322112 A	05-01-1998

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De de internationale No
PCT/FR 99/01288

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 F02B19/04 F02B75/32 F02B75/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 6 F02B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 581 702 A (BRUEY RAYMOND) 14 novembre 1986 (1986-11-14) le document en entier	1
A	FR 390 489 A (WHITE) page 3, colonne 1, ligne 25 -page 4, colonne 2, ligne 85; figures	1
A	WO 97 39232 A (NEGRE GUY ;NEGRE CYRIL (FR)) 23 octobre 1997 (1997-10-23) cité dans la demande le document en entier	1-5
A	DE 195 15 325 A (HILL JUERGEN PETER ;SCHOENMETZLER FRANZ DR (DE)) 24 octobre 1996 (1996-10-24) le document en entier	1

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
28 septembre 1999	04/10/1999

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Wassenaar, G

1

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (juillet 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De de Internationale No
PCT/FR 99/01288

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec,le cas échéant, l'indicationdes passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 97 38213 A (OUTBOARD MARINE CORP) 16 octobre 1997 (1997-10-16) abrégé; figures	1
A	FR 2 601 071 A (RENAULT) 8 janvier 1988 (1988-01-08) le document en entier	1
A	FR 2 416 344 A (KOVACS ANDRE) 31 août 1979 (1979-08-31) cité dans la demande le document en entier	1
A	FR 2 319 769 A (FERRARO RAUL) 25 février 1977 (1977-02-25) cité dans la demande le document en entier	1
A	WO 96 27737 A (NEGRE GUY ;NEGRE CYRIL (FR)) 12 septembre 1996 (1996-09-12) le document en entier	1
A	FR 2 731 472 A (NEGRE GUY) 13 septembre 1996 (1996-09-13) le document en entier	1

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

De de internationale No
PCT/FR 99/01288

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
FR 2581702	A	14-11-1986	AUCUN		
FR 390489	A		AUCUN		
WO 9739232	A	23-10-1997	FR	2748776 A	21-11-1997
			AU	2642097 A	07-11-1997
			CA	2250998 A	23-10-1997
			CN	1219216 A	09-06-1999
			CZ	9803288 A	17-02-1999
			DE	19781700 T	12-05-1999
			GB	2327103 A	13-01-1999
			PL	329333 A	29-03-1999
			SE	9803515 A	15-10-1998
DE 19515325	A	24-10-1996	AUCUN		
WO 9738213	A	16-10-1997	US	5794584 A	18-08-1998
			AU	699698 B	10-12-1998
			AU	2801397 A	29-10-1997
			CA	2250877 A	16-10-1997
			CN	1219995 A	16-06-1999
			EP	0891475 A	20-01-1999
FR 2601071	A	08-01-1988	AUCUN		
FR 2416344	A	31-08-1979	AUCUN		
FR 2319769	A	25-02-1977	AUCUN		
WO 9627737	A	12-09-1996	FR	2731472 A	13-09-1996
			AT	181588 T	15-07-1999
			AU	692073 B	28-05-1998
			AU	4947796 A	23-09-1996
			CA	2213993 A	12-09-1996
			CZ	9702817 A	15-04-1998
			DE	69603017 D	29-07-1999
			EP	0815356 A	07-01-1998
			JP	11502003 T	16-02-1999
			PL	322112 A	05-01-1998
FR 2731472	A	13-09-1996	AT	181588 T	15-07-1999
			AU	692073 B	28-05-1998
			AU	4947796 A	23-09-1996
			CA	2213993 A	12-09-1996
			CZ	9702817 A	15-04-1998
			DE	69603017 D	29-07-1999
			EP	0815356 A	07-01-1998
			WO	9627737 A	12-09-1996
			JP	11502003 T	16-02-1999
			PL	322112 A	05-01-1998