



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
10.10.2001 Bulletin 2001/41

(51) Int Cl.7: **F01L 9/04**, F01L 13/00,
F01L 1/24

(21) Numéro de dépôt: **01400853.6**

(22) Date de dépôt: **03.04.2001**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeur: **Bizieu, Laurent**
78860 Saint Nom la Breteche (FR)

(74) Mandataire: **Armengaud, Alain et al**
Cabinet Armengaud Aine,
3, Avenue Bugeaud
75116 Paris (FR)

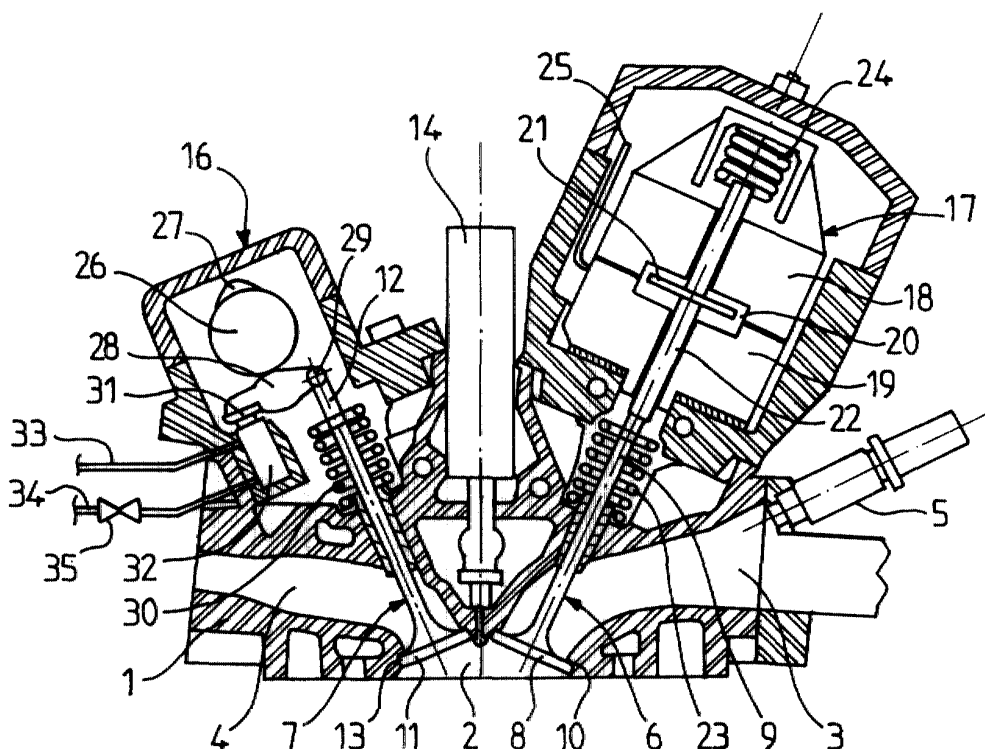
(30) Priorité: **05.04.2000 FR 0004351**

(71) Demandeur: **Peugeot Citroen Automobiles SA**
92200 Neuilly sur Seine (FR)

(54) **Moteur à combustion interne pour véhicule automobile**

(57) Moteur à combustion interne pour véhicule automobile, comportant au moins une soupape d'admission (6) et au moins une soupape d'échappement (7) coopérant respectivement avec des sièges (10, 13) ménagés sur chacun de ses cylindres (2), caractérisé en ce que le mouvement de la soupape d'admission à

l'ouverture comme à la fermeture vis-à-vis de son siège, est commandé et contrôlé à l'aide d'un actionneur électromagnétique (15), tandis que la soupape d'échappement est commandée par un ensemble (16) comprenant au moins un levier ou analogue (28) manoeuvré par un arbre (26) à cames (27), cet ensemble étant indépendant de l'actionneur électromagnétique.



