



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 143 127 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

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

(51) Int Cl.7: **F02B 75/04, F02D 15/02**

(21) Numéro de dépôt: **01400802.3**

(22) Date de dépôt: **28.03.2001**

(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: **Beroff, Jacques**
78350 Jouy-en-Josas (FR)

(74) Mandataire: **Lanceplaine, Jean-Claude et al**
CABINET LAVOIX
2, Place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cédex 09 (FR)

(30) Priorité: **04.04.2000 FR 0004298**

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

(54) **Moteur à combustion interne, à rapport volumétrique et à cylindrée variables**

(57) Moteur à combustion interne, comprenant au moins un cylindre (1) dans lequel peut se déplacer un piston (2) entre un point mort haut et un point mort bas, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour faire varier la position du point mort haut (PMH) entre des limites prédéterminées afin de faire varier simultanément la course (C3, C4) du piston, la position du point mort bas (PMB) et corrélativement le rapport volumétrique et la cylindrée en fonction des conditions d'utilisation du moteur. Ces moyens comprennent une bielle (3) articulée d'une part sur le piston (2) et d'autre part sur une bielle principale (4) qui tourne sur un vilebrequin (15), et la bielle principale (4) est également articulée sur une biellette (7) formant balancier, associée à un organe de réglage (8) commandé par un actionneur (20) qui permet de régler la position en hauteur de la biellette (7) et par conséquent de déplacer le point mort haut du piston (2), ainsi que son point mort bas, et de ce fait de régler le rapport volumétrique et la cylindrée du moteur. L'invention assure des gains potentiels importants en consommation de carburant par amélioration du rendement quand on augmente le taux de compression et qu'on réduit la cylindrée unitaire, cette dernière pouvant varier dans des proportions supérieures à 25% pour une variation de rapport volumétrique de 100%.

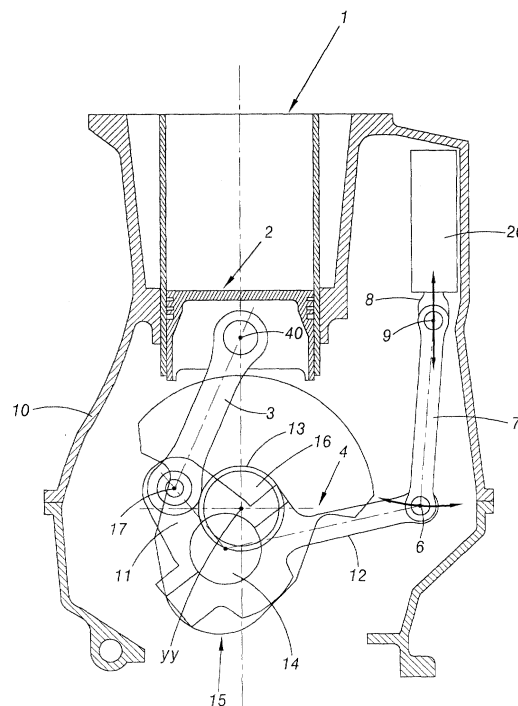


FIG.2

EP 1 143 127 A1

Description

[0001] La présente invention a pour objet un moteur à combustion interne.

[0002] Le rapport volumétrique d'un moteur étant défini comme le rapport entre les volumes de la chambre de combustion d'un cylindre au point mort bas et au point mort haut, le choix du rapport volumétrique est un compromis entre le rendement à bas régime et basse charge (faible puissance demandée) et l'apparition de cliquetis dans des conditions de fonctionnement plus chargé.

[0003] Il est intéressant de faire varier le rapport volumétrique en fonction des conditions d'utilisation du moteur. Les dispositifs connus et mis en oeuvre jusqu'à présent concernent le déphasage de la distribution avec comme effet la réduction du rapport effectif relativement au taux géométrique de base.

[0004] La variation de volume mort et/ou de volume balayé a fait l'objet de nombreuses propositions, mais qui n'ont pas été suivies d'exploitations industrielles en grande série connues. Les familles de solutions proposées sont en substance les suivantes :

- modification du volume mort côté culasse par un piston additionnel,
- longueur de bielle variable,
- piston « gonflable »,
- distance axe de vilebrequin - plan de joint de culasse variable,
- course variable.

[0005] Ces diverses propositions aboutissent à une variation limitée de la cylindrée, dans une proportion inférieure à 25% et présentent divers inconvénients.

[0006] L'invention a pour but de proposer un dispositif permettant de régler le rapport volumétrique et par conséquent de faire varier la cylindrée en fonction des conditions d'utilisation dans des proportions supérieures à ce qui a été réalisé jusqu'à présent et une réduction corrélative plus importante de la consommation de carburant.

[0007] Conformément à l'invention, le moteur à combustion interne comprend des moyens pour faire varier la position du point mort haut entre des limites prédéterminées, afin de faire varier simultanément la course du piston, la position du point mort bas et, corrélativement le rapport volumétrique et la cylindrée, en fonction des conditions d'utilisation du moteur.

[0008] Ainsi, en fonction du réglage de la position du point mort haut au moyen d'un système approprié, on obtient une cylindrée unitaire faible et un taux fort, ou une cylindrée plus grande et un taux plus bas.

[0009] Suivant un mode de réalisation de l'invention, lesdits moyens comprennent une bielle esclave articulée d'une part sur le piston et d'autre part sur une bielle maîtresse qui tourne sur un vilebrequin et ladite bielle maîtresse est également articulée sur une bielle for-

mant balancier, associée à un organe de réglage de la position de ladite bielle esclave commandant les positions des points morts haut et bas.

[0010] D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre, faite en référence aux dessins annexés qui en illustrent une forme de réalisation à titre d'exemple non limitatif.

La figure 1 est une vue schématique représentant le principe du dispositif permettant de régler le rapport volumétrique et la cylindrée conformément à l'invention.

La figure 2 est une vue en élévation simplifiée d'une forme de réalisation industrielle d'un moteur à combustion interne équipé d'un dispositif de réglage du rapport volumétrique et de la cylindrée conforme à l'invention.

Les figures 3 et 4 sont des vues en perspective de la bielle principale du dispositif illustré à la figure 2.

