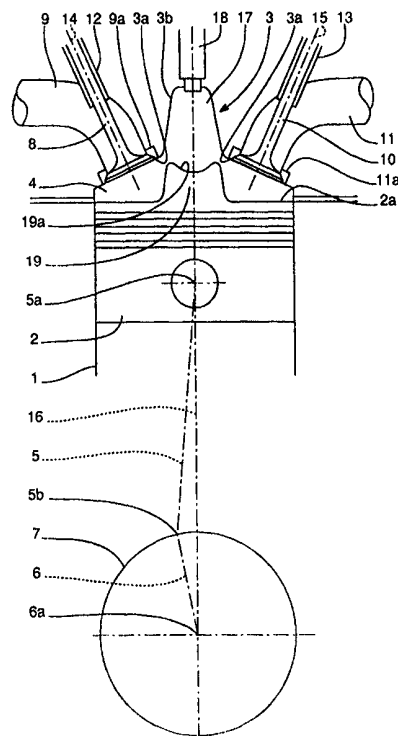


DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : F02B 19/04	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 99/46492 (43) Date de publication internationale: 16 septembre 1999 (16.09.99)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR99/00531 (22) Date de dépôt international: 10 mars 1999 (10.03.99) (30) Données relatives à la priorité: 98/03045 12 mars 1998 (12.03.98) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): LUCAS-CONWELL, Frédéric [FR/FR]; 50, avenue Raymond Poincaré, F-75116 Paris (FR). (71)(72) Déposant et inventeur: KLUKOWSKI, Slawomir [FR/FR]; 19 bis, rue Eugène Carrière, F-75018 Paris (FR). (74) Représentant commun: LUCAS-CONWELL, Frédéric; 50, avenue Raymond Poincaré, F-75116 Paris (FR).		(81) Etats désignés: JP, PL, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>
(54) Title: IMPROVEMENT TO INJECTION INTERNAL COMBUSTION ENGINE (54) Titre: PERFECTIONNEMENT D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE A INJECTION (57) Abstract The invention concerns an internal combustion engine operating in four-stroke or two-stroke cycle, comprising a cylinder (1) wherein a reciprocating piston (2) moves, a combustion chamber with variable volume (4) being defined in the cylinder between the piston and the surface opposite the cylinder head (3). The cylinder head (3) comprising a housing (17) arranged in its surface (3b) opposite the piston, in which housing emerges a fuel injector (18). The piston comprises at right angle with this housing a protuberance with matching profile (19) designed to close, almost in operating clearance, when the piston is in the proximity of the upper dead centre, the housing (17) aperture which thereby defines a precombustion chamber. (57) Abrégé Moteur à combustion interne à injection, fonctionnant suivant le cycle à quatre temps ou à deux temps, comportant un cylindre (1) dans lequel se déplace un piston (2) à mouvement alternatif, une chambre de combustion à volume variable (4) étant définie dans le cylindre entre le piston et la surface en regard de la culasse (3). La culasse (3) comporte un logement (17) aménagé dans sa surface (3b) en regard du piston, dans lequel logement débouche un injecteur de carburant (18). Le piston comporte au droit de ce logement une protubérance de profil complémentaire (19) destinée à venir obturer, au jeu de fonctionnement près, lorsque le piston est au voisinage du point mort haut, l'ouverture du logement (17) qui définit alors une préchambre de combustion.		



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	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

PERFECTIONNEMENT D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE A
INJECTION

La présente invention concerne un perfectionnement à un moteur à combustion interne à injection dans le cylindre, fonctionnant suivant un cycle quelconque, par exemple à quatre
5 temps ou à deux temps.

On connaît déjà par la demande de brevet français n° 2 338 385, un moteur à combustion interne à deux temps, comportant au moins un cylindre dans lequel se déplace un piston à mouvement alternatif, une chambre de combustion à volume variable étant définie dans le cylindre entre le piston et la surface en regard de la culasse, au moins une soupape
10 d'admission et au moins une soupape d'échappement étant placées dans la culasse à l'opposé du piston. L'axe de chaque soupape forme généralement un angle compris entre environ 30 et 60°, de préférence environ 45°, avec l'axe du cylindre. L'injecteur est généralement prévu au centre de la culasse pour injecter directement dans le cylindre le carburant sous haute pression. L'injecteur est agencé pour pulvériser le combustible dans le cylindre en jets ou en
15 nappes continus ou discontinus, afin d'obtenir un mélange homogène du combustible avec l'air alimenté par l'intermédiaire de la soupape d'admission.

Afin de diminuer la consommation de carburant à faible régime, on cherche à obtenir un mélange stratifié dans le cylindre c'est-à-dire une zone plus riche en carburant à proximité de la bougie d'allumage, en agissant sur la forme de la chambre de combustion, sur la forme
20 du piston et sur la position de l'injecteur. Toutefois, actuellement, il est difficile d'obtenir exactement la même stratification du carburant à chaque cycle de combustion, car tous les petits changements du jet de carburant, les variations d'angle du jet et les variations de taille des gouttelettes de carburant, comme aussi les variations des mouvements d'air dans la chambre de combustion ont pour effet que d'un cycle à l'autre les zones plus riches en
25 carburant ne se trouvent pas au même endroit.

Ce problème met en cause les avantages du système d'injection directe car, en réalité, pour avoir autour de la bougie d'allumage un mélange inflammable, par étincelle, il faut injecter plus de carburant pour compenser le cumul négatif de toutes les variations.

Un autre problème lié à l'injection directe de carburant est la formation de dioxyde d'azote, et plus généralement de NOx lorsque le moteur tourne au ralenti ou à faible charge,
30 car l'oxygène est alors présent en excédent dans la chambre de combustion. Or, cette formation de dioxyde d'azote est très polluante pour l'environnement.

L'invention a pour but d'éliminer les inconvénients précités et de proposer un moteur à combustion interne à injection qui permet de réduire la consommation d'essence au ralenti ou à faible charge, tout en diminuant la formation de NOx, et sans altérer le fonctionnement du moteur à moyenne ou à pleine charge.

5 A cet effet, l'invention a pour objet un moteur à combustion interne à injection, fonctionnant par exemple suivant le cycle à quatre temps ou à deux temps, comportant au moins un cylindre dans lequel se déplace un piston à mouvement alternatif, une chambre de combustion à volume variable étant définie dans le cylindre entre le piston et la surface en regard de la culasse, la culasse comportant un logement en regard du piston, dans lequel
10 logement débouche un injecteur de carburant, le piston comportant au droit de ce logement une protubérance destinée à venir obturer, au moins partiellement, lorsque le piston est au voisinage du point mort haut de sa course, l'ouverture du logement précité, caractérisé en ce que le piston définit, au point mort haut, une préchambre de combustion dans le logement au moins partiellement obturé par ladite protubérance et une chambre de combustion principale
15 dans le volume restant du cylindre situé autour de ladite protubérance, de façon que, lorsque le moteur tourne au ralenti ou à faible charge, le carburant injecté essentiellement dans la préchambre pour se mélanger avec l'air, le volume restant de la chambre de combustion principale contenant essentiellement de l'air, alors que, lorsque le moteur fonctionne à pleine ou moyenne charge, le carburant est injecté à la fois dans la préchambre et dans la chambre de
20 combustion principale, afin que les gaz enflammés sortant de la préchambre puissent venir enflammer le mélange air/carburant dans le volume restant de la chambre de combustion principale. On comprend donc que lorsque le moteur fonctionne au ralenti ou à faible charge, le carburant est injecté uniquement dans la préchambre en une quantité juste suffisante pour qu'il se mélange dans des proportions stoechiométriques avec l'air contenu dans la
25 préchambre, pour former un mélange homogène, ce qui évite d'effectuer un mélange hétérogène dans la chambre de combustion principale du cylindre. Ainsi, on pourra obtenir plus facilement dans la préchambre une bonne homogénéité du mélange, indépendamment de la qualité des jets de carburant de l'injecteur. En outre, dans la préchambre, la combustion du carburant sera complète, ce qui évitera la formation de NOx dans cette préchambre car tout
30 l'oxygène aura été consommé. Enfin, lorsque le moteur fonctionne à pleine charge ou à moyenne charge, les gaz enflammés sortant de la préchambre auront une forte énergie permettant de mélanger et d'enflammer rapidement le reste du carburant contenu dans la chambre de combustion principale, ce qui réduira le retard à la l'inflammation.