Description

[0001] La présente invention est relative à un moteur à combustion interne pour véhicule automobile et concerne plus spécialement un agencement particulier des soupapes d'admission et d'échappement associées aux cylindres de ce moteur, ainsi que des moyens d'actionnement de ces soupapes.

[0002] Une solution classique dans les moteurs à combustion interne pour véhicule automobile consiste à commander le mouvement des soupapes à l'admission et à l'échappement au moyen d'un arbre à cames qui actionne directement ou indirectement, par exemple à l'aide de culbuteurs agissant sur leur tige, ces soupapes à l'encontre de ressorts de rappel pour provoquer le déplacement de ces soupapes vis-à-vis de leur siège en assurant l'ouverture ou la fermeture des cylindres ménagés dans la culasse du moteur et, selon le cas, permettre l'admission du mélange combustible injecté ou autrement admis dans ces cylindres ou l'éjection des gaz brûlés, les diverses soupapes du moteur étant commandées en séquence pour réaliser le cycle à plusieurs temps de ce moteur.

[0003] Une autre solution, plus moderne, consiste à supprimer l'arbre à cames, dont l'action sur les soupapes est purement mécanique, et à lui substituer un ensemble de distribution électromagnétique où, schématiquement, chaque tige de soupape est associée à une armature métallique qui se débat en va-et-vient dans l'entrefer d'un électroaimant, avec rappel par ressorts de la soupape dans une position moyenne intermédiaire.

[0004] Des modes de réalisation particuliers de tels actionneurs électromagnétiques des soupapes d'un moteur à combustion interne font par exemple l'objet des demandes de brevet 99 09618 du 23 juillet 1999, 00 01321 du 2 février et 00 01492 du 7 février 2000 au nom de la demanderesse. Notamment, ces demandes de brevet se rapportent à des perfectionnements à un actionneur électromagnétique de ce type, dont l'intérêt est parmi d'autres de permettre de désactiver aisément certains cylindres du moteur au cours du cycle, c'est-à-dire de les mettre hors service lors de certains temps de ce dernier selon les conditions de charge et de régime du moteur, procurant une réduction significative de la consommation du moteur sans nuire à ses performances.

[0005] Notamment, les actionneurs électromagnétiques précités permettent de concevoir et de réaliser de manière très efficace une distribution variable, en modifiant de manière immédiate les angles d'ouverture et de fermeture des soupapes, c'est-à-dire, au cours du cycle, l'instant précis où chaque soupape, aussi bien d'admission que d'échappement, s'ouvre ou se ferme, cet instant pouvant ainsi être adapté de façon optimale en fonction des besoins.

[0006] Le gain principal sur la consommation globale du moteur provient de la mise en oeuvre de ce type d'ac-

tionneur et de la distribution qu'il réalise dans les cylindres lorsqu'il est adapté sur une soupape d'admission du moteur, le contrôle des ouvertures et fermetures de cette soupape permettant d'ajuster au mieux la charge d'air qui est injectée dans le cylindre, de la même manière que le réalise le papillon du carburateur d'un moteur à essence, avec l'avantage qu'il évite tout pompage inhérent à cette dernière solution, pour autant que les angles d'ouverture et de fermeture de la soupape soient convenablement calés.

[0007] En pleine charge, le calage variable des angles de la soupape d'admission permet de bénéficier pleinement des effets aérodynamiques internes du répartiteur d'admission et d'avoir, par conséquent, un remplissage maximum. La courbe de couple maximal du moteur est alors fortement améliorée, notamment à bas régime. Il en résulte un gain immédiat sur la consommation du moteur en charge partielle et également sur sa courbe de couple maximum.

[0008] D'autres avantages découlent du contrôle de la charge directement par les soupapes avec une commande présentant un temps de réponse quasi instantané, dans laquelle l'inertie des pièces mobiles est largement réduite par rapport à la solution classique. Il en résulte une diminution de la réserve d'avance à l'allumage nécessaire dans les moteurs usuels et permet un fonctionnement dans des conditions où cette avance peut être parfaitement optimisée.