La figure 5 est une vue en élévation similaire à la figure 2 montrant la position du point mort haut du piston et de son dispositif de commande pour un taux fort et une course faible du piston,

La figure 6 est une vue similaire à la figure 5 montrant le piston à son point mort bas et la position correspondante de son dispositif de commande pour un taux fort et une course faible,

La figure 7 est une vue analogue à la figure 5 montrant la position du point mort haut du piston et de son dispositif de commande pour un taux faible et une course forte du piston.

La figure 8 est une vue analogue à la figure 7 montrant le piston dans sa position de point mort bas ainsi que la position de son dispositif de commande pour un taux faible et une course forte du piston.

La figure 9 est une vue en élévation schématique à échelle agrandie par rapport à la figure 2 du piston et de son dispositif de commande de cylindrée, montrant les trajectoires parcourues par les axes d'articulation pour un premier réglage de la bielle formant balancier,

La figure 10 est une vue analogue à la figure 9 montrant les trajectoires parcourues par les axes d'articulation durant la rotation du vilebrequin, pour une seconde position de réglage de la bielle formant balancier.

La figure 11 est un graphique illustrant les différentes courses possibles du piston entre le point mort haut et le point mort bas ainsi que la plage de réglage de la bielle balancier et les courses des axes d'articulation durant la rotation du vilebrequin. La figure 12 est un graphique illustrant les variations du rapport volumétrique et de la cylindrée en fonction de la valeur de la plage de réglage de la bielle balancier.

[0011] Le dispositif schématique représenté à la figure 1 comprend un cylindre 1 dans lequel un piston 2 peut

exécuter des courses entre un point mort haut et un point mort bas. Le piston 2 est lié à une bielle 3 dite bielle esclave, articulée d'une part sur le piston 2 et d'autre part sur une bielle principale 4 qui tourne sur un vilebrequin 5. La bielle principale 4 est également articulée par un axe 6 sur une bielle 7 formant balancier, associée à un organe de réglage 8 de la position de ladite bielle 7. A son extrémité opposée à l'axe 6, la bielle-balancier est donc articulée en 9 sur l'organe de réglage 8 qui peut être par exemple un excentrique, un piston, un arbre à cames, etc...

[0012] La bielle principale 4 comporte un bras court 11 et un bras long 12 solidaires d'un corps tubulaire 13 qui peut tourner sur un maneton 14 faisant partie intégrante d'un vilebrequin 15. Ce dernier comprend un tourillon 16, un bras non représenté et le maneton 14.

[0013] Le bras court 11 assure la liaison entre le maneton 14 et l'axe 17 de la bielle 3, tandis que le bras long 12 assure la liaison entre le maneton 14 et l'axe 6 d'articulation sur la bielle-balancier 7.

[0014] Ce dispositif est mis en oeuvre de la manière suivante.

[0015] La position de l'organe de réglage 8, et par conséquent de la bielle balancier 7 suivant un axe parallèle à l'axe général XX reliant le centre du piston 2 et l'axe YY de rotation du vilebrequin 15, détermine la position du point mort haut du piston 2. Cette position détermine à son tour la course du piston et par conséquent la position de son point mort bas, c'est à dire la cylindrée et le rapport volumétrique.

[0016] Une fois la position de la bielle balancier 7 réglée par l'organe 8, et pendant le fonctionnement du moteur, le piston 2 exécute des aller et retour suivant l'axe XX, le vilebrequin 15 tourné autour de l'axe YY, l'axe 17 d'articulation de la bielle 3 sur le bras court 11 décrit une ellipse, tandis que la bielle 7 exécute des mouvements de balancier autour de son axe d'articulation 9 sur l'organe de réglage 8, ces mouvements de balancier se situant dans le plan de la figure 1.

[0017] On décrira maintenant une forme de réalisation industrielle du moteur et de son dispositif de réglage de rapport volumétrique en se référant aux figures 2 à 10.

[0018] A la figure 2, le piston 2 est représenté dans un point mort bas, le cylindre 1 et le dispositif de commande du rapport volumétrique du piston 2 étant logés dans un bloc culasse 10. L'organe de réglage 8 coopère avec un actionneur 20 également disposé à l'intérieur du bloc culasse 10.

[0019] A chaque position de l'organe de réglage 8, commandé par un actionneur 20, correspond une position de la bielle balancier 7, de la bielle principale ou bielle maîtresse 4, du vilebrequin 15 et de son tourillon 16, de la bielle esclave 3 et du piston 2.

[0020] Les figures 5 et 6 illustrent les positions extrêmes du piston 2 pour un taux de compression fort et une course faible : la figure 5 montre l'état du dispositif et du piston 2 au point mort haut et la figure 6 montre les mêmes

positions au point mort bas du piston 2.

[0021] Les figures 7 et 8 illustrent respectivement les positions du piston et de son dispositif de commande au point mort haut et au point mort bas pour un taux faible et une course forte du piston 2.

[0022] A chacune des positions extrêmes de ces courses faible et forte respectives correspond une position de la bielle balancier 7 et par conséquent de son organe de réglage 8.

[0023] La figure 9 montre les trajectoires des éléments mobiles du dispositif pour une position donnée de l'axe d'articulation 9 de la bielle 7 sur l'organe 8 de réglage : pour une position donnée de ce point de réglage 9, le maneton 14 décrit un cercle non représenté autour du tourillon fixe 16. L'axe 17 de la bielle 3 décrit une ellipse E1 alors que le piston 2 se déplace selon l'axe vertical XX. La bielle 7 exécute un mouvement de balancier autour de son axe d'articulation 9 et sert d'élément de réaction. Si l'on déplace l'axe 9, soit verticalement, soit selon une loi quelconque dans un plan, on modifie et la position du piston 2 en fin de course, et la trajectoire elliptique E de l'axe 17 de la bielle 3, et la loi de mouvement de l'ensemble de ces deux pièces.

[0024] La figure 12 donne un exemple de l'évolution simultanée du rapport volumétrique (en ordonnée à gauche), et de la cylindrée en centimètres cubes (en ordonnée à droite), en fonction du réglage de la position de l'axe d'articulation 9 dans la plage P (en mm), figure 11.

[0025] Les positions des axes 17, 6, 9, les longueurs relatives des bras 11 et 12 de la bielle maîtresse 4, et l'angle que ces bras forment entre eux, ainsi que la longueur de la bielle balancier 7, sont choisis pour obtenir la variation de taux souhaitée et préférentiellement une variation inverse de la cylindrée. A un taux fort correspondra une cylindrée réduite, et réciproquement. L'angle des bras 11 et 12 de la bielle principale 4 est de préférence compris entre 100 et 130° environ. Cet écartement des bras permet de réduire les efforts sur la bielle balancier 7, et donc sur l'actionneur 20, lequel peut être à consommation d'énergie de pilotage réduite.