Avantageusement, la préchambre de combustion est agencée sensiblement au centre de la culasse pour réduire les risques de déformation du piston. En outre, lorsque le moteur fonctionne à moyenne ou à pleine charge, les gaz enflammés sortant de la préchambre au début de la course descendante motrice du piston, se répartiront dans la chambre principale de manière isotrope dans toutes les directions du fait de la position centrale de la préchambre, pour enflammer le reste du carburant.

Selon une caractéristique particulière de l'invention, la protubérance a un profil complémentaire du logement de façon qu'elle obture au jeu près et pénètre partiellement dans la préchambre en fin de course ascendante du piston. Ainsi, lors de la course descendante du piston, les gaz brûlés dans la préchambre subiront une détente avant l'ouverture de la préchambre car le volume de celle-ci aura augmenté, de sorte que la température des gaz sortant de la préchambre dans la chambre principale sera moins élevée, ce qui tend à diminuer la formation de NOx dans la chambre principale. En effet, plus la température est élevée, plus la quantité de NOx créée est importante. Cet avantage est particulièrement sensible à faible charge, car dans ce cas, la chambre principale contient uniquement de l'air et, du fait de la grande quantité d'oxygène présente, il y a un risque important de formation de NOx sous l'action des gaz sortant de la préchambre.

Par exemple, la préchambre peut avoir une forme sensiblement conique, cylindrique ou hémisphérique. Dans une première variante, la préchambre débouche sur une surface tronconique périphérique de la culasse. Dans une autre variante, la culasse présente une surface interne concave en forme de calotte sphérique dont la zone polaire définit l'ouverture de la préchambre.

Avantageusement, la protubérance a une forme sensiblement tronconique ou cylindrique. La protubérance peut se raccorder à une surface annulaire périphérique plane du piston. En variante, la protubérance se raccorde à une surface annulaire concave périphérique, de section axiale sensiblement en forme d'arc de cercle. Dans encore une autre variante, la protubérance se raccorde à une surface annulaire concave intermédiaire, de section axiale sensiblement en forme d'arc de cercle, ladite surface intermédiaire se raccordant à son tour à la petite base d'une surface annulaire tronconique périphérique dont la grande base est dirigée à l'opposé de la culasse.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, la tubulure d'admission d'air est agencée pour introduire dans la chambre principale des gouttelettes d'eau en suspension dans

l'air. De préférence, la tubulure d'admission débouche dans la chambre principale de façon que les gouttelettes d'eau soient entraînées en rotation à l'intérieur du cylindre autour de son axe, sous l'effet de leur vitesse d'introduction, et soient plaquées à la périphérie de la chambre par la force centrifuge. Les gouttelettes d'eau sont destinées à s'évaporer lors de la combustion pour réduire la température et ainsi diminuer la production de NOx. Aussi, on obtiendra une concentration du mélange air/carburant au centre de la chambre, ce qui favorise la combustion, alors que les gouttelettes d'eau destinées à réduire la température sont confinées à la périphérie du cylindre.

Avantageusement, la protubérance comporte un évidement concave à son sommet en regard de la préchambre, pour favoriser le mélange de l'air et du carburant dans la préchambre. L'injecteur débouche de préférence au sommet de la préchambre.

Selon une autre caractéristique, le piston présente une face supérieure annulaire concave sensiblement semi-circulaire en section axiale, autour de la protubérance centrale.

Dans un mode de réalisation particulier, la préchambre est munie d'une bougie d'allumage. Dans ce cas, la protubérance peut ne pas fermer complètement la préchambre laissant un espace périphérique pour permettre aux gaz enflammés par la bougie de sortir de la préchambre et d'allumer le mélange dans la chambre principale. Dans une variante de réalisation, la chambre principale est également munie d'une bougie d'allumage. Dans ce dernier cas, la bougie d'allumage de la préchambre peut être supprimée en prévoyant un taux de compression dans la préchambre suffisant pour provoquer un auto-allumage dans celle-ci.

Dans une variante de réalisation, la protubérance est constituée au moins en partie d'un insert en matériau réfractaire tel que céramique au droit de la préchambre et/ou la surface de la préchambre est recouverte d'un élément en céramique.

Dans une première forme de réalisation, le toit de la culasse est concave, de façon à définir le logement précité entre le sommet de la culasse et le sommet de la protubérance du piston, uniquement lorsque le piston est au voisinage de son point mort haut.

Dans une deuxième forme de réalisation, le toit de la culasse comporte une surface aménagée en creux pour définir le logement précité, quelle que soit la position du piston.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, détails, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative détaillée qui va suivre de plusieurs modes de réalisation particuliers actuellement préférés de l'invention,

donnés uniquement à titre illustratif et non limitatif, en référence aux dessins schématiques annexés, dans lesquels :

- La figure 1 est une vue schématique partielle et en coupe d'un cylindre d'un moteur à deux temps à injection conforme à l'invention, au voisinage du point mort haut ;

5 - La figure 2 est une vue analogue à la figure 1, montrant une bougie d'allumage dans la préchambre, les soupapes d'admission et d'échappement étant omises ;

- La figure 3 est une vue analogue à la figure 2, représentant l'injection du carburant dans la préchambre lorsque le moteur tourne au ralenti, suivant une variante de réalisation de la forme du piston et de la préchambre ;

10 - La figure 4 représente le cylindre de la figure 3 lors de l'injection du carburant à pleine ou moyenne charge du moteur ;

- La figure 5 est une vue analogue à la figure 3, montrant le mouvement des gaz sortant de la préchambre et résultant de la chasse, après le point mort haut ;

15 - La figure 6 est une vue analogue à la figure 2, mais représentant un autre mode de réalisation du piston ;

- La figure 7 est une vue analogue à la figure 6, montrant l'introduction de gouttelettes d'eau dans la chambre principale du cylindre ;

- La figure 8 est une vue analogue à la figure 6, représentant une bougie d'allumage supplémentaire au niveau de la chambre principale du cylindre ;

20 - La figure 9 est une vue analogue à la figure 8, la bougie d'allumage de la préchambre ayant été supprimée ;

- les figures 10 et 11 sont des vues schématiques et en coupe de deux variantes de réalisation du piston pour le moteur de l'invention ;

25 - la figure 12 est une vue schématique partielle et en coupe d'un cylindre, sans piston, selon une variante de réalisation de l'invention ; et

- la figure 13 est une schématique partielle et en coupe d'un cylindre d'un autre mode de réalisation du moteur de l'invention.

En se référant maintenant aux figures 1 et 2, un premier mode de réalisation du moteur de l'invention va être décrit. Le moteur fonctionne ici suivant le cycle à deux temps et

comporte au moins un cylindre 1 dans lequel se déplace alternativement un piston 2 pour définir, entre la face supérieure 2a du piston 2, les parois latérales internes du cylindre 1 et la surface interne d'une culasse 3, une chambre principale de combustion 4. De manière classique, le piston 2 est articulé en 5a à une bielle 5 qui est elle-même articulée en 5b à la manivelle d'un vilebrequin 6, pour transformer le mouvement rectiligne alternatif du piston 2 en un mouvement de rotation de l'arbre 6a du vilebrequin, la manivelle 5b décrivant un cercle 7 centré sur l'arbre 6a.

De manière également classique, la culasse 3 est munie d'une soupape d'admission 8 qui est destinée à venir se plaquer de manière étanche contre son siège 9a pour obturer une tubulure d'admission d'air 9 et à s'écarter de son siège 9a pour alimenter en air frais la chambre de combustion 4. De manière analogue, la culasse 3 comporte une soupape d'échappement 10 qui est destinée à venir se plaquer contre son siège 11a pour obturer une tubulure d'échappement 11 et à s'écarter de son siège 11a pour laisser échapper les gaz brûlés de la chambre de combustion 4. Sur la figure 1, les soupapes 8 et 10 coulissent dans des guides respectifs 12 et 13. Bien entendu, on pourrait prévoir plusieurs soupapes d'admission et/ou plusieurs soupapes d'échappement. Les orifices d'admission 9a et d'échappement 11a débouchent dans la chambre de combustion 4 au niveau d'une surface périphérique interne tronconique 3a de la culasse 3, cette surface tronconique ayant un angle au sommet d'environ 130°. Les axes respectifs 14 et 15 de chaque soupape sont disposés symétriquement, à 25° de l'axe 16 du cylindre.