[0009] En revanche, si la même solution d'actionneurs à commande électromagnétique est également envisagée pour les soupapes d'échappement, en éliminant donc en totalité le mécanisme d'arbre à cames classique et en simplifiant par conséquent la structure mécanique du moteur du fait de la suppression des moyens d'entraînement de cet arbre, on accroît sans doute les possibilités de réglage du mouvement des soupapes et notamment d'ajustement de leur angle d'ouverture et de fermeture, en permettant en outre de façon plus efficace de désactiver certains des cylindres au cours du cycle du moteur, quelle que soit la charge de celui-ci.

[0010] Ainsi, dans un moteur à quatre cylindres, il s'avère intéressant, lorsque la charge du moteur est faible, c'est-à-dire lorsque la quantité d'air admise par cycle est faible, de désactiver deux cylindres en réalisant non seulement la fermeture des soupapes d'admission et d'échappement de ces cylindres, mais également en coupant l'injection et l'allumage, cette solution se révélant particulièrement efficace pour réduire de façon significative la consommation du moteur.

[0011] Dans ce cas, les deux autres cylindres du moteur qui restent actifs, travaillent avec des puissances plus élevées (généralement environ deux fois plus élevées) et donc avec des rendements meilleurs.

[0012] Enfin, dans la solution où toutes les soupapes sont commandées par des moyens électromagnétiques, le contrôle des angles d'ouverture et de fermeture de chacune de ces soupapes permet d'ajuster facile-

ment le taux de gaz résiduel dans chaque cylindre et de réduire les niveaux de polluants dans les gaz brûlés.

[0013] Mais, la mise en oeuvre de cette solution où le moteur ne comporte que des actionneurs électromagnétiques pour toutes les soupapes aussi bien d'admission que d'échappement, solution connue dans la technique sous le terme de "*Camless*", pose des problèmes techniques importants pour sa mise en oeuvre.

[0014] En effet, pour ce qui concerne une soupape d'échappement, on conçoit immédiatement que l'actionneur, qui commande directement l'armature portée par la tige de la soupape, est placé dans un environnement où la température est notablement plus élevée que celle qui entoure le même actionneur lorsqu'il est associé à une soupape d'admission.

[0015] L'échauffement provoqué se traduit par une accélération du vieillissement de l'actionneur, en particulier du bobinage de l'électroaimant et des isolants électriques qu'il comporte.

[0016] En outre, contrairement à ce qui intervient pour une soupape d'admission, l'ouverture d'une soupape d'échappement, surtout lorsque la charge du moteur s'accroît, requiert une énergie importante pour vaincre la pression résiduelle dans le cylindre, qui peut atteindre jusqu'à 8 bars au moment de l'ouverture. Pour ouvrir cette soupape, en s'opposant à cette pression, il faut que l'actionneur puisse fournir un effort dont l'ordre de grandeur représente le produit de la surface de la soupape par la différence entre la pression dans le cylindre et celle qui règne dans le collecteur d'échappement, laquelle est relativement voisine de la pression atmosphérique.

[0017] L'énergie nécessaire exige que le courant dans les bobines de l'électroaimant soit considérablement augmenté, d'où une dissipation thermique dans ces bobines qui croît avec le carré de l'intensité, augmentant encore la température de l'environnement de cet actionneur.

[0018] En pratique, la demande de courant est telle qu'elle dépasse les capacités de l'alternateur conventionnel équipant les véhicules automobiles classiques, la solution exigeant des architectures non conventionnelles d'alternateurs (par exemple deux alternateurs couplés dans le cas d'un réseau de bord de 12 V ou un alternateur de 42 V couplé au réseau de 12 V), ce qui accroît sensiblement le prix de revient de la solution.