[0026] De préférence, le rapport entre les longueurs du bras court 11 et du bras long 12 est compris entre 0,6 et 0,8 permettant d'obtenir un rapport de cylindrée (petite cylindrée sur grande cylindrée) de respectivement 0,75 et 0,60 pour une variation de taux de compression respectivement de l'ordre de 7 points et de 4,5 points de taux.

[0027] On choisit également préférentiellement la position de l'organe de réglage 8 et de l'axe d'articulation 9 de manière qu'en position basse, l'axe d'articulation 6 oscille sous l'axe horizontal ZZ (figure 10), suivant une courbe 30. L'axe ZZ est perpendiculaire à l'axe XX défini par l'alignement de l'axe YY du vilebrequin 15, de l'axe du maneton 14, de l'axe 17 et de l'axe 40 d'articulation de la bielle esclave 3 sur le piston 2. Plus généralement, on choisira de préférence la position de l'organe de réglage 8 et de l'axe d'articulation 9 pour que l'axe d'arti-

culation 6 oscille au-dessus de l'axe ZZ en position haute et au-dessous de cet axe en position basse. Un autre élément de réglage est le déport d de l'axe XX initial du cylindre 1, jusqu'à une position X'X' (figure 10), préférentiellement dans la direction opposée aux axes d'articulation 6, 9 par rapport à l'axe initial XX. Ce paramètre modifie l'obliquité de la bielle 3 en fonctionnement et la position des points morts.

[0028] Le sens de rotation du vilebrequin 15 est quelconque, mais tel que représenté, en vue de face, le balancier 7 à droite de l'axe XX, le sens préférentiel de rotation est celui des aiguilles d'une montre.

[0029] Dans l'exemple de réalisation précédemment décrit, la trajectoire du point d'articulation 9 entre la bielle 7 et l'organe de réglage 8 est linéaire.

[0030] Selon une variante, la trajectoire de ce point d'articulation 9 est curviligne. Dans ce cas, lorsque le point d'articulation 9 atteint sa position haute maximale, il se rapproche de l'axe du cylindre 1 et l'angle entre la bielle principale 4 et la bielle 7 est réduit.

[0031] Le graphique de la figure 11 montre les courbes de différents éléments du dispositif précédemment décrit :

- la plage P est la hauteur de réglage de l'axe d'articulation 9 de la bielle balancier 7 entre le point haut 9(H) et le point bas 9(B) sur une amplitude P.

[0032] La courbe C1 est la trajectoire oscillante parcourue par l'extrémité inférieure 6 d'articulation de la bielle 7 lorsque son axe d'articulation 9 est en position haute 9(H), et la courbe C2 correspond à la trajectoire de son axe d'articulation 6 pour une position basse 9B de son extrémité supérieure 9.

[0033] L'ellipse E1 est parcourue par l'axe 17 d'articulation de la bielle esclave 3 lorsque la bielle balancier 7 est en position haute 9H et le piston 2 est en position de point mort haut la plus basse (PMHb). L'ellipse E2 est parcourue par l'axe 17 de la bielle esclave 3 lorsque l'axe 9 du balancier 7 est en position basse extrême 9B et le piston 2 est en position de point mort haut la plus élevée (PMHh).

[0034] Enfin, la course forte C3 du piston 2 est délimitée par son point mort haut « bas » (PMH b) et par son point mort bas « bas » (PMB b) : cette course C3 correspond à la distance entre les positions du piston 2 à la figure 7 et à la figure 8 (course forte, taux faible). La course faible C4 du piston 2 est délimitée par une position de point mort haut (PMH h) située plus haut que la position de point mort haut (PMH b) de la course forte, et la position de point mort bas (PMB h), située à une hauteur supérieure à celle du point mort bas de la course forte C3 (PMB b) ; cette course faible C4 correspond à la course du piston 2 entre les positions de la figure 5 et de la figure 6.

[0035] Les avantages du dispositif conforme à l'invention qui vient d'être décrit sont les suivants :

- avantages théoriques :

gains potentiels très importants en consommation par :

- amélioration du rendement à charge partielle quand on augmente le taux de compression et que l'on réduit la cylindrée unitaire (effet de taux plus effet « down sizing » à faible charge),
- augmentation possible du taux de suralimentation hors cliquetis lorsque le rapport volumétrique est réduit (nouvel effet « down sizing » mais en pleine charge),
- gestion de la post-détente (cycle Atkinson) sur une grande plage d'utilisation,
- fonctionnement en modes de combustion particuliers: auto-allumage, mélange pauvre homogène, forte recirculation de gaz.

[0036] Avantages pratiques :

- variation possible de la cylindrée dans des proportions supérieures à 25% pour une variation de rapport volumétrique de 100%,
- la technologie utilisée connue pour les divers composants de l'ensemble (assemblage type bielle et bielle),
- compacité et masse du dispositif de variation de course.

[0037] L'invention est applicable à toutes architectures de moteurs et à tous types de carburants ou de combustibles.

[0038] L'invention n'est pas limitée à la forme de réalisation décrite et peut comporter de nombreuses variantes d'exécution.

Revendications

1. Moteur à combustion interne, comprenant au moins un cylindre (1) dans lequel peut se déplacer un piston (2) entre un point mort haut et un point mort bas, **caractérisé en ce qu'il** comprend des moyens pour faire varier la position du point mort haut (PMH) entre des limites prédéterminées afin de faire varier simultanément la course (C3, C4) du piston, la position du point mort bas (PMB) et corrélativement le rapport volumétrique et la cylindrée en fonction des conditions d'utilisation du moteur.
2. Moteur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** lesdits moyens comprennent une bielle (3) articulée d'une part sur le piston (2) et d'autre part sur une bielle principale (4) qui tourne sur un vilebrequin (15), et **en ce que** ladite bielle principale (4) est également articulée sur une bielle (7) formant balancier, associée à un organe (8) de réglage de

la position de ladite biellette commandant les positions des points morts haut et bas.