Bien que cela ne soit pas représenté, le moteur peut être du type suralimenté, avec un compresseur, une pompe ou un ventilateur pour alimenter la chambre de combustion 4 en air surcomprimé.

Bien que la présente invention soit décrite en liaison avec un moteur à deux temps, elle s'applique à tout moteur à combustion interne quel qu'en soit le cycle, par exemple à quatre temps. L'invention peut également s'appliquer à un moteur diesel.

Comme visible sur la figure 1, La surface périphérique interne tronconique 3a de la culasse 3 se prolonge en son centre par un logement 17 définissant une préchambre au sommet de laquelle est prévu axialement un injecteur de carburant 18. Cette préchambre 17 a ici une forme en gobelet inversé ou tronconique 3b dont l'ouverture est dirigée vers le piston 2. En face de cette préchambre 17, le piston 2 présente sur sa surface supérieure 2a, en son centre, une protubérance 19 dont le profil est sensiblement complémentaire au logement 17.

Cette protubérance 19 définit un espace périphérique avec l'ouverture de la préchambre pour ne fermer que partiellement cette dernière au point mort haut. Cette protubérance 19 a donc une forme sensiblement tronconique dont la petite base est orientée vers la préchambre 17, le sommet 19a de la protubérance 19 présentant une forme sensiblement concave.

5 Sur la figure 2, une bougie d'allumage 20 est prévue sur une paroi latérale de la surface tronconique centrale 3b de la culasse 3 pour effectuer l'allumage au niveau de la préchambre 17.

Sur les figures 1 et 2, le piston 2 est représenté sensiblement au voisinage de son point mort haut, où le sommet 19a de la protubérance 19 vient pratiquement obturer l'ouverture de
10 la préchambre 17.

Sur la figure 2, on a indiqué par h la hauteur de la protubérance 19 et par H la hauteur de la préchambre 17. Ici h est inférieur à H , mais sur la figure 3, h est supérieur à H et, sur la figure 6, h est sensiblement égal à H .

En se référant maintenant aux figures 3 à 5, la préchambre 17 est formée ici par une
15 surface interne centrale 103b en forme de dôme ou de demi-sphère se raccordant à la petite base de la surface tronconique périphérique 3a de la culasse 3. L'injecteur 18 est placé au niveau de la zone polaire de cette surface hémisphérique 103b dans le prolongement de l'axe 16 du cylindre. Ici, la protubérance centrale 19 ne se raccorde pas à une surface annulaire périphérique plane 2a, mais à une surface annulaire concave 102a, de section axiale
20 sensiblement en forme d'arc de cercle, pour faciliter la circulation des gaz dans la chambre principale 4.

Sur la figure 3, le moteur tourne au ralenti, et l'injection de carburant, matérialisée par des traits mixtes 21, par l'injecteur 18 s'effectue au voisinage du point mort haut du piston 2, lorsque le sommet 19a de la protubérance 9 vient obturer sensiblement l'ouverture de la
25 préchambre hémisphérique 17. Ainsi l'injection de carburant n'a lieu que dans la préchambre fermée 17, où un mélange homogène air/carburant peut être facilement obtenu. Comme le jet de carburant 21 est dirigé vers la surface concave 19a au sommet de la protubérance 19, le carburant sera réparti uniformément à travers la préchambre 17.

Sur la figure 4, le moteur fonctionne à pleine ou moyenne charge et l'injection de
30 carburant, matérialisée par des traits mixtes 121, par l'injecteur 18 s'effectue lors de la course ascendante du piston 2 pour répartir le carburant dans la chambre principale à volume variable

4 et la préchambre 17. Grâce aux profils incurvés 102a et 19a de la surface supérieure du piston 2, le carburant aura tendance à se répartir uniformément dans la chambre 4 pour favoriser l'homogénéité du mélange.

En se référant maintenant à la figure 5, les flèches 22 représentent le mouvement des gaz enflammés sortant de la préchambre 17, en début de course motrice du piston 2. Lorsque le moteur fonctionne à pleine ou moyenne charge, les gaz enflammés 22 sortant de la préchambre 17 ont suffisamment d'énergie pour enflammer le reste du mélange dans la chambre principale 4, ce qui réduit le retard de l'inflammation. Lorsque le moteur tourne au ralenti, les gaz enflammés sortants 22 se mélangent avec l'air présent dans la chambre principale 4.

Sur la figure 5, le piston 2 présente sur sa face supérieure, entourant la protubérance 19, une forme concave annulaire 202a, dont le profil a un rayon de courbure inférieur à celui du profil 102a, de façon qu'une portion de surface annulaire tronconique 202b vienne épouser la forme de la surface 103a de la culasse 3, au voisinage du point mort haut, à la périphérie du piston 2, afin de chasser le mélange vers le centre de la chambre 4 comme indiqué par les flèches 122. Cette surface 103a a ici une forme concave sensiblement en calotte sphérique dont la zone polaire est ouverte par le logement 17, afin que la chambre principale 4 ait un volume maximal pour une surface d'échange de chaleur minimale, au point mort haut.

En se référant maintenant aux figures 6 à 9, une variante de réalisation du piston est représentée, dans laquelle la protubérance 119 du piston présente une extension axiale supérieure à la hauteur de la surface tronconique périphérique 3a de la culasse 3, afin que la protubérance 119 puisse pénétrer partiellement à l'intérieur de la préchambre 17, lorsque le piston est au voisinage de son point mort haut. En revanche, le piston des figures 1 à 5 présentait une extension axiale sensiblement égale à la hauteur de la surface tronconique 3a de la culasse 3. Ainsi, les gaz enflammés dans la préchambre 17 sortiront de celle-ci avec un léger retard, le temps que la protubérance 119 sorte complètement de la préchambre 17, provoquant une augmentation du volume de la préchambre 17 et donc une détente des gaz enflammés.

Sur la figure 7, on a représenté, en outre, la tubulure d'admission d'air 9 qui est destinée à introduire dans la chambre principale 4 des gouttelettes d'eau 23 en suspension dans l'air admis dans la chambre principale 4. La tubulure d'admission 9 a une forme telle que l'air chargé en gouttelettes d'eau est introduit dans la chambre principale 4 avec un

mouvement de rotation sensiblement coaxial au cylindre 1, de façon à plaquer par la force centrifuge les gouttelettes d'eau à la périphérie de la surface interne du cylindre 1 et à concentrer l'air plus léger au centre de la chambre 4.

Sur la figure 8, une bougie additionnelle 120 est prévue au niveau de la chambre principale 4 pour pouvoir allumer en pleine ou moyenne charge la chambre principale 4 et la préchambre 17 en même temps, ou avec un léger décalage.

Sur la figure 9, la bougie de la préchambre 17 a été supprimée, car l'allumage dans cette dernière est prévu pour se faire automatiquement en réglant la différence du taux de compression entre la chambre principale 4 et la préchambre 17.

Bien que l'invention s'applique à un moteur quel que soit son cycle, l'invention est particulièrement avantageuse dans un moteur à deux temps à soupapes, car la protubérance du piston ne risque pas, dans ce cas, d'interférer avec les soupapes, car au voisinage du point mort haut, toutes les soupapes sont fermées.

En outre, avec un moteur deux temps à soupapes suralimenté, il est possible de supprimer les vannes pour le recyclage des gaz d'échappement, car en diminuant la pression de suralimentation dans la tubulure d'admission, on peut régler la quantité de gaz brûlés restant dans la chambre de combustion.

Bien que cela ne soit pas représenté, la préchambre et la protubérance peuvent avoir une forme cylindrique, avec un jeu de fonctionnement entre leur diamètre respectif.

Sur la figure 10, est représentée une variante de réalisation du piston pour le moteur de l'invention. Le piston 2 comporte une surface périphérique supérieure plane 2a, au centre de laquelle est monté un insert en céramique 219 définissant la protubérance précitée. La protubérance 219 comporte une surface supérieure concave 219a, de manière analogue à la protubérance 19 de la figure 1.