[0019] Enfin, en raison de la pression résiduelle en forte charge que la soupape d'échappement doit contrer pendant l'ouverture, il en résulte une réduction des performances du moteur. En effet, le passage de l'état fermé à l'état ouvert de la soupape nécessite un temps de transition accru, qui se révèle pénalisant à haut régime et réduit l'efficacité de l'extraction des gaz brûlés du cylindre, la puissance maximale du moteur étant ainsi plus limitée.

[0020] La présente invention a pour objet un nouvel agencement des moyens réalisant l'actionnement des soupapes d'admission et d'échappement d'un moteur à

combustion interne pour véhicule automobile, qui pallie ces inconvénients.

[0021] A cet effet, le moteur considéré, comportant au moins une soupape d'admission et au moins une soupape d'échappement coopérant respectivement avec des sièges ménagés sur chacun de ses cylindres, le mouvement de la soupape d'admission à l'ouverture comme à la fermeture vis-à-vis de son siège étant commandé et contrôlé à l'aide d'un actionneur électromagnétique, tandis que la soupape d'échappement est commandée par un ensemble comprenant au moins un système mécanique tel qu'un levier ou analogue manoeuvré par un arbre à cames, cet ensemble étant indépendant de l'actionneur électromagnétique, se caractérise en ce que, pour accroître son rendement, il comporte des moyens propres, au cours d'un cycle, à désactiver au moins un de ses cylindres, en fermant simultanément sur celui-ci la soupape d'admission et la soupape d'échappement, maintenues appliquée chacune sur son siège.

[0022] De préférence également, la fermeture de la soupape d'admission et de la soupape d'échappement s'accompagne de la coupure de l'injection du mélange carburant dans le cylindre et de l'allumage dans ce cylindre.

[0023] Dans ce but et selon une caractéristique particulière de l'invention, le levier manoeuvré par l'arbre à cames pour commander la soupape d'échappement, agit simultanément sur une butée apte à fournir un effort de réaction variable tel que l'arbre à cames provoque, selon le cas, la commande de la soupape d'échappement ou l'enfoncement de la butée, auquel cas la soupape reste appliquée sur son siège, le cylindre étant désactivé.

[0024] D'autres caractéristiques d'un moteur à combustion interne dont la commande des soupapes d'admission et d'échappement est réalisée conformément à l'invention apparaîtront encore à travers la description qui suit d'un exemple de réalisation, donné à titre indicatif et non limitatif, en référence à la figure unique du dessin annexé qui illustre schématiquement une vue en coupe partielle de la culasse du moteur avec les moyens d'actionnement de ces soupapes.

[0025] Sur cette figure, la référence 1 désigne schématiquement une partie de la culasse du moteur, notamment au droit d'un cylindre 2, réuni à deux tubulures, respectivement 3 et 4, la première étant réservée à l'admission dans ce cylindre 2 d'un mélange d'essence et d'air, la seconde à l'échappement des gaz brûlés après allumage et combustion de ce mélange.

[0026] L'injection du mélange dans le cylindre peut être réalisée de toute manière appropriée, qui en elle-même n'importe pas à l'invention, par exemple à l'aide d'un injecteur 5 schématiquement illustré sur le dessin et monté en communication avec la tubulure d'admission 3.

[0027] Le cylindre 2 est associé à au moins une soupape d'admission 6 et à au moins une soupape d'échap-

pement 7. Sur la figure, la soupape d'admission 6 comporte une tête 8 prolongée par une tige 9, la tête 8 étant en appui sur un siège 10 prévu sur la culasse 1, au droit de la liaison entre la tubulure d'admission 3 et le cylindre 2.

[0028] De façon similaire, la soupape d'échappement 7 comporte une tête 11, une tige 12 solidaire de cette tête et un siège 13 prévu à l'extrémité de la tubulure 4 par laquelle s'échappent les gaz brûlés.