3. Moteur selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** la bielle principale (4) comporte un bras court (11) entre un maneton (14) du vilebrequin (15) et un axe (17) de la bielle (3) et un bras long (12) entre ledit maneton et un axe d'articulation (6) sur ladite biellette (7) formant balancier. 5
4. Moteur selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'angle que les bras (11, 12) de la bielle principale (4) forment entre eux est compris entre 100 et 130° environ. 10
5. Moteur selon la revendication 3 ou 4, **caractérisé en ce que** le rapport entre les longueurs du bras court (11) et du bras long (12) est compris entre 0,6 et 0,8. 15
6. Moteur selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** la trajectoire du point d'articulation (9) entre la bielle principale (4) et la biellette (7) est linéaire. 20
7. Moteur selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** la trajectoire du point d'articulation (9) entre la bielle principale (4) et la biellette est curviligne. 25
8. Moteur selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, **caractérisé en ce que** l'organe de réglage (8) coopère avec un actionneur (20). 30

35

40

45

50

55

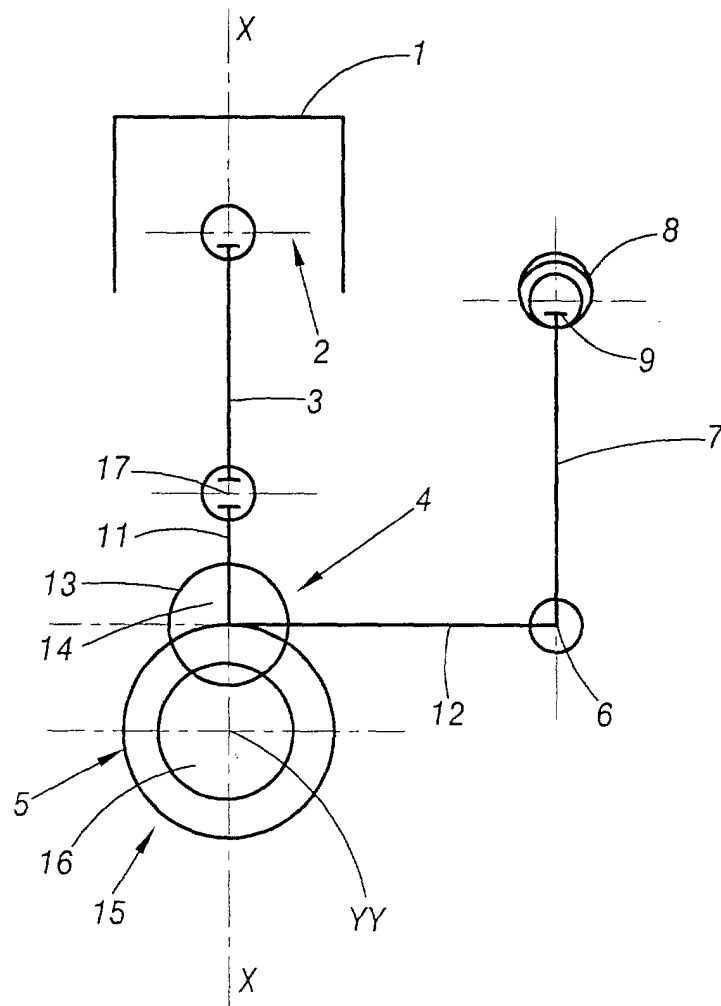


FIG. 1

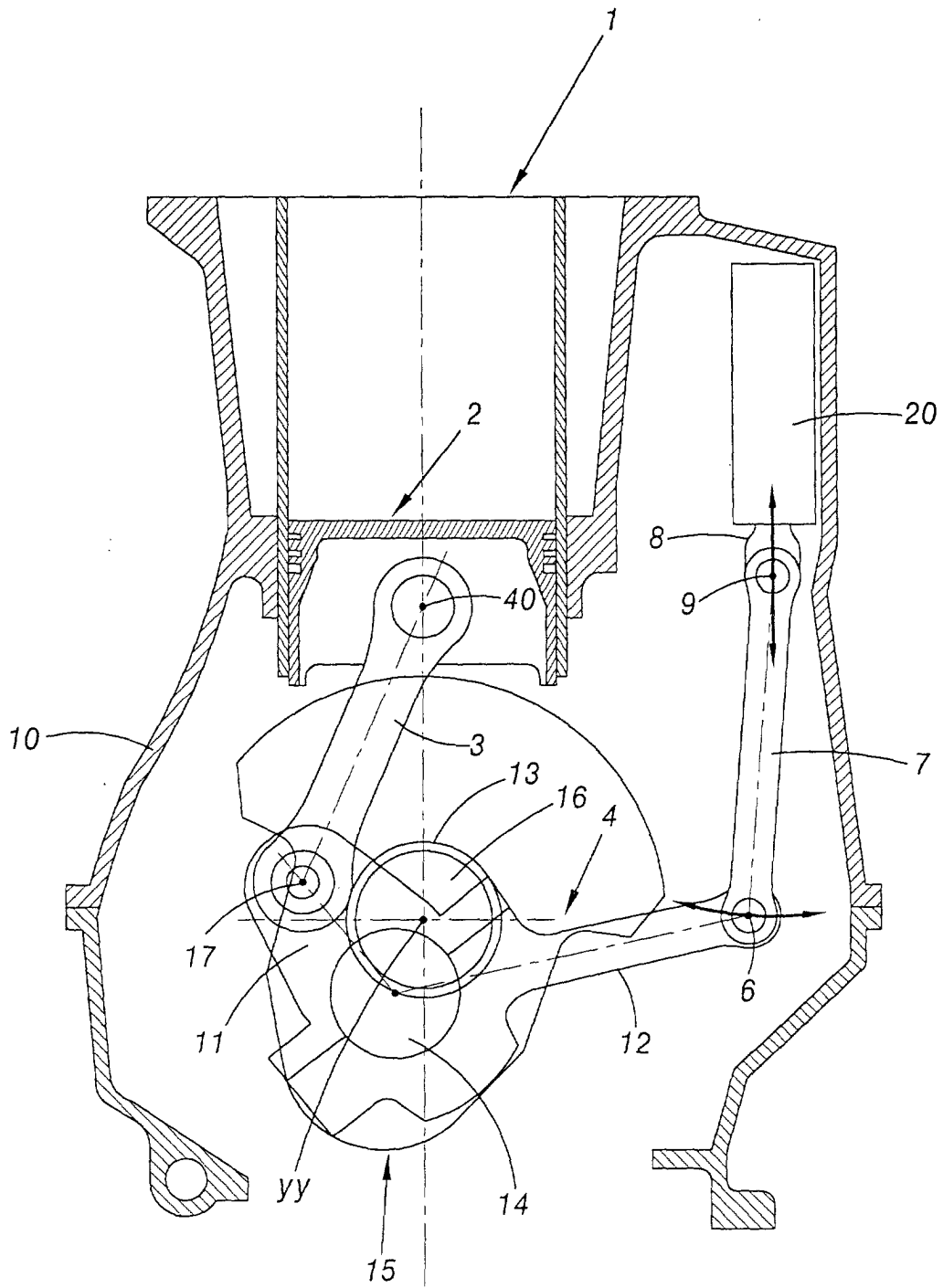


FIG. 2

FIG.3

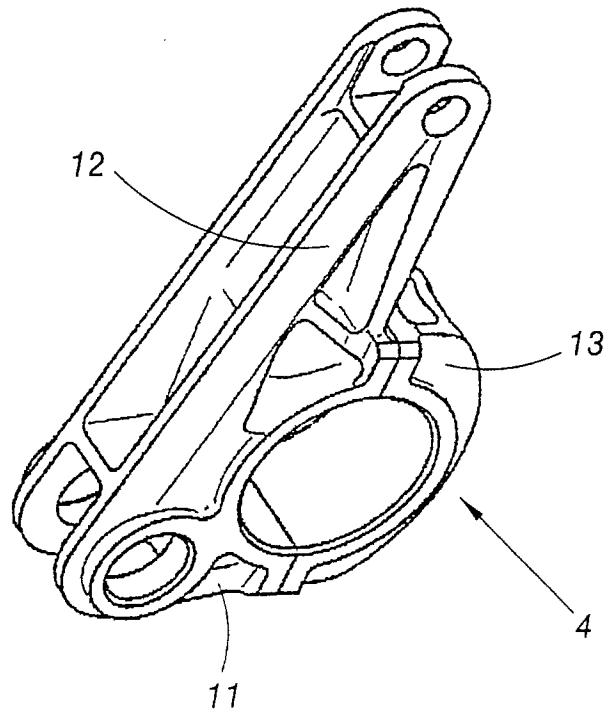
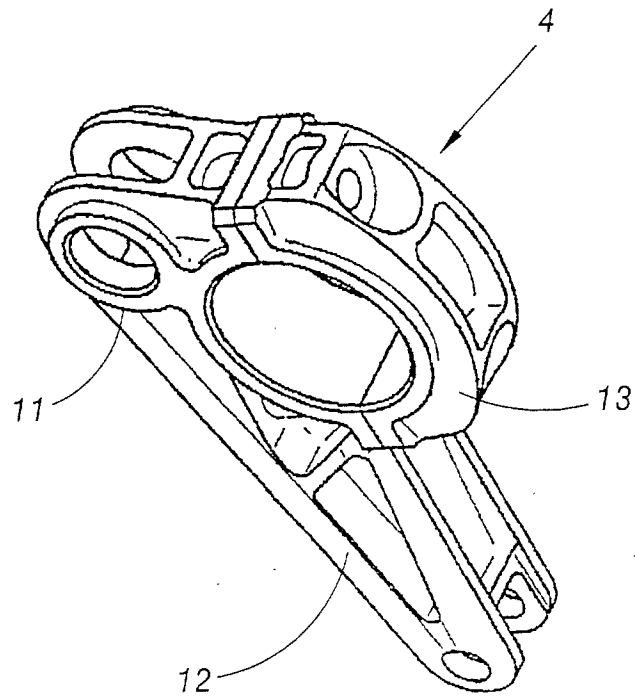