Sur la figure 11, une autre variante de piston 2 comporte au centre de sa surface supérieure plane 2a une protubérance 319 munie à son sommet d'une plaquette en céramique 319a définissant une surface concave tournée vers la préchambre 17 de la culasse 3.

Sur la figure 12, la surface tronconique de la préchambre 17 de la culasse 3 est recouverte d'un élément en céramique 24 de forme tronconique complémentaire, au centre duquel est prévu un orifice pour le passage de l'injecteur 18. Les pistons des figures 10 et 11 peuvent être utilisés conjointement avec le cylindre 1 illustré sur la figure 12. Les inserts en

céramique 219 et 319a ainsi que l'élément en céramique 24 sont destinés à isoler thermiquement la préchambre 17, au voisinage du point mort haut, afin de minimiser les pertes d'énergie, principalement lorsque l'on souhaite obtenir un auto-allumage dans la chambre 17, en l'absence de la bougie d'allumage 20, comme cela est le cas dans le mode de
5 réalisation de la figure 9.

Sur la figure 13, on constate que le toit 3a de la culasse 3 ne comporte plus de logement ménagé en creux sur sa surface, car ici le logement 117 est formé uniquement lorsque le piston 2 arrive au voisinage de son PMH, le logement 117 étant ainsi défini entre le sommet 19a de la protubérance 19 du piston et le sommet du toit 3a de la culasse 3. Ainsi, le
10 jet de carburant provenant de l'injecteur 18 peut rebondir sur la surface concave 19a de la protubérance 19 et rester confiné dans le logement 117, formant une zone riche à proximité de la bougie 20. La protubérance 19 sépare ainsi le logement 117 du reste de la chambre principale 4 du cylindre.

A titre d'exemple, le volume effectif du logement 17 ou 117 est inférieur à 40 %, de
15 préférence à 10 %, du volume restant de la chambre principale 4, au voisinage du PMH.

Etant donné que l'on obtient une bonne stratification du mélange air/carburant dans la préchambre, le petit volume de mélange riche ainsi formé, engendre, une fois allumé, suffisamment d'énergie, pour faire tourner un moteur au ralenti, et permet, pour les faibles charges moteur, d'allumer le mélange pauvre se trouvant dans la chambre principale.
20 Autrement, le mélange pauvre se trouvant dans la chambre principale, ne pourrait pas être allumé par la bougie, car l'énergie fournie par l'étincelle ne serait pas suffisante pour initier la combustion.

Pour le fonctionnement à pleine charge ou à moyenne charge, l'existence de la préchambre est également bénéfique, car les gaz enflammés sortant de la préchambre auront
25 une forte énergie permettant de mélanger et d'enflammer rapidement le reste du carburant contenu dans la chambre de combustion principale, par exemple près de 90 % du carburant injecté. Ceci permettra de réduire le retard à l'inflammation et diminuera le cliquetis, car avant que l'auto-inflammation se déclenche, le front de flamme aura déjà balayé la totalité de la chambre de combustion.

30 La taille de la préchambre et la hauteur de la protubérance peuvent être modifiées, de façon à obtenir un bon compromis pour le passage de la combustion entre un régime au

ralenti, et un régime à faible, moyenne ou forte charge. En pratique, plus le volume de la préchambre sera grand, plus la combustion en faible charge se déroulera dans la préchambre.

5 Lorsque la protubérance se raccorde à une surface annulaire concave périphérique du piston (voir figures 3 à 5 et 7), et que l'injection du carburant s'effectue au voisinage du PMB, le jet de carburant se déposera comme visible sur la figure 4, sur la partie cylindrique de la protubérance et au fond de la partie semi-torique du piston, empêchant ainsi le dépôt de carburant sur les parois du cylindre, ce qui réduit les pertes. En outre, le film de carburant déposé s'évapore très vite et refroidit en même temps le piston.

10 Bien que l'invention ait été décrite en liaison avec des modes de réalisation particuliers, il est bien évident qu'elle n'y est nullement limitée et qu'elle comprend tous les équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci entrent dans le cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Moteur à combustion interne à injection, fonctionnant par exemple suivant le cycle à quatre temps ou à deux temps, comportant au moins un cylindre (1) dans lequel se déplace un piston (2) à mouvement alternatif, une chambre de combustion à volume variable (4) étant
5 définie dans le cylindre entre le piston et la surface en regard de la culasse (3), la culasse (3) comportant un logement (17, 117) en regard du piston, dans lequel logement débouche un injecteur de carburant (18), le piston comportant au droit de ce logement une protubérance (19, 119, 219, 319) destinée à venir obturer, au moins partiellement, lorsque le piston est au voisinage du point mort haut de sa course, l'ouverture du logement précité (17, 117),
10 caractérisé en ce que le piston (3) définit, au point mort haut, une préchambre de combustion dans le logement (17, 117) au moins partiellement obturé par ladite protubérance (19, 119, 219, 319) et une chambre de combustion principale (4) dans le volume restant du cylindre situé autour de ladite protubérance, de façon que, lorsque le moteur tourne au ralenti ou à faible charge, le carburant est injecté essentiellement dans la préchambre pour se mélanger
15 avec l'air, le volume restant de la chambre de combustion principale contenant essentiellement de l'air, alors que, lorsque le moteur fonctionne à pleine ou moyenne charge, le carburant est injecté à la fois dans la préchambre et dans la chambre de combustion principale, afin que les gaz enflammés sortant de la préchambre puissent venir enflammer le mélange air/carburant contenu dans le volume restant de la chambre de combustion principale.
- 20 2. Moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la préchambre de combustion (17, 117) est agencée sensiblement au centre de la culasse (3).
3. Moteur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la protubérance (119) a un profil complémentaire du logement de façon qu'elle obture au jeu près et pénètre partiellement dans la préchambre (17, 117) en fin de course ascendante du piston (2).
- 25 4. Moteur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la préchambre (17, 117) a une forme sensiblement conique (3a, 3b), cylindrique ou hémisphérique (103b).
5. Moteur selon la revendication 4, caractérisé en ce que la préchambre (17, 117) débouche sur une surface tronconique périphérique (3a) de la culasse (3).
6. Moteur selon la revendication 4, caractérisé en ce que la culasse (3) présente une
30 surface interne concave en forme de calotte sphérique (103a) dont la zone polaire définit l'ouverture de la préchambre (17, 117).

7. Moteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la protubérance a une forme sensiblement tronconique (19, 119, 219, 319) ou cylindrique.

8. Moteur selon la revendication 7, caractérisé en ce que la protubérance (19, 119, 219, 319) se raccorde à une surface annulaire périphérique plane (2a) du piston (2).

5 9. Moteur selon la revendication 7, caractérisé en ce que la protubérance (19) se raccorde à une surface annulaire concave périphérique (102a), de section axiale sensiblement en forme d'arc de cercle.

10 10. Moteur selon la revendication 7, caractérisé en ce que la protubérance (19) se raccorde à une surface annulaire concave intermédiaire (202a), de section axiale sensiblement en forme d'arc de cercle, ladite surface intermédiaire se raccordant à son tour à la petite base d'une surface annulaire tronconique périphérique (202b) dont la grande base est dirigée à l'opposé de la culasse (3).

15 11. Moteur selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la tubulure d'admission d'air (9) est agencée pour introduire dans la chambre principale (4) des gouttelettes d'eau (23) en suspension dans l'air.

12. Moteur selon la revendication 11, caractérisé en ce que la tubulure d'admission (9) débouche dans la chambre principale (4) de façon que les gouttelettes d'eau (23) soient entraînées en rotation à l'intérieur du cylindre (1) autour de son axe (16), sous l'effet de leur vitesse d'introduction, et soient plaquées à la périphérie de la chambre par la force centrifuge.

20 13. Moteur selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que la protubérance (19, 219, 319) comporte un évidement concave (19a, 219a, 319a) à son sommet en regard de la préchambre (17, 117).

14. Moteur selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'injecteur (18) débouche au sommet de la préchambre (17, 117).

25 15. Moteur selon l'une des revendications 1 à 14, caractérisé en ce que la protubérance (19, 119, 219, 319) a une hauteur (h) qui est inférieure, égale ou supérieure à la hauteur (H) de la préchambre (17, 117).

30 16. Moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que seule la préchambre (17) est munie d'une bougie d'allumage (20), et que la protubérance (19) obture partiellement, avec un espace périphérique, l'ouverture de la préchambre (17, 117).

17. Moteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que seule la chambre principale (4) est munie d'une bougie d'allumage (120), un auto-allumage se produisant dans la préchambre (17, 117).

18. Moteur selon la revendication 3, caractérisé en ce que la chambre principale (4) et
5 la préchambre (17, 117) sont munies d'une bougie d'allumage (20, 120).

19. Moteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la protubérance (219, 319) est constituée au moins en partie d'un insert en matériau réfractaire tel que céramique au droit de la préchambre (17, 117) et/ou la surface (3b) de la préchambre (17, 117) est recouverte d'un élément en céramique (24).

10 20. Moteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le toit (3a, 103a) de la chambre est concave, de façon à définir le logement précité (117) entre le sommet de la culasse et le sommet de la protubérance (19) du piston, uniquement lorsque le piston est au voisinage de son point mort haut.

15 21. Moteur selon l'une des revendications 1 à 19, caractérisé en ce que le toit (3a, 103a) de la culasse comporte une surface (3b, 103b) aménagée en creux pour définir le logement précité (17), quelle que soit la position du piston.

1/7

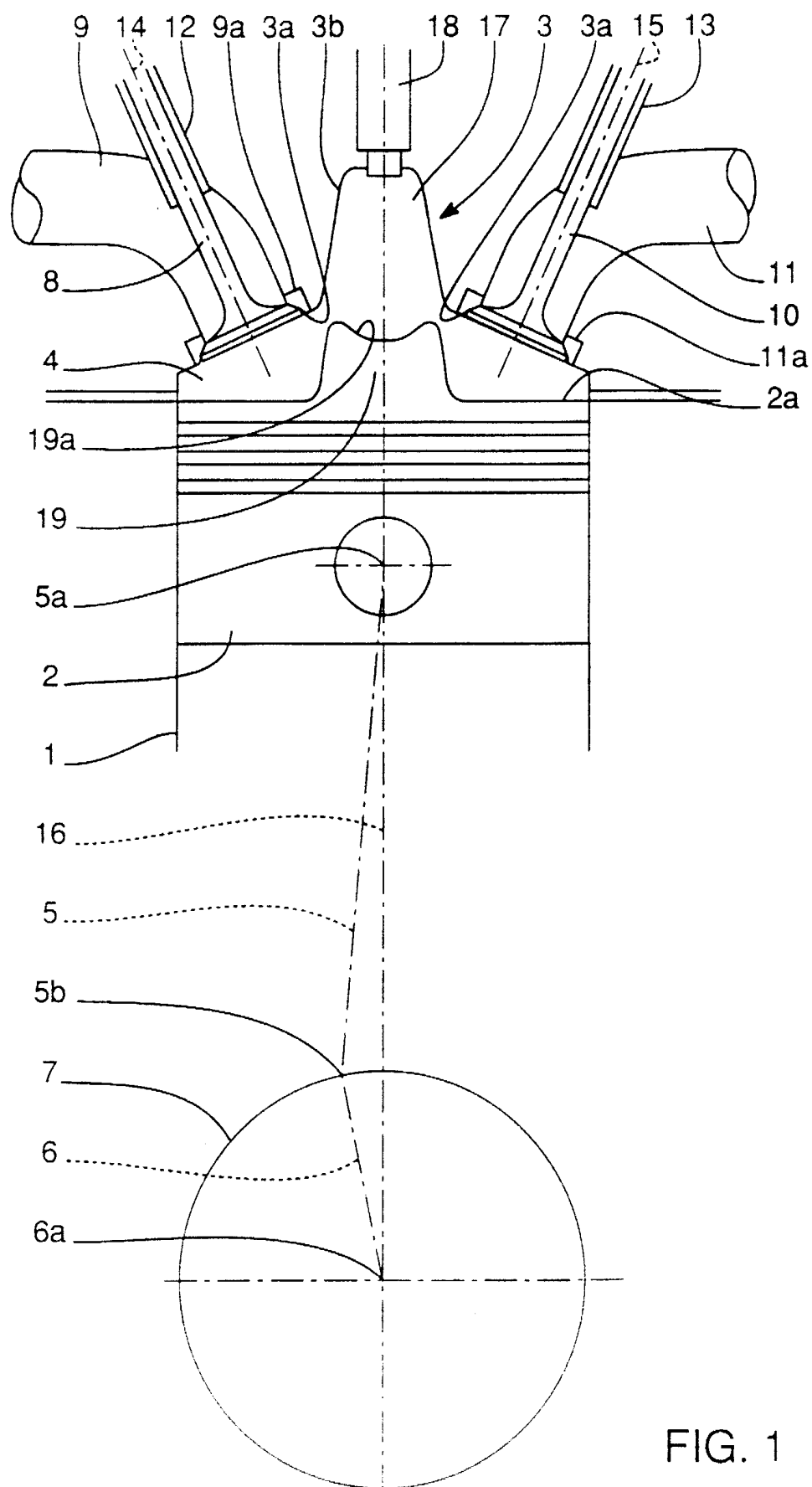


FIG. 1

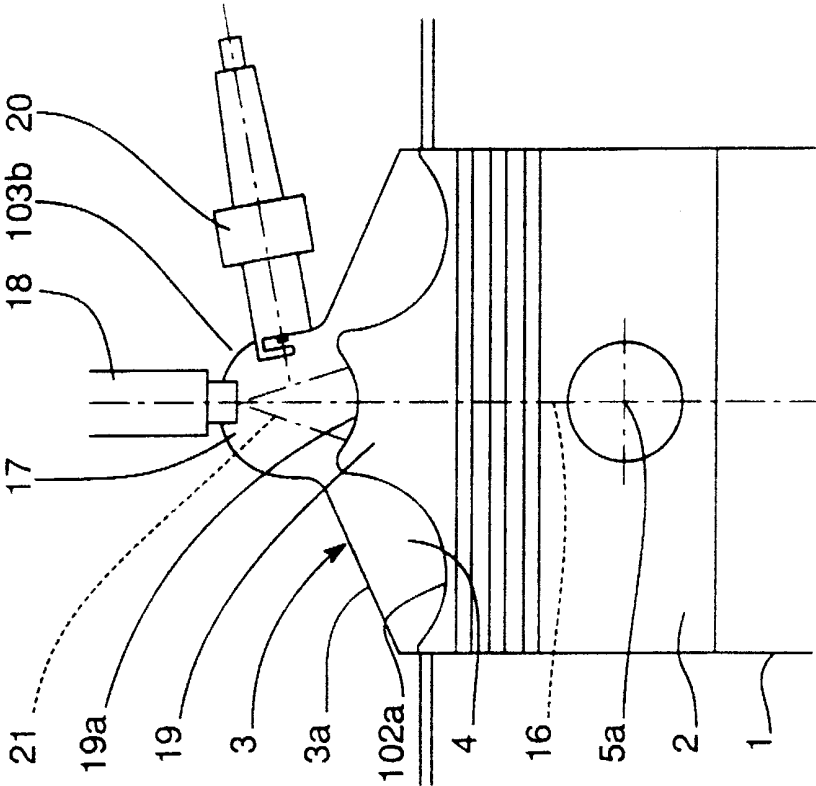