[0029] Une bougie ou organe d'allumage analogue 14 est monté sur la culasse 1 au droit du cylindre 2, de manière à permettre la création dans le cylindre de l'étincelle provoquant la combustion du mélange, selon un processus en lui-même parfaitement connu.

[0030] Conformément à l'invention, les deux soupapes 6 et 7, respectivement d'admission et d'échappement, sont séparément associées, la première à un actionneur électromagnétique 17, la seconde à un dispositif entièrement mécanique à arbre à cames 16, indépendants l'un de l'autre.

[0031] L'actionneur électromagnétique qui assure la commande de la soupape d'admission 6 et en particulier le contrôle de ses débattements vis-à-vis de son siège 10, est constitué de façon connue et notamment comme décrit dans les demandes de brevet précitées au nom de la demanderesse, par un électroaimant 17 lui-même constitué de deux bobines 18 et 19 ménageant entre elles un entrefer 20, délimitant une cavité relativement étroite dans laquelle peut se débattre une armature métallique 21, solidaire d'un support 22 prolongeant axialement la tige 9 de cette soupape. Des ressorts de rappel, respectivement 23 et 24, sont associés à la tige 9 et au support 22.

[0032] Le ressort 23 tend à fermer la soupape et le ressort 24 à l'ouvrir : en l'absence de courant, la soupape est à moitié ouverte. Lorsqu'un courant traverse la bobine supérieure 18, elle attire vers elle l'armature métallique 21, fermant ainsi la soupape. Lorsqu'un courant traverse la bobine inférieure 19, cette dernière attire vers elle l'armature 21 et la soupape s'ouvre.

[0033] Le mécanisme 16, qui actionne la soupape d'échappement 7, comporte essentiellement un arbre rotatif 26 présentant dans sa surface externe une came en saillie 27, propre à venir agir lors de la rotation de l'arbre, sur un levier ou analogue 28 en appui en 29 sur l'extrémité de la tige 12 de la soupape 7. Un ressort 30 est prévu pour assurer le rappel de la tête 11 de cette dernière sur son siège 13, lorsque la came 27 n'est pas en contact avec le levier 28.

[0034] Le levier 28 s'appuie d'autre part sur une butée 31 dont le positionnement est réglable, constituée notamment, dans l'exemple représenté, au moyen d'un système hydraulique constitué essentiellement d'un piston, lié à la butée 31, se trouvant à l'intérieur d'un cylindre dont la cavité 32 est alimentée en permanence par une canalisation d'admission 33 d'un fluide incompressible, en particulier constitué par l'huile de lubrification du moteur.

[0035] L'huile contenue dans la cavité du cylindre peut le cas échéant s'évacuer hors de celle-ci par une autre canalisation 34, sur laquelle est prévue une électrovanne de commande 35.

5 **[0036]** En fonctionnement normal, le levier 28, en appui sur la butée 31, provoque à chaque passage de la came 27 de l'arbre 26 un effort sur la tige 12 de la soupape 7 à l'encontre du ressort 30, en réalisant l'ouverture de la soupape qui est décollée de son siège 13, donc en assurant la mise en communication du cylindre et de la tubulure 4 pour l'échappement des gaz brûlés.

10 **[0037]** Toutefois, les moyens ainsi mis en oeuvre pour commander respectivement les deux soupapes 6 et 7, permettent de façon simple de désactiver s'il y a lieu le cylindre 2 en le maintenant fermé au cours d'un cycle de fonctionnement, les têtes 8 et 11 des soupapes restant appliquées sur leurs sièges respectifs 10 et 13.

15 **[0038]** En ce qui concerne l'actionneur électromagnétique 15, on conçoit immédiatement que la désactivation de la soupape d'admission 6 peut être obtenue de la façon la plus simple en alimentant électriquement la bobine 18.

20 **[0039]** En revanche, pour le mécanisme 16, la même fonction peut être réalisée en ouvrant l'électrovanne 35 sur la canalisation 34 de manière à faire chuter la pression dans la cavité 32, le levier 28, lors du passage de la came 27, repoussant la butée 31, sans exercer d'effort sur la tige 12 de la soupape qui reste ainsi fermée grâce à l'effort du ressort de rappel 30.