FIG.4



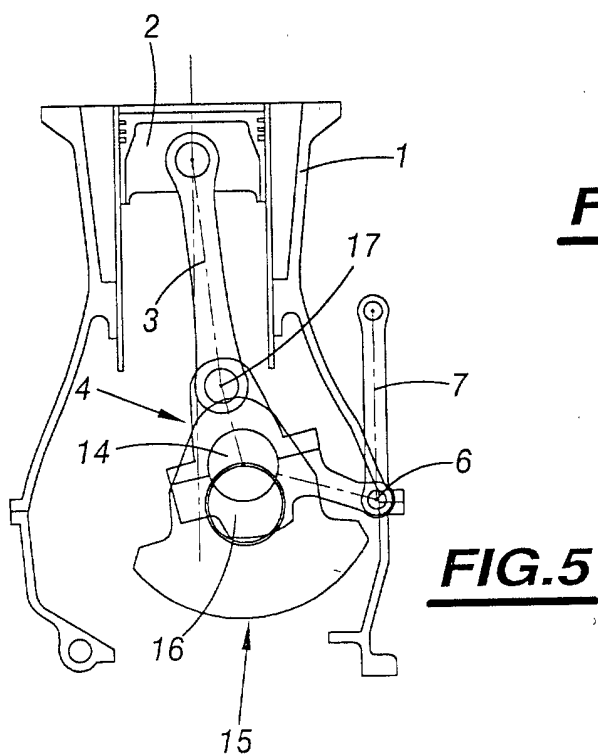


FIG. 7

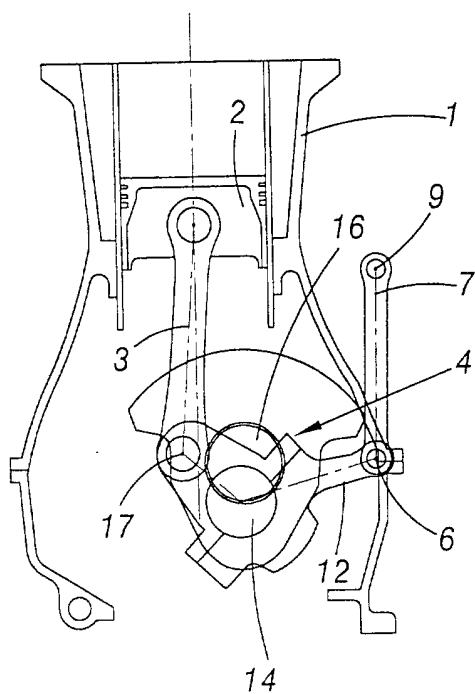
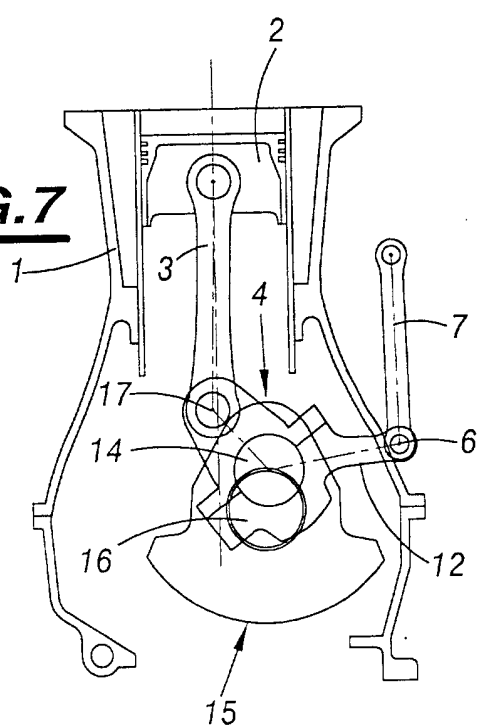