FIG. 3

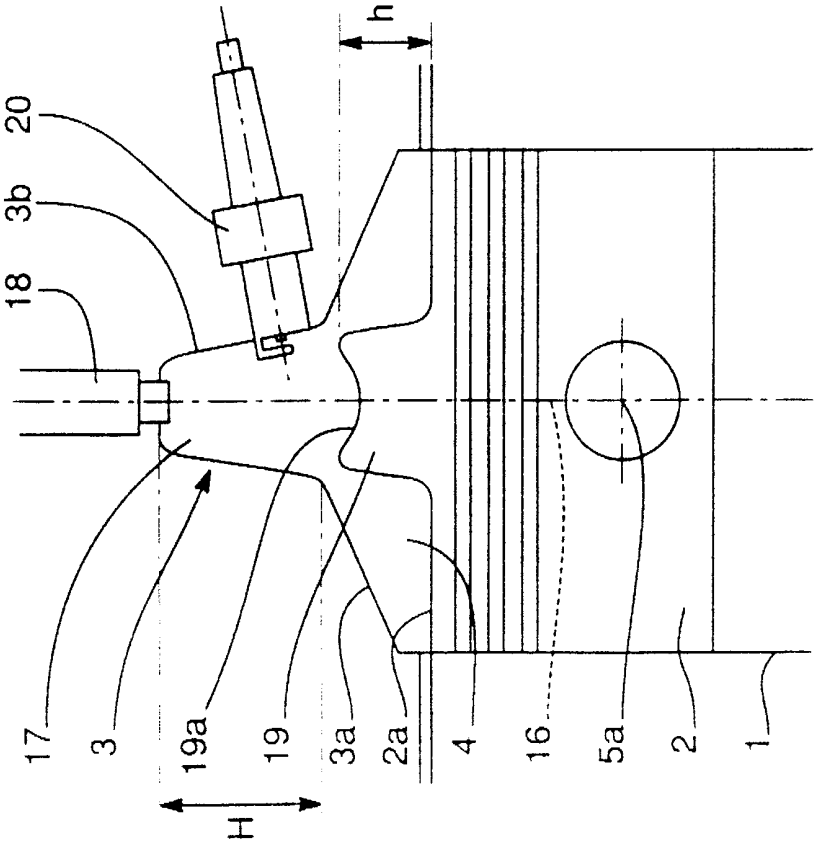


FIG. 2

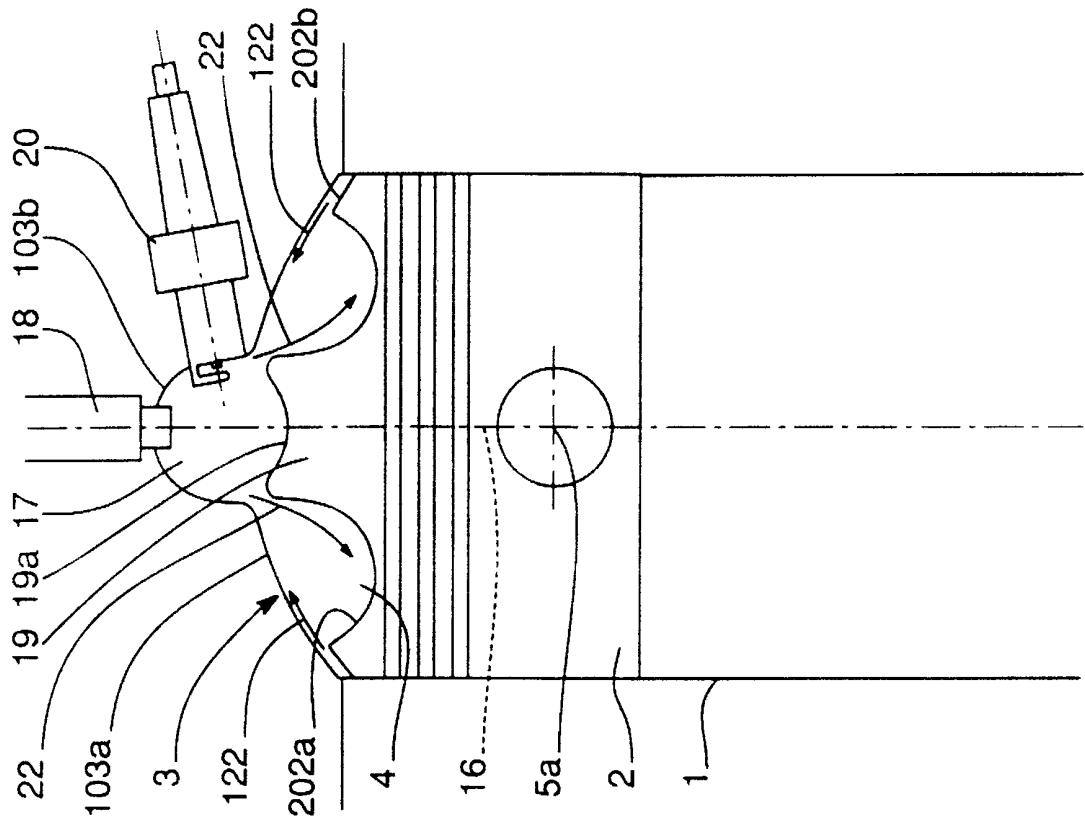


FIG. 5

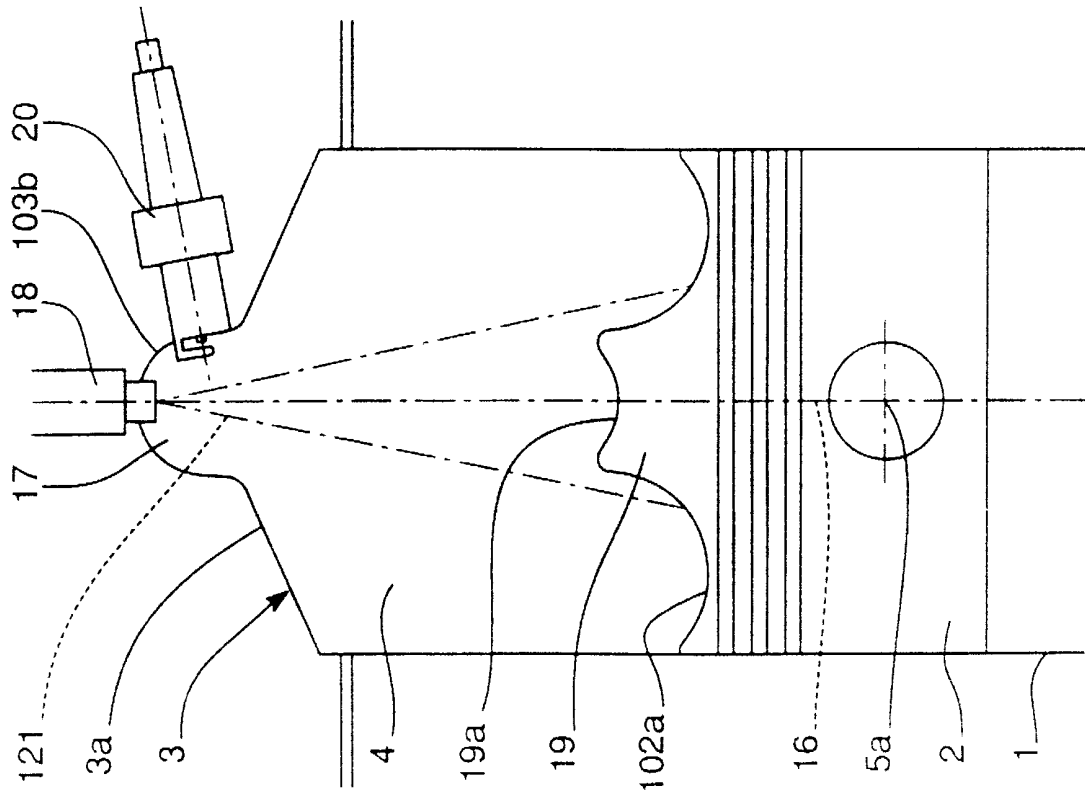


FIG. 4

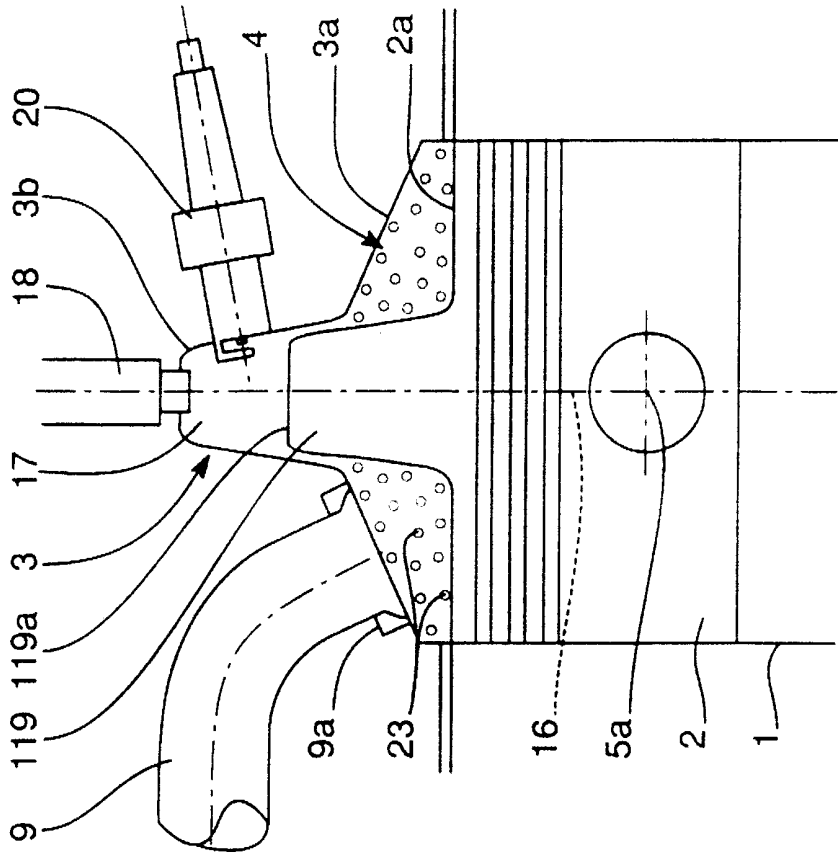


FIG. 7

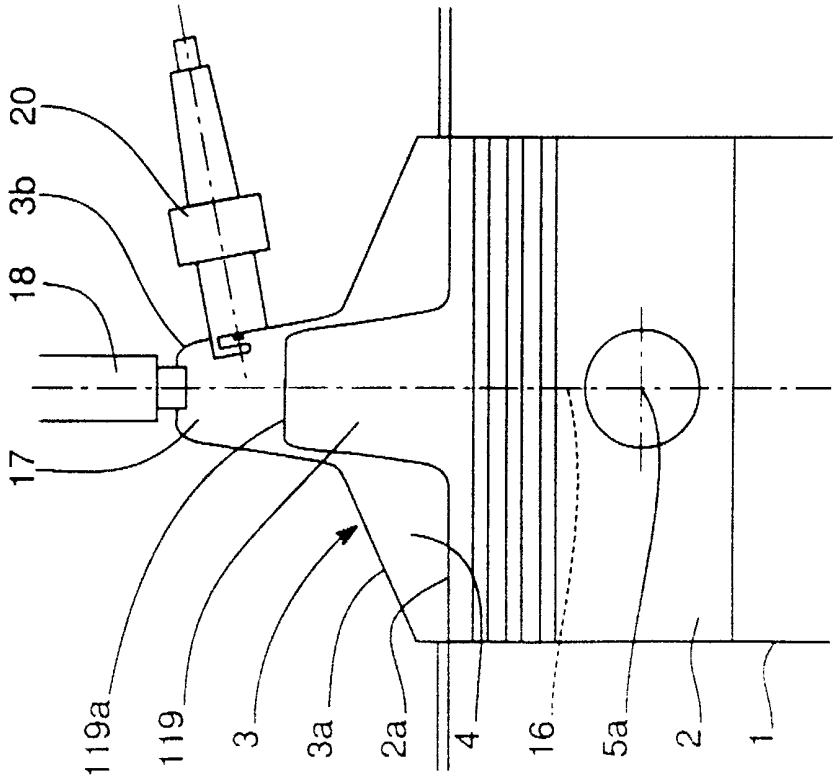


FIG. 6

5/7

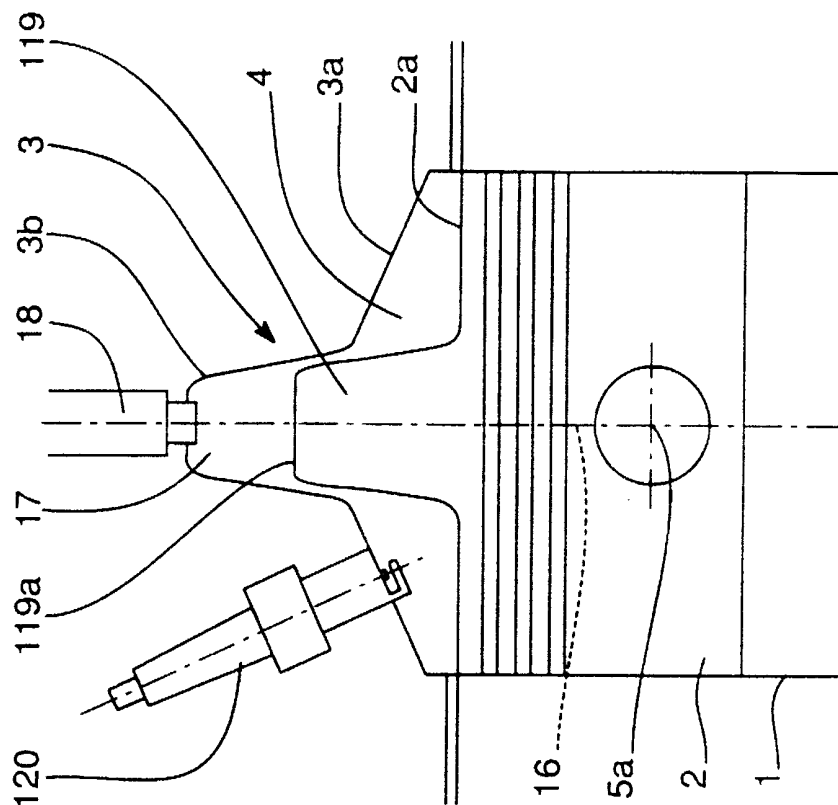


FIG. 9

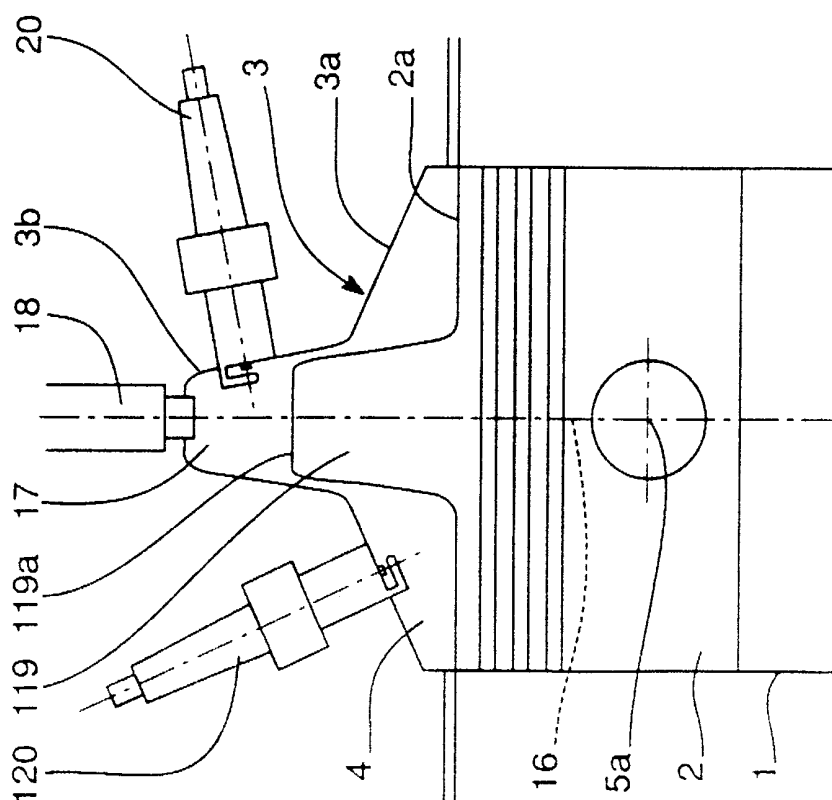


FIG. 8

6/7

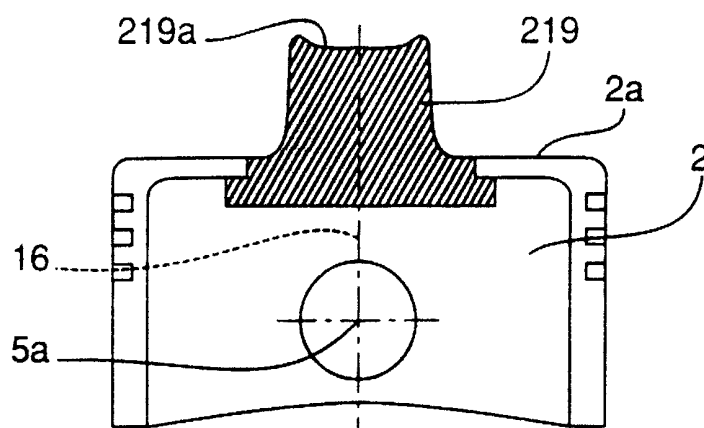


FIG. 10

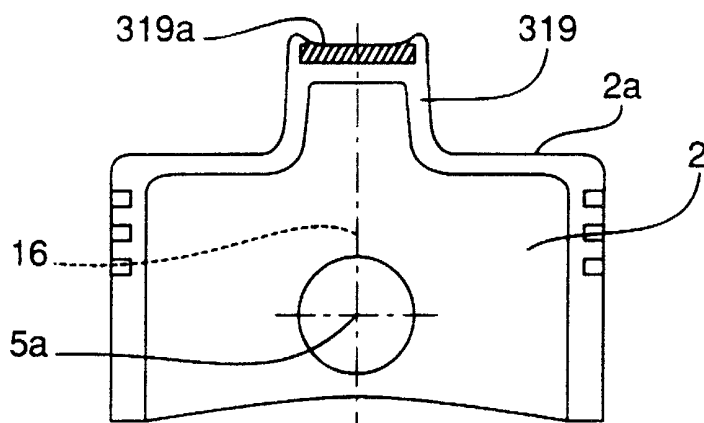


FIG. 11

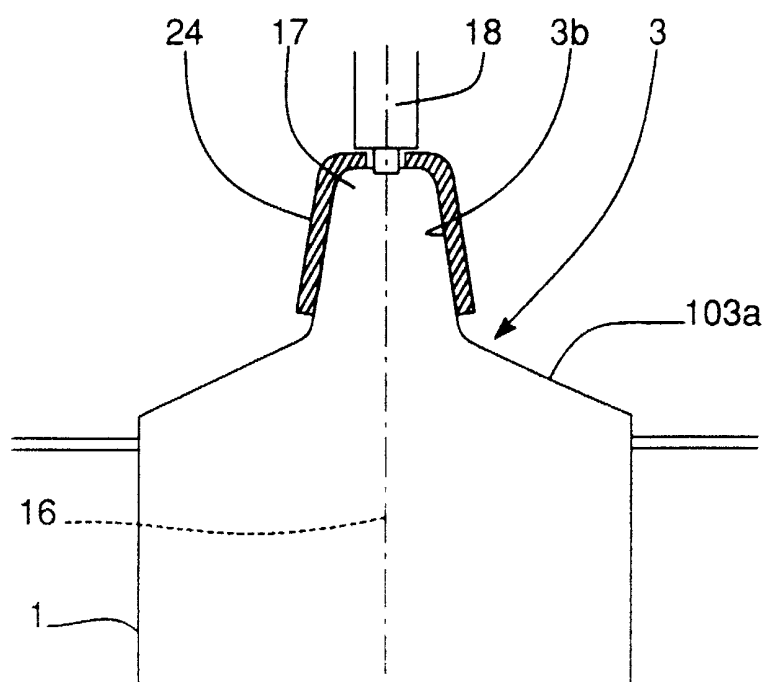


FIG. 12

7/7

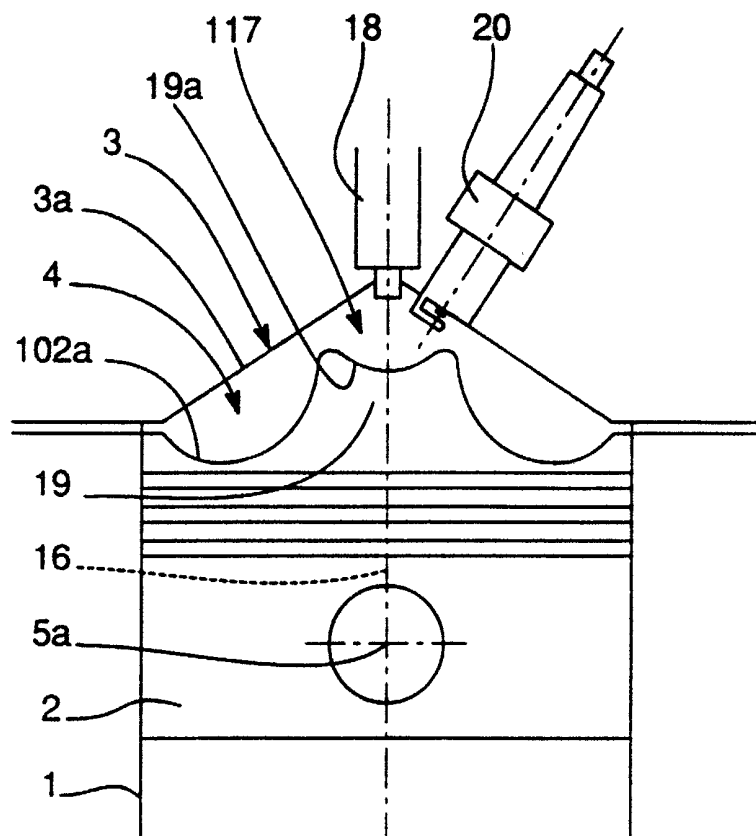


FIG. 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 99/00531

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 F02B19/04

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.
X	US 4 069 794 A (JORDAN) 24 January 1978 see abstract see column 3, line 41 - column 4, line 14 see column 6, line 9 - line 22; figure 1 ---	1-4,7,8, 11,13-16
A	GB 388 262 A (ALFRED WISEMAN) 16 March 1933 see page 2, line 40 - line 56 see page 3, line 21 - line 94; figures 1-3 ---	1,2,4,5, 7,15,21
A	FR 593 837 A (JULES ROUSSET) 1 September 1925 see page 2, line 20 - line 24; figure 1 --- -/--	6,20,21

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ 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

10 June 1999