25 **[0040]** Les inventeurs ont constaté que le système de l'invention permettait de diminuer la consommation du moteur et que la désactivation du cylindre permettait d'accroître encore le gain sur la consommation, en particulier lorsque le régime du moteur est faible, de l'ordre de 700 à 3500 tours par minute, la commande de la butée hydraulique n'exigeant pas à ces rotations des temps de commutation particulièrement limités.

30 **[0041]** En parallèle, on peut bien entendu, lorsque le cylindre 2 est désactivé, ses soupapes restant fermées, supprimer l'injection et couper l'allumage.

35 **[0042]** On réalise ainsi un moteur à combustion interne de conception simple, qui combine les avantages d'un actionneur électromagnétique et d'un actionneur classique à arbre à cames, purement mécanique, la mise en oeuvre simultanée de ces deux solutions, respectivement sur les soupapes d'admission et d'échappement, qui n'implique qu'un coût réduit, ne conduisant pas à une limitation sur les possibilités de pilotage du croisement, c'est-à-dire sur le choix du moment où, en régime normal, chaque soupape d'échappement se ferme en même temps que s'ouvre la soupape d'admission.

40 **[0043]** Bien entendu, il va de soi que l'invention ne se limite pas à l'exemple de réalisation plus spécialement décrit ci-dessus en référence aux dessins annexés ; elle en embrasse au contraire toutes les variantes.