FIG. 6

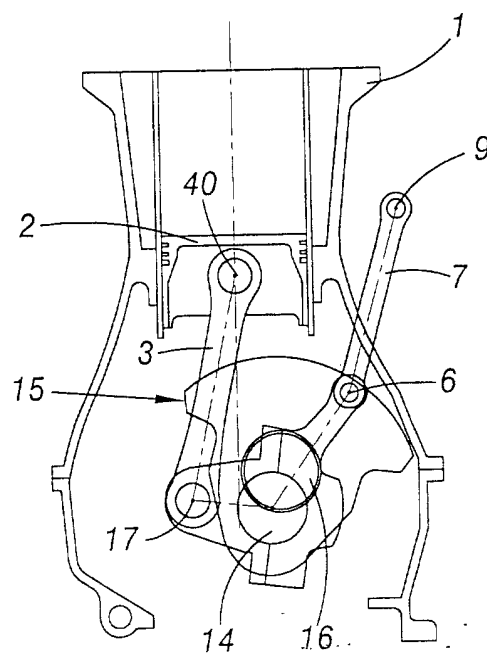


FIG. 8

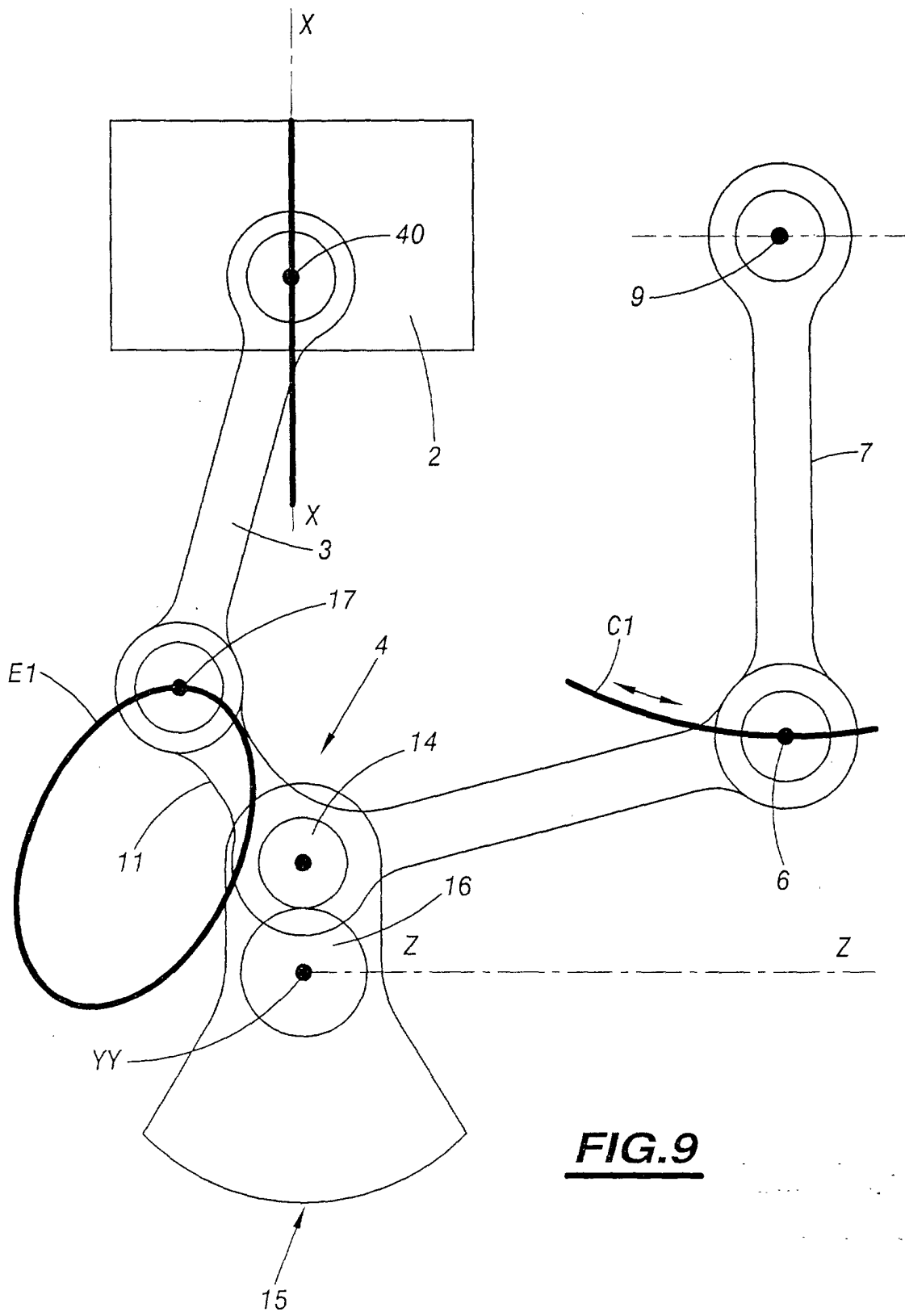
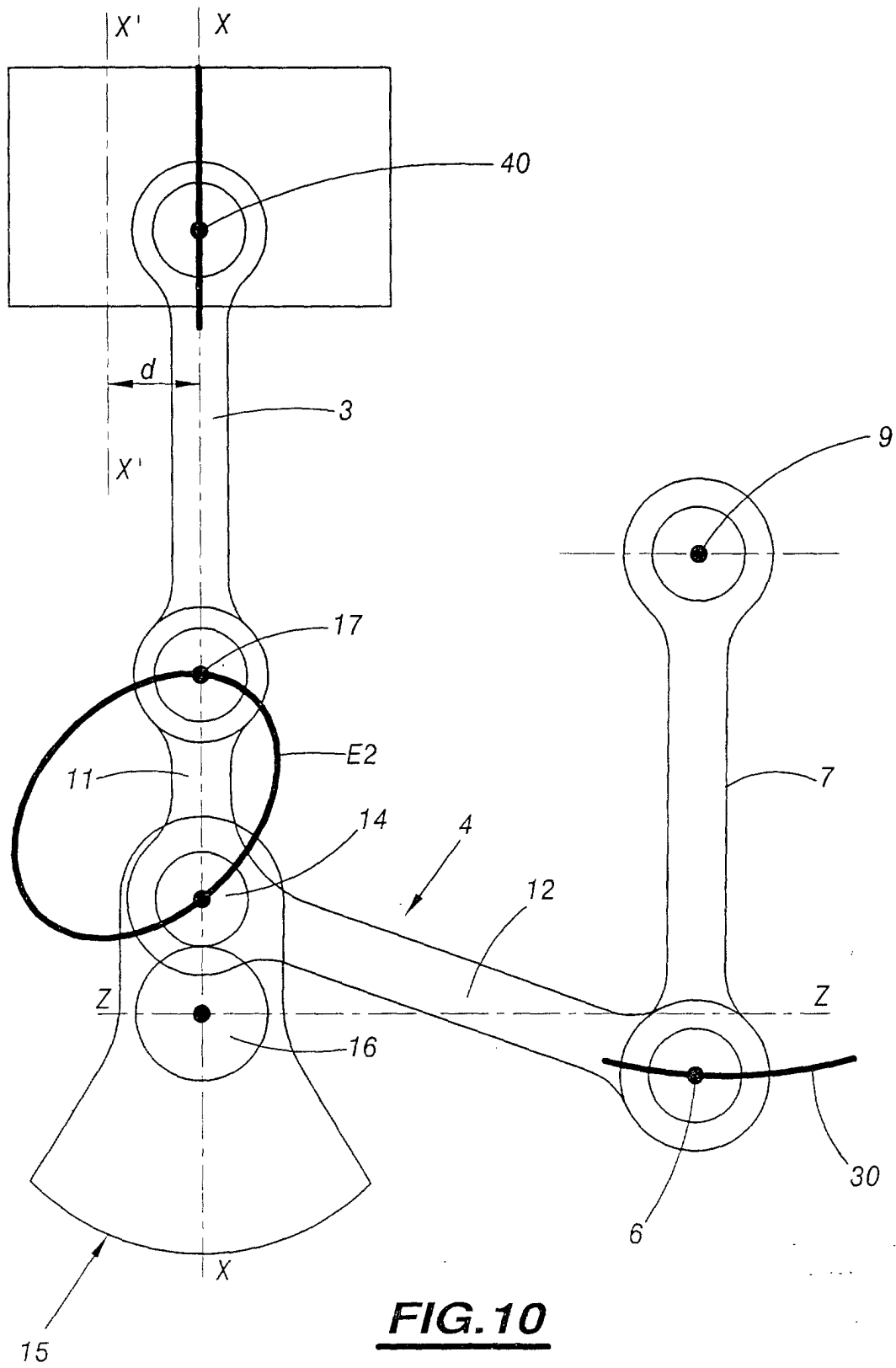