Date of mailing of the international search report

16/06/1999

Name and mailing address of the ISA

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

Authorized officer

Van Zoest, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 99/00531

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 639 705 C (EUGEN THOMAS) 11 December 1936 see page 1, line 1 - page 2, line 32; claim 1; figure 1 ---	1-3,7,9, 15
A	EP 0 645 529 A (ISUZU CERAMICS RESEARCH INSTITUTE) 29 March 1995 see column 3, line 53 - column 4, line 20; figure 1 -----	1,2,15, 19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR 99/00531

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4069794	A	24-01-1978	NONE	
GB 388262	A		NONE	
FR 593837	A	01-09-1925	NONE	
DE 639705	C		NONE	
EP 0645529	A	29-03-1995	US 5447130 A	05-09-1995
			DE 69316212 D	12-02-1998
			DE 69316212 T	16-07-1995

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 99/00531

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

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
X	US 4 069 794 A (JORDAN) 24 janvier 1978 voir abrégé voir colonne 3, ligne 41 - colonne 4, ligne 14 voir colonne 6, ligne 9 - ligne 22; figure 1 ---	1-4,7,8, 11,13-16
A	GB 388 262 A (ALFRED WISEMAN) 16 mars 1933 voir page 2, ligne 40 - ligne 56 voir page 3, ligne 21 - ligne 94; figures 1-3 ---	1,2,4,5, 7,15,21
A	FR 593 837 A (JULES ROUSSET) 1 septembre 1925 voir page 2, ligne 20 - ligne 24; figure 1 ---	6,20,21
	--- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ 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'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention 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

10 juin 1999

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

16/06/1999

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
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

Fonctionnaire autorisé

Van Zoest, A

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR 99/00531

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	DE 639 705 C (EUGEN THOMAS) 11 décembre 1936 voir page 1, ligne 1 - page 2, ligne 32; revendication 1; figure 1 ---	1-3,7,9, 15
A	EP 0 645 529 A (ISUZU CERAMICS RESEARCH INSTITUTE) 29 mars 1995 voir colonne 3, ligne 53 - colonne 4, ligne 20; figure 1 -----	1,2,15, 19

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR 99/00531

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4069794 A	24-01-1978	AUCUN	
GB 388262 A		AUCUN	
FR 593837 A	01-09-1925	AUCUN	
DE 639705 C		AUCUN	
EP 0645529 A	29-03-1995	US 5447130 A	05-09-1995
		DE 69316212 D	12-02-1998
		DE 69316212 T	16-07-1995