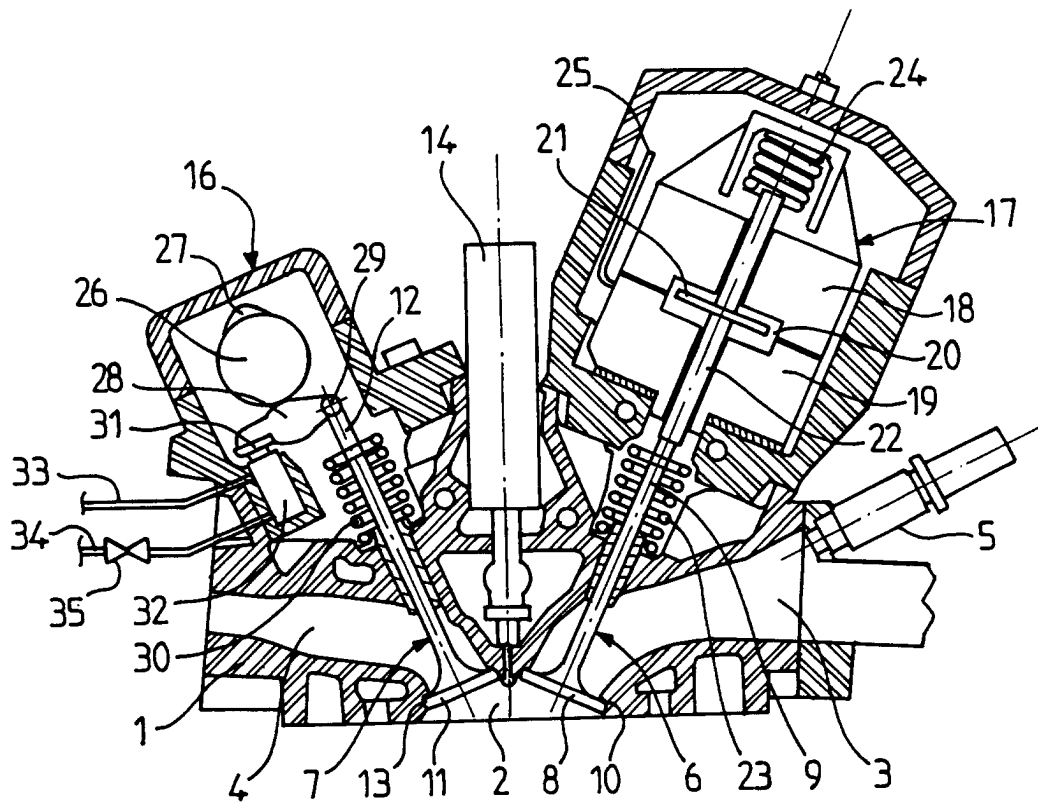
Revendications

1. Moteur à combustion interne pour véhicule automobile, comportant au moins une soupape d'admission (6) et au moins une soupape d'échappement (7) coopérant respectivement avec des sièges (10, 13) ménagés sur chacun de ses cylindres (2), le mouvement de la soupape d'admission à l'ouverture comme à la fermeture vis-à-vis de son siège étant commandé et contrôlé à l'aide d'un actionneur électromagnétique (17), tandis que la soupape d'échappement est commandée par un ensemble (16) comprenant au moins un système mécanique tel qu'un levier ou analogue (28) manoeuvré par un arbre (26) à cames (27), cet ensemble étant indépendant de l'actionneur électromagnétique, ledit moteur étant **caractérisé en ce que**, pour accroître son rendement, il comporte des moyens (31-35) propres, au cours d'un cycle, à désactiver au moins un de ses cylindres (2), en fermant simultanément sur celui-ci la soupape d'admission (6) et la soupape d'échappement (7), maintenues appliquée chacune sur son siège.

5
10
15
20
2. Moteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la fermeture de la soupape d'admission (6) et de la soupape d'échappement (7) s'accompagne de la coupure de l'injection du mélange carburant dans le cylindre (2) et de l'allumage dans ce cylindre.

25
30
3. Moteur selon les revendications 1 et 2, **caractérisé en ce que** le levier (28) manoeuvré par l'arbre (26) à cames (27) pour commander la soupape d'échappement (7), agit simultanément sur une butée (31) apte à fournir un effort de réaction variable tel que l'arbre à cames provoque, selon le cas, la commande de la soupape d'échappement ou l'enfoncement de la butée.

35
40
45
50
55





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 01 40 0853

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	FR 2 782 119 A (FORD GLOBAL TECH INC) 11 février 2000 (2000-02-11) * page 1, ligne 31 - page 2, ligne 23 * * page 8, ligne 5-13 * * revendications; figures *	1	F01L9/04 F01L13/00 F01L1/24
A	US 5 647 312 A (SALBER WOLFGANG ET AL) 15 juillet 1997 (1997-07-15) * colonne 3, ligne 63 - colonne 4, ligne 36; figure 5 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 201 (M-325), 14 septembre 1984 (1984-09-14) & JP 59 090718 A (MITSUBISHI DENKI KK), 25 mai 1984 (1984-05-25) * abrégé *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 02, 29 février 2000 (2000-02-29) & JP 11 324623 A (ISUZU CERAMICS RES INST CO LTD), 26 novembre 1999 (1999-11-26) * abrégé *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) F01L
A	US 4 167 931 A (IIZUKA HARUHIKO) 18 septembre 1979 (1979-09-18) * abrégé; figure 3 *	3	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 24 juillet 2001	Examineur Klinger, T
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire	

EP FORM 1503 03.92 (PAX02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 01 40 0853

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

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

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

24-07-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2782119 A	11-02-2000	US 6009841 A	04-01-2000
		DE 19932644 A	09-03-2000
		US 6148779 A	21-11-2000
US 5647312 A	15-07-1997	DE 4341945 A	09-02-1995
		DE 59402516 D	28-05-1997
		WO 9504210 A	09-02-1995
		EP 0663042 A	19-07-1995
JP 59090718 A	25-05-1984	AUCUN	
JP 11324623 A	26-11-1999	AUCUN	
US 4167931 A	18-09-1979	AUCUN	

EPC FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82