FIG.9



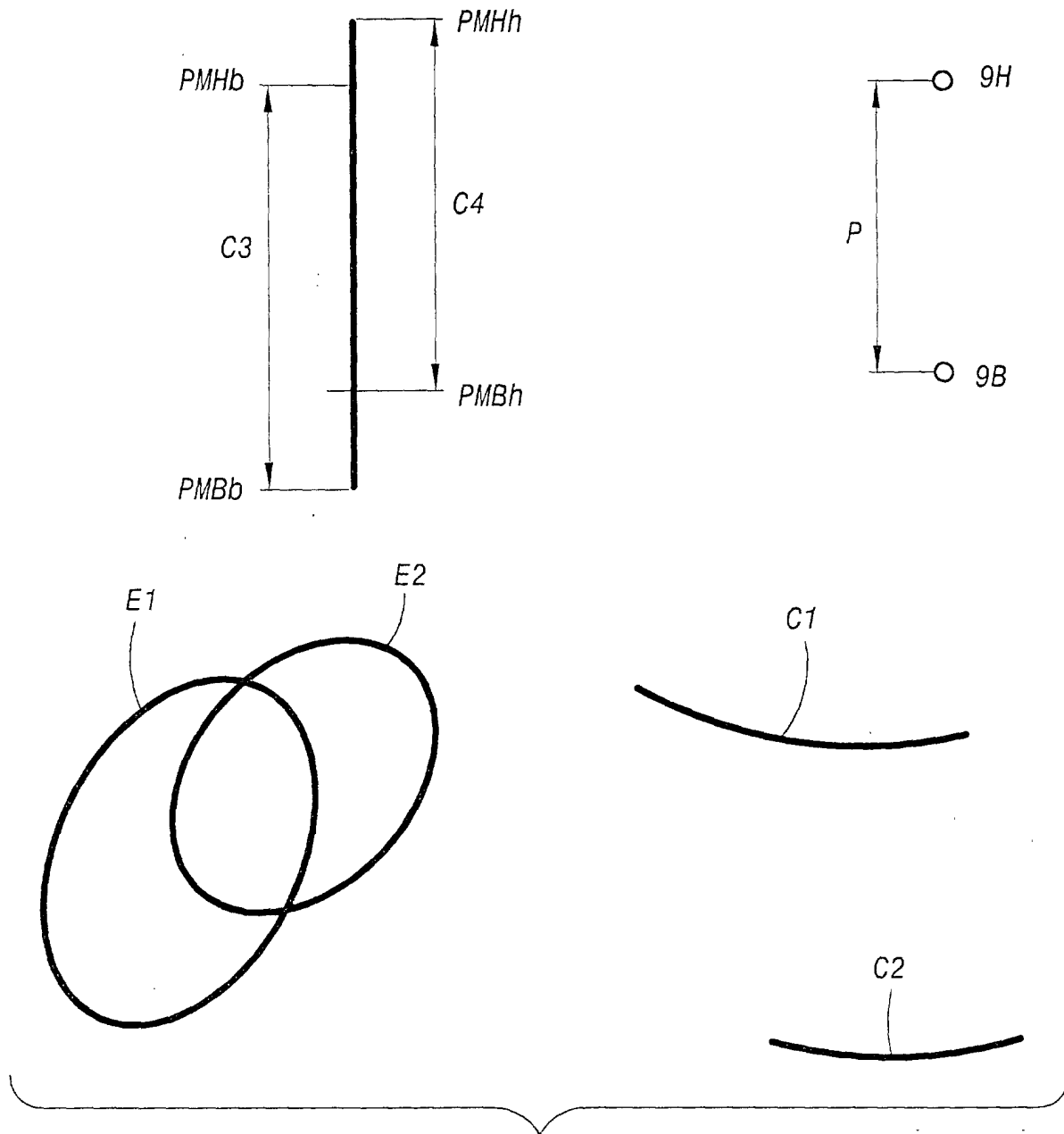


FIG.11

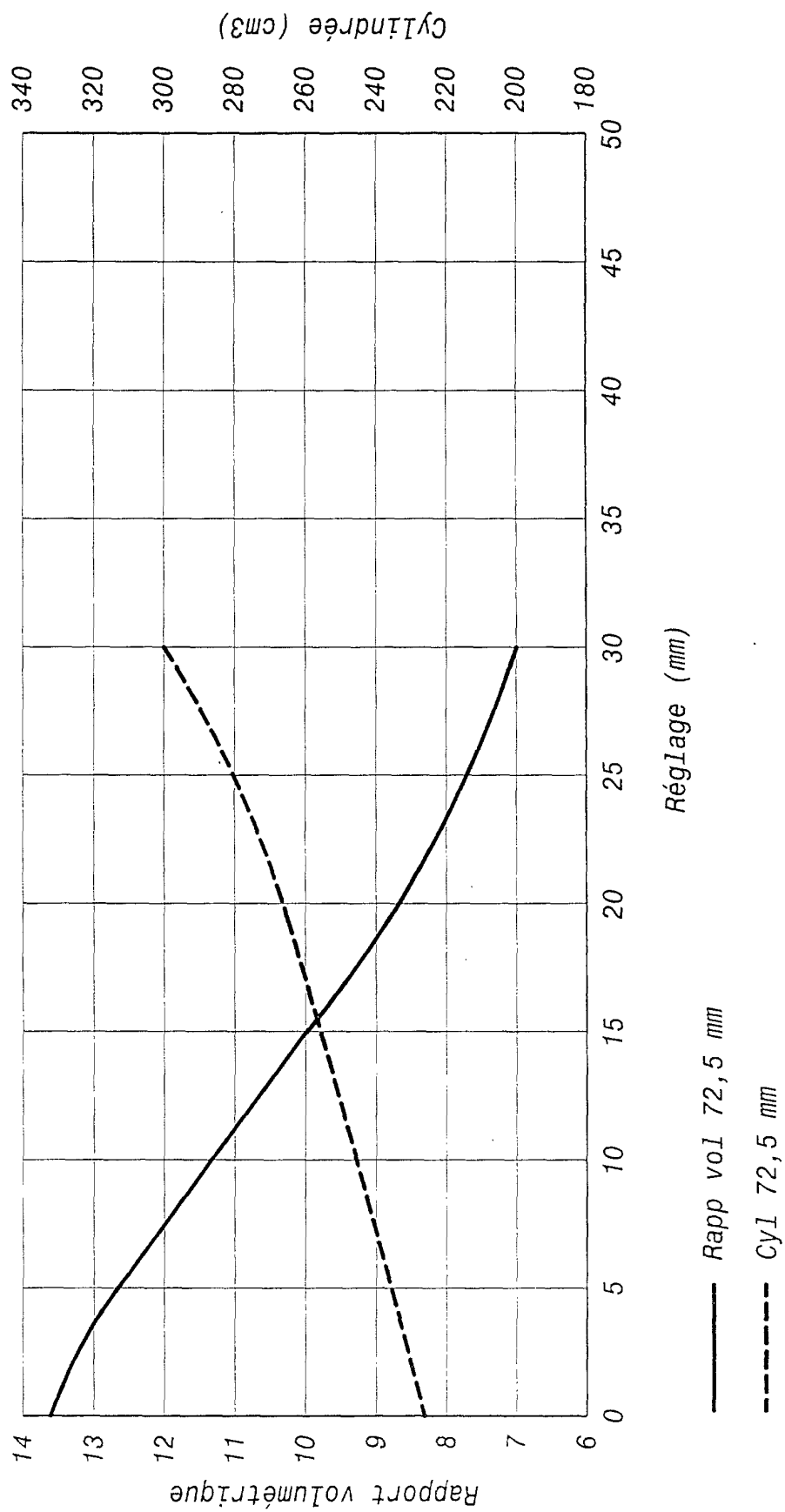


FIG.12



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 01 40 0802

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
X	WO 00 08325 A (OEZDAMAR HASAN BASRI) 17 février 2000 (2000-02-17)	1-3,8	F02B75/04 F02D15/02
A	* figure 1 * * abrégé * * revendication 1 *	4-7	
X	DE 299 13 107 U (FEND FRITZ) 7 octobre 1999 (1999-10-07)	1-3,8	
A	* figure 1 * * abrégé; revendication 1 *	4-7	
X	H.N. POULIOT: "DESIGNING A VARIABLE STROKE ENGINE" AUTOMOTIVE ENGINEERING, vol. 85, no. 6, 1 juin 1977 (1977-06-01), pages 50-55, XP002152859	1-3,8	
A	* figure 1 *	4-7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
			F02B F02D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 18 mai 2001	Examineur Wassenaar, G
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			

EPO FORM 1503 03/82 (F04C02)

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

EP 01 40 0802

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.

18-05-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0008325 A	17-02-2000	AU 5389799 A	28-02-2000
DE 29913107 U	07-10-1999	AUCUN	

EPC FORM P0460

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